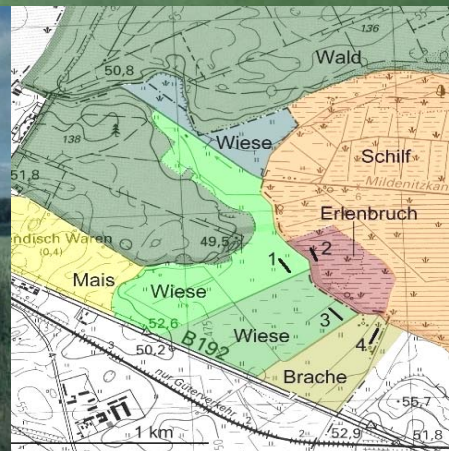
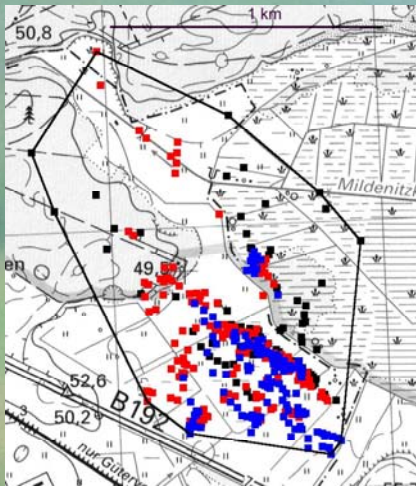


Bedingungen für den Fortpflanzungserfolg: Zur Öko-Ethologie des Graukranichs *Grus grus* während der Jungenaufzucht

Günter Nowald



Träger:



unterstützt durch:



Bedingungen für den Fortpflanzungserfolg:
Zur Öko-Ethologie des Graukranichs *Grus grus*
während der Jungenaufzucht

Dissertation

zur Erlangung des akademischen Grades
doctor rerum naturalium
(Dr. rer. nat.)

am Fachbereich Biologie/Chemie der Universität Osnabrück

von

Diplom-Biologe Günter Nowald
geboren am 30. April 1962
in Marl

Gutachter:

1. Prof. Dr. Hans-Heiner Bergmann
2. Prof. Dr. Hartwig Prange

Inhaltverzeichnis

	Seite
Definitionen	3
Einleitung	4
Kapitel 1: Verhalten von Kranichfamilien <i>Grus grus</i> in Brutrevieren Nordostdeutschlands: Investition der Altvögel in ihre Nachkommen	10
Nowald, G. (2001)	
Summary	10
1. Einleitung	11
2. Material und Methode	12
3. Ergebnisse	13
3.1 Verhalten von Alt- und Jungvögeln	14
3.2 Revierverteidigung und Führen der Jungen	17
3.3 Überleben von Jungkranichen	17
4. Diskussion	18
Zusammenfassung	23
Dank	24
Kapitel 2: Activity and movements of Common Crane families <i>Grus grus</i> in their breeding territories during rearing the young	25
Nowald, G., T. Fichtner, S. Röper & V. Günther (in prep.)	
Abstract	25
1. Introduction	26
2. Study area and Methods	26
3. Results	28
3.1 Diurnal activity	28
3.2 Locomotion	30
4. Discussion	31
Zusammenfassung	35
Acknowledgements	36
Kapitel 3: Kranichfamilien <i>Grus grus</i> in Brutrevieren Nordostdeutschlands: Nahrungsangebot und Nahrung	37
Nowald, G. & T. Fleckstein (2001)	
Abstract	37
1. Einleitung	38
2. Material und Methode	39
3. Ergebnisse	42
3.1 Nahrungsangebot	43
3.2 Kot- und Speiballenanalyse	47
4. Diskussion	50
Zusammenfassung	55

	Seite
Kapitel 4: Verhalten, Reviergröße, Raumnutzung und Habitatwahl von Kranichfamilien <i>Grus grus</i> in Brutrevieren Nordostdeutschlands	56
Nowald, G. (in Vorb.)	
Abstract	56
1. Einleitung	58
2. Material und Methoden	59
3. Ergebnisse	65
3.1 Reviergröße und Habitatnutzung einzelner Kranichfamilien	65
3.1.1 Brutpaar Techentin 1995-1997	65
3.1.2 Brutpaar Hof Grabow 1995-1998	75
3.1.3 Brutpaar Granzin 1995	82
3.1.4 Brutpaar Teufelsmoor 1996/97	86
3.1.5 Brutpaare Daschower Moor I und II 1996	92
3.1.6 Brutpaar Großer Serrahn 1996	95
3.1.7 Brutpaar Zidderich 1996	100
3.1.8 Brutpaar Mühlenhof 1997	103
3.1.9 Brutpaar Zahrener Wiesenmoor 1998	106
3.1.10 Brutpaar Darzer Moor I 1998 und II 1996/98	110
3.1.11 Brutpaar Karpfenteiche 1998	116
3.1.12 Brutpaar Kuhlrade 2000	120
3.2 Zusammenfassung der Ergebnisse	124
3.2.1 Habitatnutzung und Habitatpräferenzen	124
3.2.2 Reviergröße, Raumnutzung und Laufstrecke	126
3.3.3 Einfluss von anthropogenen Störreizen und Prädatoren	128
4. Diskussion	130
5. Management von Kranichrevieren	147
Zusammenfassung	151
Dank	153
Kapitel 5: Foraging strategies of Common Crane families <i>Grus grus</i> in their breeding territories: effect of food availability, vegetation structures, and disturbances on habitat use	154
Nowald, G. (in prep.)	
Abstract	154
1. Introduction	154
2. Study area and Methods	155
3. Results	158
3.1 Habitat use and food availability	158
3.2 Vegetation structures	160
3.3 Disturbances by farming activity	160
3.4 Disturbances by roads	161
4. Discussion	161
Zusammenfassung	165
Acknowledgements	166
Zusammenfassung und Ausblick	167
Literatur	175
Danksagung	189
Allgemeiner, beruflicher und wissenschaftlicher Werdegang	192
Erklärung	193

Definitionen

Die Begriffe rund um das „Habitat“ werden in der Literatur unterschiedlich genutzt (z. B. MACMAHON et al. 1981, TISCHLER 1984, BLOCK & BRENNEN 1993). Für diese Arbeit werden sie folgendermaßen definiert:

Landnutzung, landwirtschaftliche Flächennutzung: Landnutzung oder landwirtschaftliche Flächennutzung beschreiben die aktuelle Nutzungsform bzw. Bewirtschaftung eines Gebietes oder Landschaftsbereiches durch den Menschen.

Habitat: In Anlehnung an MACMAHON et al. (1981), IMMELMANN (1982) und TISCHLER (1984) ist das Habitat der Ort („Adresse“) bzw. der Aufenthaltsort, wo eine Tierart vorkommt.

Habitattyp: Der Habitattyp unterscheidet einzelne Habitate nach der Landnutzung, z. B. Habitattyp Maisacker.

Habitatnutzung: Habitatnutzung ist die Art, wie Kraniche verschiedene Aufenthaltsorte für das Überleben nutzen, z. B. zum Schlafen oder für den Nahrungserwerb (in Anlehnung an BLOCK & BRENNEN 1993).

Habitatnutzungsintensität (HNI): Die Habitatnutzungsintensität gibt die Aufenthaltshäufigkeit von Kranichfamilien in bestimmten Habitaten an. Sie entspricht hier der Frequenz von Peilungen für unterschiedliche Habitate, ermittelt mit Hilfe des radio trackings (Null-Peak-Peilung). Mittels der HNI kann der Einfluss verschiedener Faktoren, z. B. der Nahrungsverfügbarkeit, der Vegetationshöhe und des Vegetationswiderstandes auf die Habitatnutzung der Kraniche untersucht werden.

Raumnutzung: Die Raumnutzung der Kraniche (unabhängig vom Habitattyp) wird durch die Verteilung der Datenpunkte in der Fläche beschrieben. Im Zusammenhang mit der Raumnutzung werden die Einflüsse des Bodenreliefs, von Landschaftselementen (z. B. Hecken, Feldsölle) und von Störreizen sowie der Flächenbedarf analysiert.

Einleitung

Graukraniche gehören zu den stattlichsten heimischen Vögeln und sind mit einer Körperhöhe von 1,20 m deutlich größer als Weißstorch *Ciconia ciconia* und Graureiher *Ardea cinerea*. Die von ihnen ausgehende Faszination spiegelt sich in zahllosen Sagen, Gedichten und Geschichten wider (MEWES et al. 2003, VON TREUFELDS 1998). Im Jahreszyklus des Graukranichs wurden die Phasen Zug, Rast und Überwinterung bisher intensiv erforscht (z. B. ALONSO & ALONSO 1991, 1992, 1993, ALONSO et al. 1984, 1994, 1995, DIAZ et al. 1996, JÄHME 1985, LIBBERT 1969, MAKOWSKI 1960, MEWES 1995, MOLL 1994, NOWALD 1995a, PRANGE 1989, 1995, PRANGE et al. 1999, VAZ & MELO 1999, WILKENING 2003). Die großen sozialen Verbände, in denen die Vögel außerhalb der Brutzeit vergesellschaftet sind, fallen in der Landschaft auf.

Während der Jungenaufzucht verhalten sich die Kraniche dagegen sehr heimlich (MEYER-ABICH 1953, LIBBERT 1967, FLADE & JEBRAM 1995). Entsprechend geringer ist das Wissen um spezielle Aspekte der Reproduktionsbiologie. So sind die ökologischen Ansprüche der Kranichfamilien und deren Raumnutzung noch nicht ausreichend bekannt (vgl. ALHAINEN 1999, BYLIN 1980, 1987, MOLL in GLUTZ VON BLOTZHEIM 1994, NILSSON 1982, NOWALD 1999).

Graukraniche gelten als Bewohner feuchter bis nasser Niederungsgebiete mit unterschiedlicher Vegetationshöhe von offenen, baumlosen Zwergstrauch- oder Grasflächen bis zur Hochwaldlichtung (MOLL in GLUTZ VON BLOTZHEIM 1994). In Mitteleuropa entsprechen den Anforderungen z. B. Erlenbrüche, Verlandungszonen von Seen und Teichen sowie Nieder- und Hochmoorflächen. Diese Feuchtgebiete sind im Nordosten Deutschlands in eine intensiv bewirtschaftete Kulturlandschaft eingebettet. Das Verhalten und die Reviergröße von Kranichfamilien werden durch ein komplexes System verschiedener Einflussgrößen bestimmt. In dieser Arbeit stehen daher Fragen nach den Lebensraumansprüchen von Kranichfamilien während der Jungenaufzucht und der Bedeutung anthropogener Raumgestaltung im Mittelpunkt. In welchen Habitaten erfolgt der Nahrungserwerb der Graukraniche und wie werden diese Flächen genutzt? Welche Faktoren bestimmen diese Habitatnutzung? Haben die Vögel bei der aktuellen land- und forstwirtschaftlichen Flächennutzung Reproduktionserfolg? Im Focus stehen die Wirkungen von Nahrungsverfügbarkeit, Vegetationsdichte und -widerstand, Requisitenausstattung sowie von Störereignissen auf die Reviergröße und die Habitatnutzung.

Die zentrale Hypothese dieser Arbeit lautet: Eine hohe Nahrungsdichte bzw. eine gute Nahrungsverfügbarkeit, ein geringer Vegetationswiderstand und eine nicht zu hohe Vegetation sollten zur Bevorzugung bestimmter Revierbereiche führen und somit die Reviergröße beeinflussen.

Kenntnisse über die Wechselwirkungen zwischen anthropogener Raumbegrenzung und dem Raumbedarf von Kranichfamilien sind für den Kranichschutz von hoher Bedeutung. Diese Themen werden im Rahmen des Projektes „Bedingungen für den Fortpflanzungserfolg: Zur Öko-Ethologie des Graukranichs *Grus grus* während der Jungenaufzucht“ in den Kapiteln 1-5 bearbeitet.

Die vorliegende Arbeit verwendet neue Methoden. Erstmals werden die Habitatnutzung und die Reviergröße von Graukranichfamilien in ihren Brutrevieren mit Hilfe der Radiotelemetrie ermittelt. Das angewendete Verfahren der Null-Peak-Peilung ist trotz des großen Vorteils der Peilgenauigkeit von $\pm 0,5^\circ$ (AMLANER 1980) wegen der Mobilitätseinbußen aufgrund der zwei fest montierten Antennen (MÄCK 1998, KENWARD 2001) in der Ornithologie bisher kaum angewendet worden. SIBLY & McCLEERY (1980) untersuchten das Verhalten von Silbermöwen *Larus argentatus* außerhalb ihrer Reviere während der Reproduktionsphase. SPENCER et al. (1987) ermittelten die Reviergrößen von Honigfressern (*Phylidonyris novaehollandiae*, *P. nigra*), während EXO (1992) das Verfahren zur Bestimmung von Raumnutzungsmustern des Austernfischers *Haematopus ostralegus* anwendete.

Zur Abschätzung des Vegetationswiderstandes auf einen laufenden Kranich wurde ein Probekörper im langsamen Schrittempo (ca. 4 km/h) durch die Vegetation gezogen. Die Widerstandskraft wurde direkt an einer „Pesola“-Federwaage abgelesen. Das Verfahren wurde neu entwickelt und ist in der Literatur bisher nicht zitiert.

Jedes Kapitel dieser Arbeit verfügt über eine eigene spezifische Einleitung. Nachfolgend werden verschiedene Vorüberlegungen dargestellt, die als Grundlagen für die Entwicklung des in Abbildung 1 gezeigten Modells und der verschiedenen Teilhypothesen dienen.

Tierindividuen verfolgen unterschiedliche spezifische Strategien zur Steigerung ihrer Fitness (vgl. ALCOCK 1996). Die Individuen einer Kranichfamilie verfolgen während der Reproduktionsphase folgende Ziele:

- Erfolgreiche Inbesitznahme und Verteidigung eines Brutreviers (vgl. SMITH 1978), bestehend aus einem Feuchtgebiet mit stabilem Wasserstand als Brutplatz und angrenzenden Nahrungsflächen (vgl. MEWES 1995) mit einer quantitativ und qualitativ ausreichenden Nahrungsverfügbarkeit (vgl. HILDÉN 1965).
- Optimierung der Habitatwahl und –nutzung durch Einsatz zeitlicher und räumlicher Aktivitäts- und Bewegungs-/Suchstrategien zur Minimierung des Risikos von Mangelernährung und Prädation (vgl. MCFARLAND 1989).
- Optimierung der individuellen Kondition (Zeitbudget der Alt- und Jungvögel) zur Erhöhung des aktuellen und lebenslangen Reproduktionserfolges (vgl. CLUTTON-BROCK 1988, 1991, NEWTON 1989).

Je nach Alter und sozialem Status der Vögel sind diese Ziele unterschiedlich gewichtet (OLLASON & DUNNET 1988, SCOTT 1988, PARTRIDGE 1989, CLUTTON-BROCK 1988, 1991, STEARNS 1992). Ein System von Wechselwirkungen bestimmt die Entscheidungen.

Das aktuelle Verhalten von Tieren und deren Habitatnutzung sind von einer Vielzahl ultimativer wie proximaler Faktoren abhängig, u. a. von den Ressourcen in Quantität und Qualität sowie von ihrer Verteilung (vgl. PARTRIDGE 1974, BEZZEL & PRINZINGER 1990, BLOCK & BRENNEN 1993).

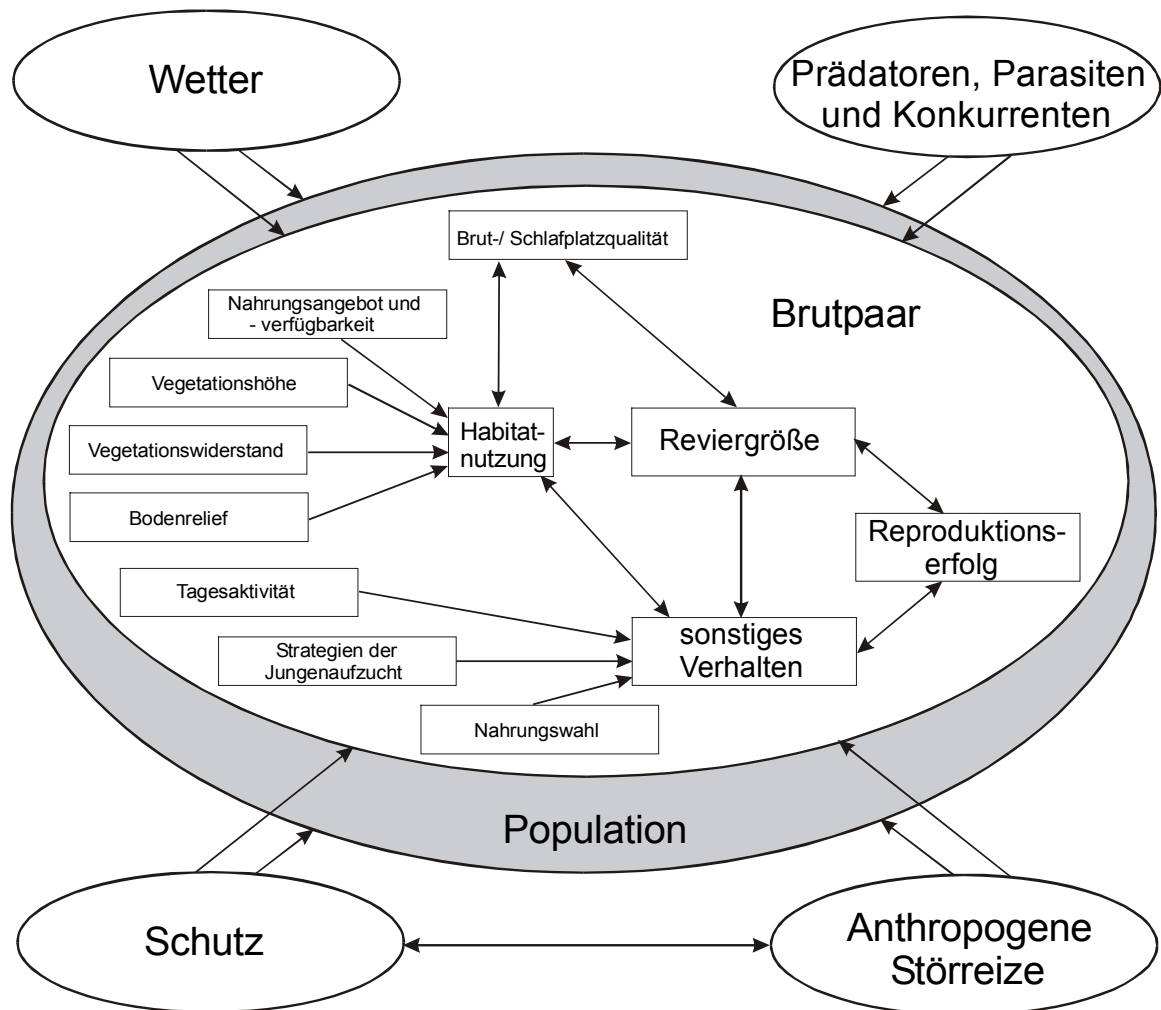


Abb. 1: Zusammenhang möglicher Einflussgrößen auf das Verhalten, die Reviergröße und den Reproduktionserfolg eines Kranich-Brutpaares sowie auf die Kranich-Population (Modell in Anlehnung an das „Habitat Konzept“ in HILDÉN 1965 und BLOCK & BRENNEN 1993).

Das komplexe Einwirken verschiedener Einflussgrößen auf das Verhalten und auf die Reviergröße zeigt das in Abbildung 1 dargestellte Modell. Die darin aufgezeigten Faktoren, z. B. das Nahrungsangebot und die Nahrungsverfügbarkeit, bestimmen den Reproduktionserfolg eines Einzelpaares und letztendlich die Bestandsentwicklung der Population. Der Stellenwert bzw. die Wirkung der einzelnen Größen innerhalb des Systems ist aber wenig bekannt. Daher erfolgt im Rahmen dieser Arbeit eine

differenzierte Analyse des Einflusses der in Abbildung 1 dargestellten Parameter. Die Wirkung kann durch die Habitatnutzungsintensität beschrieben werden. In diesem Zusammenhang werden auch Schlüsselfaktoren bzw. Grenzwerte ermittelt, damit diese bei entsprechenden Managementkonzepten berücksichtigt werden können.

In fünf Kapiteln werden die verschiedenen Fragestellungen detailliert bearbeitet.

Kapitel 1 beinhaltet Strategien der Jungenaufzucht und stellt die Investition der Altvögel in ihre Nachkommen dar (NOWALD 2001). Ziel dieser Studie ist die gleichzeitige Analyse des Verhaltens der Eltern und ihrer Nachkommen, um die Investition der Eltern in Relation zum Reproduktionserfolg zu ermessen. Hierzu sollen auch Verhaltensstrategien wie das Führen der Jungen durch die Altvögel, das Vermeiden von Prädatoren und die Rollenverteilung der Geschlechter bei der Aufzucht erfasst werden.

Der Nahrungserwerb bei Jungvögeln ist meist weniger erfolgreich als bei Altvögeln (BURGER 1987, DRAULANS 1987, GOSS-CUSTARD & DURELL 1987, WUNDERLE 1991). Junge Kraniche sind daher auf die Hilfe der Eltern angewiesen. Zeiteinschränkungen der Altvögel bei der Nahrungsaufnahme und beim Komfortverhalten oder häufigeres Aufmerken werden als Kosten interpretiert. Abbildung 2 veranschaulicht die Hypothese, dass ein größerer Aufwand mit zunehmender Jungenzahl zu erwarten ist. Zur Vereinfachung wurde hier ein linearer Zusammenhang angenommen. Das Zeitbudget könnte eine Grenze für die Reproduktion von Kranichbrutpaaren anzeigen.

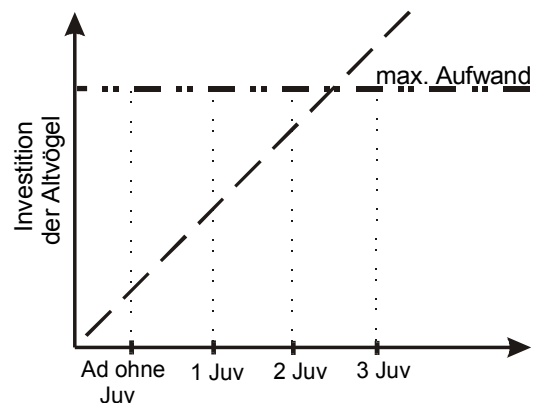


Abb. 2: Theoretischer Anstieg der elterlichen Investition bei der Jungenaufzucht mit steigender Jungenzahl.

Darauf aufbauend erweitert Kapitel 2 die oben beschriebenen Aspekte des Verhaltens und informiert über die Aktivität von Kranichfamilien am Tage und in der Nacht (NOWALD et al. in prep.). Da Kraniche in den Rast- und Überwinterungsgebieten die Nacht ruhend in einem flachen Schlafgewässer verbringen, sollte dieses Verhalten auch im Brutgebiet zu beobachten sein. Eine größere Aktivität am Tage ist bekannt. Denkbar ist ein tageszeitlich unabhängiges Aktivitätsmuster, beispielsweise um eventuelle Nahrungsdefizite zu kompensieren. Haben Störreize einen Einfluss auf die Aktivitätsdauer? Zusätzlich werden Strategien der Prädatorenvermeidung diskutiert.

Kapitel 3 bearbeitet das Nahrungsangebot in Kranichrevieren und die Nahrungswahl der Vögel im Juli und August (NOWALD & FLECKSTEIN 2001). Welche potenzielle tierische

Nahrung steht Kranichen während der Jungenaufzucht im Brutrevier zur Verfügung? Wie hoch ist der tierische Anteil in der Nahrung, und welche Tiere werden gefressen? Wie variiert die Zusammensetzung der aufgenommenen Nahrung in Kranichrevieren mit verschiedenen Habitattypen? Das Nahrungsangebot wird mit Hilfe von Barberfallen zur Erfassung der epigäischen Fauna und durch Handauslese von Regenwürmern ermittelt. Die Nahrungswahl wird durch die Analyse von Kotproben dargestellt. Die Untersuchungen zur Nahrungszusammensetzung sind Grundlage für die spätere Interpretation zum Einfluss der Nahrungsverfügbarkeit auf die Intensität der Habitatnutzung innerhalb des Reviers, da hier vor allem die Käferaktivitätsdichte berücksichtigt wird.

In Kapitel 4 werden die Untersuchungsergebnisse von einzelnen Kranichfamilien separat dargestellt. Welche Einflüsse haben die Nahrungsverfügbarkeit, die Vegetationshöhe, der Vegetationswiderstand und anthropogene Störreize auf die Reviernutzung? Sind diese Faktoren für mögliche Habitatpräferenzen verantwortlich?

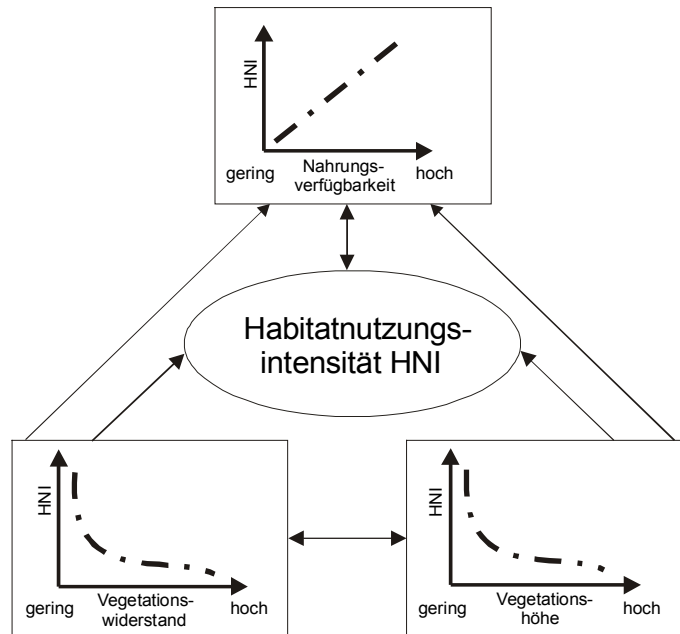
Dichte und Angebot der Nahrung werden durch unterschiedliche abiotische (z. B. topografische Strukturen, Bodenfeuchte, Bodentemperatur) und biotische Faktoren einzelner Habitate (z. B. Vegetationshöhe und –widerstand) bestimmt (vgl. BLOCK & BRENNEN 1993). Nach der Optimalitätstheorie sollte eine Präferenz bestimmter Habitattypen innerhalb des Reviers durch die Intensität der Nutzung (HNI) sichtbar sein (vgl. MCFARLAND 1989). Abbildung 3 veranschaulicht die Hypothese, dass eine hohe Nahrungsdichte bzw. eine gute Nahrungsverfügbarkeit, ein geringer Vegetationswiderstand und eine nicht zu hohe Vegetation zur Bevorzugung bestimmter Revierbereiche führt. Ein möglicher Einfluss des Vegetationswiderstandes kann nach dem Reaktions- oder Wechselwirkungsprinzip (3. Newtonsches Axiom) untersucht werden, bei dem jede Kraft F eine Gegenkraft F' mit gleichem Betrag, aber entgegengesetzter Richtung besitzt (KUCHLING 1981).

Außerdem werden die Raumnutzungsmuster von Brutpaaren bei unterschiedlicher landwirtschaftlicher Flächennutzung in verschiedenen Jahren und ihr Reproduktionserfolg dargestellt.

Die für die Landschaftsplanung bedeutende, aber bisher unbekannte Größe der Revierausdehnung von Kranichfamilien wird hier mittels der Core Convex Polygon Methode ermittelt (vgl. KENWARD 1987). In diesem Zusammenhang wird auch geprüft, ob Familien mit zwei Jungen größere Reviere benötigen als Familien mit einem Nachkommen. Zusätzlich werden Strategien zum Meiden von Prädatoren diskutiert.

Kraniche stehen in einem besonderen öffentlichen Interesse. Mit ihrer Hilfe kann daher die Verbindung von Wissenschaft und praktischem Naturschutz gefördert werden. In Kapitel 4 werden in diesem Zusammenhang verschiedene Managementhinweise aufgeführt, welche auf der Grundlage wissenschaftlicher Ergebnisse entwickelt wurden.

Abb. 3: Zusammenwirkung verschiedener Habitatfaktoren: Einfluss von Nahrungsverfügbarkeit, Vegetationswiderstand und Vegetationshöhe auf die Habitatnutzungsintensität



In Kapitel 5 werden die Ergebnisse der Einzelpaare an Hand der Einflüsse der Nahrungsverfügbarkeit, des Vegetationswiderstandes und der Vegetationshöhe auf die Habitatnutzungsintensität gepoolt berechnet. Es werden auf die Population übertragbare Aussagen formuliert. Es wird postuliert, dass Kranichfamilien Revierbereiche bevorzugen, die sich durch eine hohe Nahrungsdichte, einen geringen Vegetationswiderstand und eine nicht zu hohe Vegetation auszeichnen (Abb. 3). Zusätzlich werden die Wirkungen von Straßen auf die Raumnutzung dokumentiert.

In der abschließenden Zusammenfassung mit Ausblick werden die wesentlichen Ergebnisse des Projektes vorgestellt. Auf eine zusammenfassende Diskussion wird an dieser Stelle verzichtet, um Wiederholungen zu vermeiden. Jedes Kapitel besitzt eine ausführliche Diskussion.

In der Zusammenfassung stellt ein Modell die verschiedenen Einflussgrößen, z. B. Vegetationswiderstand und Vegetationshöhe, hierarchisch geordnet nach ihrer Wirkung auf die Habitatnutzung dar. Für die Praxis, d. h. für Management und Naturschutz, ist es wichtig, die gleichzeitige Wirkung von positiven und negativen Einflussgrößen auf die Reviernutzung von Kranichfamilien zu kennen, um die Auswirkungen menschlicher Aktivität und Landnutzung auf die Brutpopulation des Kranichs beurteilen bzw. prognostizieren zu können. Eine besondere Bedeutung hat dies bei der Landschaftsplanung, z. B. bei Straßenneu- und -ausbau und bei sich ändernden Rahmenbedingungen in der Landwirtschaft, z. B. bei steigenden Subventionen für den Rapsanbau. Ein Ausblick präsentiert künftige und bereits begonnene Projektvorhaben.

Die Literatur zu dieser Einleitung und zu den einzelnen Beiträgen erscheint im Anschluss an die Zusammenfassung.

Verhalten von Kranichfamilien (*Grus grus*) in Brutrevieren Nordostdeutschlands: Investition der Altvögel in ihre Nachkommen

Günter Nowald, Kranich-Informationszentrum, Lindenstr. 27, D - 18445 Groß Mohrdorf, email: gruidae@aol.com

Summary: Behaviour of Crane (*Grus grus*) families in their breeding territories in Northeast Germany: parental care and investment

Juveniles and immature birds normally have less foraging ability and a lower food intake rate than adults. This - it has been presumed - is compensated for by parental care and investment during juvenile development. Studies of time budgets and parental investment of Common Cranes were carried out in the years 1995 until 1999 in Northeast Germany. Having first marked young cranes (colour ringes, radio transmitters), we analysed the behaviour of parents and offspring to correlate this with reproductive success.

Parents with young (39,6 %) were four times more vigilant than nonbreeders. The investment of pairs with two young was significantly ($p < 0.001$) higher than in pairs with only one young. Females profited from the high vigilance rate of their males (males mean 43,9 %, females 35,3 %) and were thus able probably to compensate for their investment in the clutch faster because of higher food intake. Defence of the territory against other cranes and defence against predators were tasks mostly undertaken by males. If the males participate in rearing of the young, the pair were able to rear two juveniles to fledging.

The young profit from parental care. They were able to feed most of the time (67.7 %) with lower vigilance costs (11.9 %; 27,7 % less than parents), and thus possibly compensated for their lower feeding success.

Rearing of two young, however, must be the upper limit of possible investment of adults. So far there has been no evidence of families with three grown-up young in a stopover region or on the wintering grounds. The survival of juveniles from the date of ringing in June up to the migration to the wintering sites in mid-November amounts to 77.9 %, with 84 % for families with one young and 75 % for those with two young. Accordingly the reproductive success was higher for pairs with two young (1.32 juv./pair) than with one young (0.84 juv./pair).

The long-term survival of the population in a man-made landscape is only possible with an appropriate reproductive success. The offspring of crane families have to feed throughout the major part of the day in order to gain their energy for the high metabolic rate during growth. With a negative energy balance because of too much disturbance, the reproductive success will decrease. Future landscape planning should avoid new traffic structures, buildings (e .g. wind turbines) or power lines at least in areas of high crane density.

1. Einleitung

Jungvögel, teilweise auch die noch nicht geschlechtsreifen immaturen Vögel, haben meist einen weniger guten Jagderfolg oder eine geringere Rate bei der Nahrungsaufnahme als Altvögel und sind auf Hilfe der Eltern angewiesen (GREIG-SMITH 1985, BURGER 1987, DRAULANS 1987, EGUSHI et al. 1987, GOSS-CUSTARD & DURELL 1987, WUNDERLE 1991, ALONSO & ALONSO 1993). Bei monogamen langlebigen Arten mit geringer Nachwuchsrate (K-Strategen) wie dem Graukranich sollte die elterliche Investition bei der Jungenaufzucht im Verhalten deutlich werden (vgl. IMMELMANN 1983). So können z. B. Zeiteinschränkungen bei der Nahrungsaufnahme und beim Komfortverhalten oder erhöhte Wachleistungen als Kosten der Eltern interpretiert werden (z. B. LAZARUS & INGLIS 1978). Die unerfahrenen Jungvögel benötigen Schutz (vgl. CLUTTON-BROCK 1991) – vor allem vor Feinden – sowie eine an den Entwicklungsgrad angepasste Nahrungsmenge entsprechender Qualität.

Während der Jungenaufzucht im Brutgebiet verhalten sich Kraniche ausgesprochen unauffällig; daher fehlen Untersuchungen zum Zeitbudget und zum elterlichen Aufwand. Lediglich an drei Paaren des Weißnackenkranichs *Grus vipio* wurden Investitionen der Altvögel während der ersten Wochen der Aufzucht erfasst (HARTUP & HORWICH 1994). Diese zogen, allerdings im Gehege, Junge des Großen Kanadakranichs *Grus canadensis tabida* auf.

Aus dem Überwinterungsquartier in Spanien, kurz vor der Familienauflösung (ALONSO et al. 1984), liegen Studien zur elterlichen Fürsorge des Graukranichs vor (ALONSO & ALONSO 1993). Beim Mönchskranich *Grus monacha* erfolgten ähnliche Untersuchungen an der bekannten Fütterungsstation bei Yashiro, Japan (EGUSHI et al. 1987).

Aufgrund des wesentlich geringeren Alters der Jungvögel im Brutgebiet in Mecklenburg-Vorpommern dürften die Aufwendungen der Altvögel bedeutend höher sein als in einem Überwinterungsgebiet. Ziel dieser Arbeit ist die gleichzeitige Analyse des Verhaltens der Eltern und ihrer Nachkommen, um die Investition der Eltern in Relation zum Reproduktionserfolg zu ermessen. Hierzu sollen auch Verhaltensstrategien wie das Führen der Jungen durch die Altvögel, das Vermeiden von Prädatoren und die Rollenverteilung der Geschlechter bei der Aufzucht erfasst werden.

Mit Hilfe besonderer Jungkraniche sind vor allem die Reviernutzung und -größe von Kranichfamilien sowie die Ausstattung der Reviere zur Konzeption von Managementmaßnahmen untersucht worden (NOWALD 1999a). Für die Interpretation der Ergebnisse zur Raumnutzung sind die ergänzenden ethologischen Studien von größter Bedeutung.

2. Material und Methode

Von 1995 bis 1999 wurden im Einzugsgebiet des Kranichsammel- und -rastplatzes "NSG Langenhägener Seewiesen" (NOWALD & MEWES 1996) bei Goldberg im Kreis Parchim 93 Kraniche beringt. Dabei erhielten zusätzlich 63 Jungkraniche aus 35 Familien einen Sender zur terrestrischen Telemetrie. Über die Fangmethode und das Beringungssystem informieren NOWALD et al. (1996). Von zwei feststehenden Antennenstationen aus wurden die besenderten Jungvögel von zehn Familien im Fünf-Minuten-Takt an drei aufeinander folgenden Tagen angepeilt (NOWALD 1999a). Dabei erfolgten im Zeitraum von 1995 bis 1998 an 14 Kranichfamilien ethologische Studien.

2.1 Verhalten

Die Aufnahme des Verhaltens erfolgte mit Hilfe von Spektiven (40-fache Vergrößerung) nach der "instantaneous and scan sampling" Methode (ALTMANN 1974) im Minutentakt. Dabei wurde das Verhalten den folgenden Funktionskreisen und Individuen zugeordnet:

1. Funktionskreise: N = Nahrungserwerb, Füttern, A = Sichern (Aufmerken), K = Komforthandlungen (z. B. Putzen, sich Kratzen, sich Strecken), L = Lokomotion (z. B. Schreiten, Laufen), S = sonstige Verhaltensweisen (z. B. agonistisches Verhalten, Balz, Schlafen)
2. Individuen: Ad1 = Männchen, Ad2 = Weibchen, J1,2 = Jungvogel 1 bzw. 2 (Erkennen anhand der Farbmarkierung)

Die Datenaufnahme erfolgte, solange die Vögel sichtbar waren.

2.2 Führen der Jungen und Revierverteidigung

Führen der Jungen: In den Jahren 1996-98 wurde mit Hilfe von Spektiven im Minutentakt der Abstand zwischen Jung- und Altvögeln abgeschätzt. Als Bezugsgröße dienten die Altvögel, deren Höhe bei nicht vollständig gestrecktem Hals als ein Meter definiert wurde. Wann immer möglich, wurden die Entfernungen zwischen den Vögeln individuell zugeordnet (Ad1, Ad2, J1, J2).

Verhaltensweisen zur Revierverteidigung bzw. zur Feindabwehr wurden in einem Feldprotokoll separat erfaßt.

2.3 Überleben der Jungvögel

In Mitteleuropa stellen sich ab Anfang August zunächst die Nichtbrüter, dann die erfolglosen Paare und schließlich die Paare mit Nachwuchs an Sammelplätzen ein (NOWALD 1995), so dass hier die besten Möglichkeiten bestehen, das weitere Überleben der Jungvögel zu verfolgen. Zentrum eines Sammelplatzes ist immer ein Flachgewässer. Am Schlafplatz der Langenhägener Seewiesen wurden abends die mit Sendern und Farbringen eintreffenden Vögel entweder mit Hilfe einer Receiver-Antenneneinheit (Stabo XR100, GFT-Teleskopantenne HB9CV) geortet oder optisch (farbberingte Vögel) mit einem Spektiv im Abstand von 1-4 Tagen erfaßt. Zusätzlich wurden die Vögel im Rahmen der Kartierungen zur Ermittlung der Raumnutzung von

Kranichsammel- und -rastgemeinschaften beobachtet (NOWALD 1997). Markierte Jungkraniche, die nicht mehr am Schlafplatz oder auf Nahrungsflächen ermittelt wurden, gelten als "tot".

2.4 Auswertung der Daten

Sämtliche Daten (Verhaltensweisen und Abstände) wurden aus den Formblättern des Feldprotokolls in Excel-Dateien übertragen und sortiert ($n_{\text{Adult}} = 28$ Altvögel, 14 Männchen, 14 Weibchen, $n_{\text{Juvenil}} = 22$, 14 Kranichfamilien). Die statistische Auswertung der Scanning- und der Abstandsdaten erfolgte mittels Mann-Whitney U-Test (BORTZ et al. 1990). Alle Prozentzahlen wurden zuvor arcsin transformiert.

Mit dem χ^2 -4-Felder-Test wurden die Unterschiede des Überlebens von Jungvögeln bei Familien mit einem bzw. zwei Nachkommen und der Reproduktionserfolg überprüft.

3. Ergebnisse

Tabelle 1 gibt einen Überblick über die untersuchten Brutpaare, den Untersuchungszeitraum, die Gesamtdauer des Sichtkontaktes (entspricht der Summe der Datensätze) und den Anteil der Beobachtungszeit an der theoretisch möglichen Zeit. Dieser beträgt im Mittel 12,5 % (min: 1 %, max: 37,8 %). Die Bezugsgröße (100 %) entspricht der tracking-Dauer der einzelnen Paare, die überwiegend bei Sonnenaufgang begann und mit Sonnenuntergang endete.

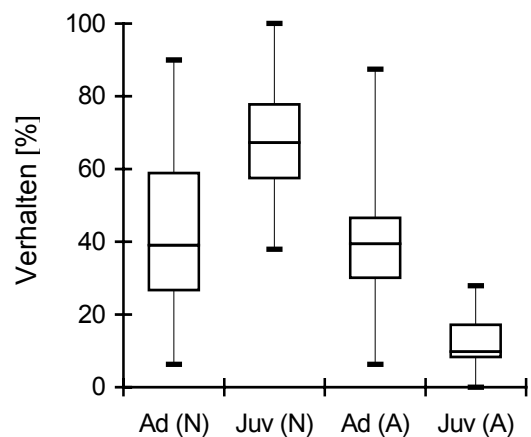
Tab. 1: Brutpaare, Untersuchungszeitraum und Gesamtdauer des Sichtkontakts (= Anzahl Datensätze).

Brutpaar	Datum	tracking-Dauer [min]	Zeit mit Sichtkontakt [min] = Anzahl Datensätze [n]	Anteil Beobachtungszeit an der theoretisch möglichen Zeit [%]	Alter der Jungvögel [Wochen]
Techentin	27.-29.06.95	3600	83	2,3	8-9
	04.-06.07.95				
Mestlin	11.-13.07.95	3120	64	2,1	8-9
	18.-20.07.95				
Darzer Moor (II)	12.-14.08.96	2375	898	37,8	9
Daschower Moor	22.-24.07.96	2510	413	16,5	9-10
Keramikscheune	05.-07.08.96	2470	688	27,9	9
Großer Serrahn	30.07.-01.08.96	2460	265	10,8	10
Teufelsmoor	15.-17.07.96	2275	535	23,5	9-10
Techentin	28.-30.07.97	1985	242	12,2	9
Hof Grabow	14.-16.07.97	2125	65	3,1	9
Teufelsmoor	07.-09.07.97	1980	336	16,7	9
Darzer Moor (I) - (Mitte)	08.-10.07.98	2285	81	3,5	8-9
Darzer Moor (II) - (Dorf)	08.-10.07.98	2285	123	5,4	10
Darzer Moor (III) - nicht besendert	08.-10.07.98	-	145	-	?
Hof Grabow	24.-26.06.98	2425	24	1,0	7-8

3.1 Verhalten von Alt- und Jungvögeln

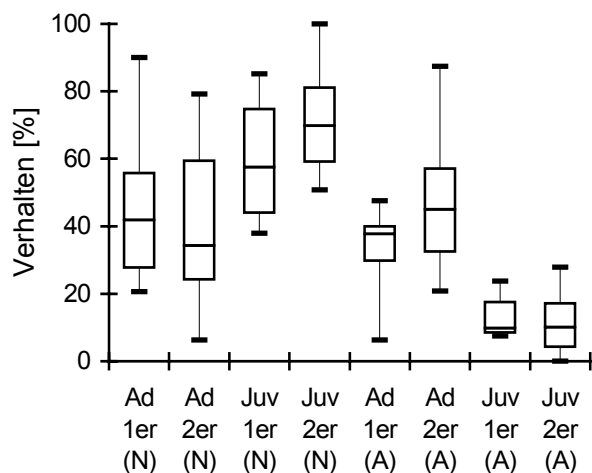
Die Altvögel nutzten wesentlich weniger Zeit für das Fressen als ihre Nachkommen und investierten wesentlich mehr Zeit in das Sichern (Abb. 1). Der Anteil für den Nahrungserwerb bei den Altvögeln lag im Mittel bei 42,8 % (min: 6,3 %, max: 90 %). Bei den Jungvögeln betrug der Mittelwert 67,7 % (min 37,9 %, max 100 %). Der Unterschied im Zeitanteil für den Nahrungserwerb bei Alt- und Jungvögeln war signifikant (Mann-Whitney U-Test, $U_{28,21} = 107$; $p < 0,001$). Während Eltern durchschnittlich 39,6 % der Zeit in das Wachen investierten (max 87,4 %), lag der Mittelwert dieser Verhaltensweise für die Nachkommen bei 11,9 % (max 27,9 %). Der Unterschied im Anteil des Sicherns war signifikant (Mann-Whitney U-Test, $U_{28,21} = 26$; $p < 0,001$).

Abb. 1: Verhaltensanteile Nahrungssuche und Aufmerken zwischen Alt- und Jungvögeln (Ad=adult, Juv=juvenil, N=Nahrungssuche, A=Sichern). Die Box & Whisker plots zeigen die Extremwerte, den Median und die 25% bzw. 75% Percentile.



In Abb. 2 sind die Unterschiede in den Verhaltensanteilen Nahrungssuche und Aufmerken von Alt- und Jungvögeln bei Familien mit einem bzw. zwei Nachkommen getrennt dargestellt. Die Altvögel von Familien mit zwei Jungen hatten weniger Zeit für das Fressen als von Familien mit einem und investierten höhere Anteile in das Sichern. Der Anteil der Nahrungssuche bei Altvögeln mit zwei Nachkommen lag im Mittel bei 40,1 % gegenüber 45,5 % (Mann-Whitney U-Test, $U_{14,14} = 82$; $p = 0,46$). Der entsprechende Anteil für das Sichern bei Familien mit zwei Jungvögeln lag im Mittel bei 46,4 % gegenüber 32,9 % (Mann-Whitney U-Test, $U_{14,14} = 83$; $p = 0,49$).

Abb. 2: Verhaltensanteile Nahrungssuche und Aufmerken von Alt- und Jungvögeln bei Familien mit einem bzw. zwei Nachkommen (Ad=adult, Juv=juvenil, 1er bzw. 2er=Familie mit einem bzw. 2 Nachkommen, N=Nahrungssuche, A=Sichern).



Bei den Jungvögeln verhielt es sich beim Anteil der Nahrungssuche umgekehrt. Hier benötigten die Jungvögel von Familien mit zwei Nachkommen mit durchschnittlich 71,9 % mehr Zeit als der Nachwuchs von Familien mit einem Jungen mit 59,5 % (Mann-Whitney U-Test, $U_{7,14} = 26$; $p = 0,08$). Der Sicherungsaufwand der Jungvögel war bei den unterschiedlichen Familiengrößen etwa gleich (Mittelwert 11,6 % gegenüber 12,5 % bei einem Juv., Mann-Whitney U-Test, $U_{7,14} = 44$; $p = 0,71$).

Die Zeitbudgets aller Familien zeigen individuelle Unterschiede in den Anteilen Nahrungssuche, Aufmerken, Komfortverhalten und Lokomotion. Die Funktionskreise Nahrungserwerb und Sichern hatten bei allen Kranichfamilien den Hauptanteil am Gesamtverhalten. Verhalten aus den Funktionskreisen Komfortverhalten (K) und Lokomotion (L) nahmen einen geringeren Zeitanteil ein, bei Altvögeln von Familien mit einem Jungen durchschnittlich 6,9% (für L: Ø 10 %) und bei Eltern mit zwei Nachkommen im Mittel 4,8 % (für L: Ø 6,7 %).

Jungvögel von Familien mit einem Jungen nutzen durchschnittlich 10 % der Zeit für Komfortverhalten (für L: Ø 8,3 %) und bei zwei Nachkommen im Mittel 5,8 % (für L: Ø 6,6 %). Betrachtet man das Komfortverhalten, ohne nach Familien mit einem oder zwei Nachkommen zu differenzieren, ist der Anteil für diese Verhaltenskategorie für Alt- und Jungvögel etwa gleich (Mann-Whitney U-Test, $U_{28,21} = 261$; $p = 0,51$). Alt- und Jungvögel von Familien mit einem Jungen nutzten im Mittel mehr Zeit für Komfortverhalten als Eltern und Nachkommen von Familien mit zwei Jungen. Der Unterschied ist allerdings nicht signifikant (Mann-Whitney U-Test, $U_{28,21} = 250,5$; $p = 0,38$).

Jungvögel zeigten einen größeren Anteil Fressen als die Eltern, mit Ausnahme des BP Darzer Moor 1998 (I). Hier fraß der Altvogel Ad1, vermutlich das Männchen, häufiger als das Weibchen Ad2 und das Junge J1.

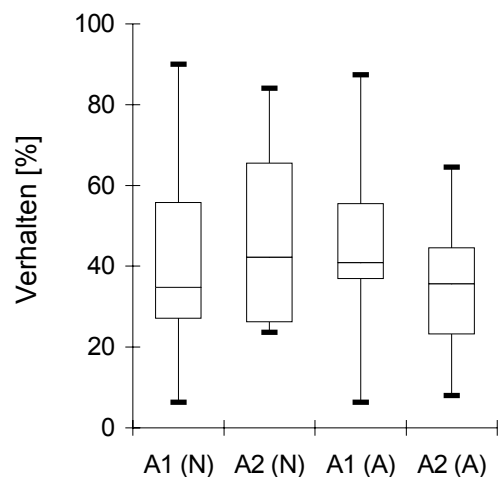


Abb. 3: Verhaltensanteile Nahrungssuche und Aufmerken bei Männchen (Mä) und Weibchen (Wb), (N=Nahrungssuche, A=Sichern).

Bei zehn von 14 Paaren übernahmen die Männchen einen größeren Anteil für das Sichern als die Weibchen. Im Durchschnitt sicherten sie 43,9 % der Zeit, Weibchen 35,3 % (vgl. Abb. 3). Entsprechend weniger Zeit blieb den Männchen (Ø 38,9 %) für die Nahrungsaufnahme im Vergleich zu den Weibchen (Ø 46,7 %). Der Unterschied ist aber nicht signifikant (Mann-Whitney U-Test, Sichern $U_{14,14} = 76$; $p = 0,31$, Nahrungsaufnahme $U_{14,14} = 82$; $p = 0,46$).

Tab. 2: Verhalten von Revierpaaren (RP) mit Jungen (AV=Altvogel, Mn=Männchen, Wb=Weibchen, JV=Jungvogel) gegenüber Artgenossen und Individuen anderer Arten.

Datum	Uhrzeit	BP	Ereignis	Reaktion Revierpaar (RP)	Reaktion Eindringling
19.07.95	11.37	Hof Grabow	erfolgloses Kranichpaar landet in 50 m Entfernung	Revieranspruch wird von beiden AV durch das Duett ¹ angezeigt	schreitet in den Wald
23.07.96	8.13	Daschow	erfolgloses Kranichpaar nähert sich nahrungssuchend	kurzes Drohen, ständiges Sichern der AV, JV dicht bei den AV (2-5m)	erhöht geringfügig den Abstand, weiter nahrungssuchend
23.07.96	11.08-11.10	Daschow	einzelner AV nähert sich auf 75 m	beide AV drohen zunächst, dann fliegt das Mn auf den Eindringling zu, Wb bleibt beim JV	AV flieht fliegend
23.07.96	13.16-13.46	Daschow	benachbartes RP mit einem Jungen nähert sich nahrungssuchend von 150 m auf 30 m	Mn zunächst keine sichtbare Reaktion, dann Imponierverhalten und Scheinputzen	Mn zeigt Imponierverhalten und Scheinputzen, Familie entfernt sich wieder
23.07.96	15.30	Daschow	einzelner AV landet in 30 m Entfernung	Mn droht mehrfach	AV erhöht den Abstand auf 200 m und sucht Nahrung
06.08.96	8.06-8.07	Keramik-scheune	9 Kraniche überfliegen in 30 m Höhe	Mn reagiert mit lauten Warnrufen	Kranichgruppe fliegt weiter
08.08.96	10.00	Keramik-scheune	einzelner AV landet in 200 m Entfernung und putzt sich	Mn schreitet zunächst Richtung AV und fliegt dann direkt auf ihn zu	AV fliegt 300 m weiter und wird bei einem Landeversuch weiter attackiert. AV flieht
08.08.96	10.05	Keramik-scheune	drei AV 400 m entfernt	RP (und JV) fliegen zu den AV, JV 30-40 m hinter RP	AV weichen aus und fliegen weg.
08.07.97	11.17 + 11.23	Teufels-moor	Doppelruf anderer Kraniche	AV und JV sichern	
09.07.98	14.23-15.21	Darze (I), Darze (II)	benachbarte BP in 300 m Entfernung nahrungssuchend	keine sichtbare Reaktion	keine sichtbare Reaktion
10.07.96	14.25-16.10	Techentin	2 Störche nahrungssuchend in 50-100 m Entfernung	keine sichtbare Reaktion	keine, ruhige Nahrungssuche
16.07.96	6.50	Teufels-moor	grasende Kühe nähern sich auf 50 m	weicht aus und erhöht den Abstand auf über 100 m	keine sichtbare Reaktion
31.07.96	15.38	Serrahn	grasende Kühe nähern sich auf 50 m	weicht aus und erhöht den Abstand auf über 100 m	keine sichtbare Reaktion
13.08.96	15.05	Darze	grasende Kühe nähern sich auf 100 m	verläßt schreitend die Weide	keine
14.08.96	13.13	Darze	einzelne Kuh nähert sich bis auf 30 m	verläßt schnell laufend die Weide	keine
14.08.96	19.33	Darze	Seeadler überfliegt in 50 m Höhe	AV sichern (und "knurren") mit aufgeworfenem Schnabel einen Meter neben dem JV; JV stehend	Seeadler fliegt weiter, wird von Rohrweihe gehaßt
05.08.96	14.56	Keramik-scheune	Roter Milan in 40 m Höhe überfliegend	keine sichtbare Reaktion AV und JV sichern	Roter Milan streicht ab, keine sichtbare Reaktion
16.07.97	16.22	Hof Grabow	Fuchs schnürt etwa 25 m an RP vorbei	JV läuft zu AV (Abstand 1 m), AV sichern	keine sichtbare Reaktion
30.07.97	19.29	Techentin	äsende Rehe 20 m neben RP	keine sichtbare Reaktion	keine sichtbare Reaktion
09.07.98	19.36	Darze (II)	äsendes Reh 50 m neben RP	keine sichtbare Reaktion	keine sichtbare Reaktion

¹ Das Duett ist eine komplexe, zeitlich koordinierte Folge verschiedener Töne, die von Mn und Wb gleichzeitig (vor allem während der Balz) vorgetragen werden (Prange 1989).

3.2 Revierverteidigung und Führen der Jungen

Das Verhalten des revierbeanspruchenden Brutpaares (BP) gegenüber Artgenossen und anderen Arten ist in Tabelle 2 dargestellt. Danach zeigten BP differenzierte Reaktionen gegenüber benachbarten BP oder "Fremdkranichen" (Übersommerer). Bei Begegnungen mit BP beschränkten sich die Vögel auf Imponierverhalten und Drohen, während Übersommerer vertrieben wurden.

Äsende Rehe wurden ohne sichtbare Reaktion geduldet. Zu weidenden Rindern wurde ein Sicherheitsabstand von etwa 100 m eingehalten. Bei fliegenden Greifvögeln sicherten die Kraniche ausgiebig, beim Seeadler nahmen die Altvögel zusätzlich eine Abwehrhaltung ein und warnten („Knurren“ – vgl. GLUTZ VON BLOTZHEIM 1994).

Mehrfach zeigten die Altvögel im Verlauf der Fangaktionen das Verleiten als eine Strategie der Feindabwehr (n = 15). Sie liefen rufend mit hängendem Flügel vor den Beringern umher.

Kranicheltern gehen gemeinsam mit ihren Nachkommen innerhalb des Revieres zur Nahrungssuche. Auch im Alter von sieben bis neun Wochen übergaben die Altvögel gelegentlich größere Beute an ihre Jungen. Es dürfte sich dann um kleine Wirbeltiere handeln. Durch das Spektiv wurde wiederholt die Übergabe von Kleinsäugetieren, vermutlich von Feldmäusen, registriert. Kleinere Nahrungstücke, z. B. Insekten, suchten und fingen die Jungen selbstständig.

Während der Nahrungssuche waren die einzelnen Familienmitglieder dicht beieinander. Bei Familien mit zwei Jungen führte meist je ein Altvogel einen der Nachkommen. Der mittlere Abstand zwischen Alt- und Jungvogel beträgt 4,8 m und zwischen den Eltern 12,1 m. Bei den Familien mit nur einem Nachkommen wurde das Junge von einem der beiden Altvögel betreut, während der Partner, meist das Männchen (s.o.), einen größeren Anteil für das Sichern aufwendete. Hier betrug der mittlere Abstand zwischen führendem Alt- und dem Jungvogel 5,1 m, zwischen nicht führendem Alt- und dem Jungvogel 7,4 m und zwischen den Eltern 9 m. Der Unterschied im mittleren Abstand zwischen Alt- und Jungvogel bei Familien mit einem bzw. zwei Jungen ist nicht signifikant (Mann-Whitney U-Test, $U_{12,10} = 43,5$; $p = 0,28$). Der durchschnittliche Abstand von Altvögeln Ad1 (Männchen) zu Jungvögeln J1 von Familien mit nur einem Jungen war mit 9,5 m größer als bei zwei Jungvögeln (= 5,1 m) (Mann-Whitney U-Test, $U_{11,11} = 33$; $p = 0,071$).

3.3 Überleben von Jungkranichen

Von 77 markierten Jungvögeln überlebten in den Jahren von 1995-1999 60 Vögel (77,9 %) die ersten sechs Monate nach dem Beringen, d.h. vom Zeitpunkt des Markierens im Juni bis zum Abzug ins Überwinterungsgebiet im Oktober/November. Bei 19 von 35 Paaren erfolgte nur jeweils in einem Jahr eine Beringung. Von 16 Paaren konnte der Nachwuchs auch in verschiedenen Reproduktionsperioden markiert werden. Dabei hatten 5 Paare zum Beringungszeitpunkt immer zwei, 3 Paare immer ein und 8 Paare entweder ein oder zwei Junge.

Der Vergleich unterschiedlicher Familiengrößen zeigt im Trend eine höhere Überlebenswahrscheinlichkeit der Nachkommen von Familien die ein Junges führten (84 %) im Vergleich zu Familien mit Geschwistern (75 %). Der Unterschied ist jedoch nicht signifikant ($\chi^2 = 0,01$, $p = 0,76$).

Der Reproduktionserfolg war jedoch bei Paaren mit zwei Jungen (1,32 Juv./BP), gemessen am Überleben der Nachkommen von Juni bis Oktober, höher als bei Paaren, die nur ein Junges (0,84 Juv./BP) führten ($\chi^2 = 0,03$, $p = 0,86$).

4. Diskussion

Die geringe Beobachtungszeit im Vergleich zur Gesamttrackingdauer der einzelnen Brutpaare (BP) spiegelt die verborgene Lebensweise jungeführender Kraniche im Brutrevier wider (vgl. Tab. 1). Die großen Unterschiede im Anteil der Sichtkontakte sind auf die Ausstattung der Reviere, vor allem im Relief und der Vegetation, zurückzuführen. In diesem Zusammenhang muss auch die unterschiedliche Nutzung verschiedener Habitattypen, z.B. Wiese oder Wald, in Verbindung mit der jeweiligen Nahrungsverfügbarkeit (NOWALD 1999a, NOWALD i. Druck) berücksichtigt werden. Bei Kranichfamilien, deren Nahrungsrevier sich überwiegend in Grünlandbereichen befindet, wie etwa bei den BP Darzer oder Daschower Moor (NOWALD i. Vorb.), sind häufigere Sichtkontakte wahrscheinlicher als bei Familien, die vor allem Waldbereiche (BP Hof Grabow) nach Nahrung absuchen.

Wird ein bestimmtes Gebiet durch charakteristische Verhaltensmuster gegen Eindringlinge abgegrenzt, spricht man von einem Revier oder Territorium (BEGON et al. 1998). Kranichfamilien beanspruchen feste Reviere, die gegen Artgenossen behauptet werden. Gegenüber benachbarten Paaren kommt es, zumindest zur Zeit des Führens der Jungen, vermutlich aus energetischen Gründen nur zu einer Art "Kommentkampf", welcher durch Imponierverhalten und Drohen gekennzeichnet ist. Die Körperhaltungen des agonistischen Verhaltens sind bei MASATOMI & KITAGAWA (1975) für den Mandschurenkranich detailliert beschrieben worden. Teilweise durchschneiden Reviergrenzen homogene Grünlandflächen, so dass Geländemarken nicht in allen Fällen die Grenzlinie definieren. Da Kraniche jährlich zum gleichen Neststandort zurückkehren (eig. Beobachtungen anhand markierter Kraniche, mdl. Mitt. Mewes) ist wahrscheinlich, dass die Altvögel einander gut kennen und Revierstreitigkeiten daher unbedeutend sind. Eventuell liegen sogar verwandtschaftliche Beziehungen vor. 1996 wurde ein mauserndes Männchen gefangen und besendert, welches bereits 1989 als Jungvogel nur gut einen Kilometer entfernt beringt worden war. Es hatte mit seiner Partnerin in der Nachbarschaft ein eigenes Revier besetzt und führte zwei Junge. Immature und nicht verpaarte Kraniche, die noch kein eigenes Revier besitzen, werden angegriffen und verjagt, so dass sie sich nicht im Revier etablieren können (Tab. 2). Rehe werden in unmittelbarer Nähe geduldet, Rindern weichen die Vögel aus. Eventuell wurden die Kraniche zu früherer Zeit von Jungbullen oder Mutterkühen attackiert.

Bei der Jungenaufzucht entstehen den Altvögeln Aufwendungen durch erhöhte Wachsamkeit, Revierverteidigung sowie Zeitaufwand für die Nahrungssuche und das Komfortverhalten (vgl. Abb. 1, 2). Im Durchschnitt sicherten die Eltern 39,6 % der Zeit, während immature Kraniche und Altvögel ohne Junge (Übersommerer) in Fressgemeinschaften im Sommer nur 10 % (Abb. 4, vgl. WILKENING 1999) wachen. Nach TACHA (1988) sicherten im Winter und Frühjahr Familien des Kanadakranichs mit Nachwuchs doppelt so häufig wie Altvögel ohne Junge. Die Nachkommen profitieren von den Leistungen ihrer Eltern. Sie können mit äußerst geringem Aufwand für das Sichern überwiegend nach Nahrung suchen (Abb. 1, 2) und so eine geringere Aufnahmerate kompensieren (vgl. EGUSHI et al. 1987, ALONSO & ALONSO 1993). Ob sich die Investition der Altvögel negativ auf ihre Kondition auswirkt, ist nicht bekannt. Eine kontinuierliche Kontrolle der Körpermasse, die z. B. eine Gewichtsabnahme bei den Eltern im Frühsommer dokumentieren könnte, erfolgte bisher nicht (vgl. GOLET et al. 1998). Denkbar wäre in diesem Zusammenhang eine "Kompensationsvorleistung" vor der Fortpflanzungs- und Aufzuchtphase durch den Aufbau entsprechender Fett- und Proteindepots, von denen die Altvögel dann zehren könnten (vgl. RAVELING 1979). Schon während der Frühjahrsrast nehmen skandinavische Kraniche in der bedeutendsten Rastregion Zentraleuropas, der Bock-Rügen-Region, vermutlich physiologisch maximal mögliche Nahrungsmengen von durchschnittlich 300 g Weizen täglich auf (NOWALD 1999b). Geschlechtsspezifische Unterschiede sind nicht bekannt. Beim Kanadakranich fressen Weibchen im Brutgebiet vor der Eiablage länger als ihre Männchen, die mehr Zeit in das Sichern investieren (Fox 1995).

Abb. 4: Zeitanteile für verschiedene Verhaltensweisen bei Familien mit einem oder zwei Jungen und Übersommerern (Übersommerer nach Wilkening 1999).



Die Zeiteinbußen beim Komfortverhalten der Altvögel sind erheblich. Im Durchschnitt putzen sich die Eltern nur 10 % (BP mit 1 Juv.) bzw. 5,8 % (BP mit 2 Juv.) der Zeit, während Altvögel ohne Junge (Übersommerer) in Fressgemeinschaften nach FICHTNER (1997) in den Monaten Juni und Juli durchschnittlich 22 % der Zeit investierten. WILKENING (1999) ermittelte an einem Junggesellentrupp im Sommer 17% Komfortverhalten. ALONSO et al. (1986) ermittelten im Winter für Paare mit Jungen einen Wert von 10 %, für Altvögel ohne Junge waren es 15 %. LAZARUS UND INGLIS (1978) wiesen bei der Kurzschnabelgans *Anser brachyrhynchus* auf einen verminderten Zeitaufwand für Komfortverhalten bei Paaren mit Jungen hin.

Anders als bei typischen Nestflüchtern, bei denen die Jungen selbständig Nahrung suchen, werden junge Kraniche zumindest in der ersten Zeit intensiv gefüttert. Die Häufigkeit der „Nahrungsbettellaute“ (nach ARCHIBALD 1975 in PRANGE 1989) nimmt wie die Intensität des Fütterns mit zunehmendem Alter der Jungen ab.

Der große Anteil für das Fressen bei den Altvögeln des BP Darzer Moor 1998 (I) ist vermutlich darauf zurückzuführen, dass der Jungvogel aufgrund seiner bereits erlangten Flugfähigkeit nicht mehr so stark durch Prädatoren gefährdet war. Konditionsdefizite der Altvögel könnten dann durch erhöhte Nahrungsaufnahme, als Folge des geringeren Aufwands für das Sichern, kompensiert werden. Mit zunehmendem Alter erlangt der Nachwuchs immer mehr Erfahrung und Selbständigkeit. Der Aufwand für die Eltern wird damit geringer. Im Überwinterungsgebiet ist der Unterschied zwischen Alt- und Jungvögeln im Fressen mit 52 % zu 68 % (ALONSO et al. 1986) nicht mehr so auffällig wie im Brutgebiet mit 43% zu 68 %.

Bei der Nahrungssuche befinden sich die Männchen unabhängig von der Familiengröße ähnlich nahe bei ihren Nachkommen wie die Weibchen. Durch die gemeinsame Nahrungssuche des Familienverbandes erwerben die Jungen Kenntnisse über das Beutespektrum und die günstigste Suchstrategie. Denkbar wäre auch eine im Revier räumlich verteilte Familie, um so eine mögliche Nahrungskonkurrenz zu vermeiden. Bei zwei Jungen führte jedoch je ein Altvogel einen Nachkommen.

Der Abstand zwischen den Altvögeln ist mit durchschnittlich 12,1 m sehr gering. Das Weibchen profitiert auf diese Weise vom verstärktem Sichern des Männchens (vgl. Abb. 3). TACHA (1988) und LAMPRECHT (1986) belegen ebenfalls ein häufigeres Aufmerken jungeführender männlicher Kanadakraiche und Streifengänse (*Anser indicus*) im Vergleich zu Männchen ohne Junge. Außerdem kann bei Begegnung mit einem Predator das Weibchen die Jungen zu einem sicheren Ort führen, während das etwas größere Männchen verleitet, droht bzw. angreift. Nach HARTUP & HORWICH (1994) nehmen die Männchen des Weißnackenkranichs in den ersten beiden Wochen nach dem Schlupf der jungen Kanadakraiche insbesondere Sicherungsaufgaben wahr, während die Weibchen häufiger die Jungen füttern. Später gleicht sich das Verhalten beider Geschlechter an.

Im Überwinterungsgebiet oder während der Frühjahrsrast bilden Kraniche größere Fress- und Schlafgemeinschaften. Dann übernehmen vermutlich Männchen wieder vermehrt Sicherungsaufgaben. Beim Kanadakraich sichern sie dreimal so häufig und sind dreimal so häufig an aggressiven innerartlichen Auseinandersetzungen beteiligt wie die Weibchen (TACHA 1988).

Da 92,3 % der Kraniche in Deutschland ein Zweiergelege haben und nur 6,2 % der Paare ein Ei legen (MEWES 1995), muss trotz des vergleichsweise größeren Aufwandes während der Jungenaufzucht (Abb. 1, 2) ein Selektionsvorteil bei zwei Nachkommen vorhanden sein. Ein Dreiergelege stellt ein außergewöhnliches Ereignis dar (1,5 %), ein sicherer Nachweis einer Familie mit drei flüggen Jungen ist nicht erbracht. So liegen nur wenige Beobachtungen vor, dass Familienverbände mit -

vermutlich - drei Jungen an einem Rastplatz eintrafen (mdl. Mitt. A. LEITO, S. RÖPER, eig. Beob.). Diese Familienverbände befanden sich mit Ausnahme einer Gruppe immer inmitten großer Freißgemeinschaften. Hier stellt sich auch die Frage, wie die Verteilung der drei Jungvögel auf die Eltern erfolgen würde, da die Altvögel in der Regel nur je ein Junges führen. Wäre das Führen von zwei Nachkommen durch einen Altvogel ebenso erfolgreich wie das Betreuen eines Jungvogels, könnte dieses Verhalten häufig bei Familien mit zwei Jungen beobachtet werden. Vermutlich ist die Nahrungskonkurrenz zwischen den Geschwistern so ausgeprägt, dass die Überlebenswahrscheinlichkeit des weniger dominanten Jungvogels dann sinken würde. Diese Annahme würde auch erklären, dass sich die Männchen an der Aufzucht beteiligen. Das Weibchen allein könnte demnach nur ein Junges mit einer vermutlich geringeren Überlebenswahrscheinlichkeit (vgl. SCHNEIDER & LAMPRECHT 1990) betreuen. Beteiligt sich das Männchen zusätzlich, können zwei Nachkommen aufgezogen werden. Der Fitnessgewinn für das Männchen dürfte so größer sein, als wenn es nach einem weiteren unverpaarten Weibchen suchen würde, zumal die Siedlungsdichte des Kranichs stark von der Zahl geeigneter Brutreviere abhängt. So ist die Siedlungsdichte selbst bei einer günstigen Landschaftsausstattung vergleichsweise gering, z. B. 2,0 BP/100 km² in Brandenburg (MEWES 1996). Lokal kann es zu sehr hohen Siedlungsdichten kommen, z. B. bis zu 35 BP/100 km² auf der Mecklenburgischen Seenplatte. Hier ist dann allerdings vermutlich die Kapazitätsgrenze erreicht. So ist die Chance, sich erneut erfolgreich zu verpaaren, äußerst gering. Fraglich ist ebenfalls, ob ein Weibchen allein in der Lage ist, ein Revier und ein Junges zu verteidigen. Die lebenslange Einehe, wie sie beim Kranich bestehen soll (PRANGE 1989), und die Brutortstreue (vgl. LITTLEFIELD 1995a) sind so zu erklären, zumal Weibchen aufgrund der Beteiligung der Männchen bei der Jungenaufzucht vermutlich schneller ihre Investition in die Gelegeproduktion kompensieren können (vgl. DITTAMI 1981, THOMPSON & RAVELING 1987, FOX 1995). Der Verlust oder Wechsel des Partners vermindert den lebenslangen Reproduktionserfolg (OWEN et al. 1987, SCOTT 1988, OWEN & BLACK 1989a). Bei mit Sendern markierten Kanadakranichen kam es nach einem erfolglosen Brutversuch bei zwei benachbarten Paaren zum Partnerwechsel (mdl. Mitt. J. BARZEN). Von einem möglichen Partnerwechsel beim Graukranich berichten auch ALONSO & ALONSO (1999) aufgrund von Beobachtungen an farbberingten Kranichen im Überwinterungsgebiet.

Die Überlebenswahrscheinlichkeit von Jungkranichen vom Zeitpunkt des Markierens im Juni bis zum Abzug in das Überwinterungsgebiet im Oktober/November liegt in dieser Untersuchung bei 77,9 %. NOWALD et al. (1996) geben diesen Wert mit etwa 80 % an. Die meisten Verluste bis zum Erreichen der Flugfähigkeit sind vermutlich auf Nahrungsdefizite und ihre Folgeerscheinungen sowie auf Füchse zurückzuführen. Die ersten sechs Monate nach dem Beringen überlebten verhältnismäßig mehr Junge - wenn auch nicht signifikant - von Familien mit nur einem Nachkommen. Die Betreuungsintensität nur eines Jungvogels durch beide Eltern ist bei vergleichsweise geringerem Aufwand für jeden Altvogel höher. Das dürfte sich positiv auf die

Wachstumsgeschwindigkeit und die Körpermasse des Jungen auswirken. Damit steigen dessen Überlebenschancen (OWEN & BLACK 1989b).

Der Vergleich zwischen Familien mit einem und zwei Nachkommen zeigt, dass Geschwister mehr Zeit für die Nahrungssuche benötigen (s. Abb. 2), ebenso ist der Aufwand der Altvögel größer. Ein Zweiergelege scheint hinsichtlich des lebenslangen Reproduktionserfolges (vgl. PARTRIDGE 1989) die optimale Gelegegröße darzustellen. Lediglich drei Paare hatten in den Folgejahren nur je ein Junges. Da im Rahmen der Vorbereitung für die Beringungsaktion nicht von allen Paaren das Gelege gefunden wurde, ist von Jungenverlusten bereits im Zeitraum zwischen Schlupf und Beringung auszugehen. Unterschiede in der Gelegegröße bzw. im Bruterfolg sind u.a. auf die individuellen Voraussetzungen der Altvögel zurückzuführen. Größere Weibchen produzieren schwerere Eier. Deren Nachkommen haben eine höhere Überlebenschance (MILLS 1979, CLUTTON-BROCK 1988). Junge unerfahrene Paare haben meist einen geringeren Erfolg (OLLASON & DUNNET 1988, SCOTT 1988, WOOLLER et al. 1989, BRIED & JOUVENTIN 1999). Die aktuellen Wetterbedingungen und das damit in Beziehung stehende Nahrungsangebot müssten sich auf alle Paare im Untersuchungsgebiet ähnlich auswirken. Dominante Altvögel besetzen anscheinend Reviere von "besserer Qualität" (vgl. CLUTTON-BROCK 1988, PARTRIDGE 1989), z. B. mit stabilem Wasserstand. Sie haben größere Chancen, jährlich zwei Nachkommen aufzuziehen.

Ein Anwachsen der Gelegegröße kann jedoch negative Auswirkungen auf den Fortpflanzungserfolg in kommenden Jahren haben (PARTRIDGE 1989). Die Aufzucht von zwei Jungvögeln dürfte die obere Schwelle für die möglichen Investitionen der Altvögel beim Wachen und für die verringerte Nahrungsaufnahme (Abb. 2) darstellen. Zumindest wird kein evolutiver Vorteil im Sinne des lebenslangen Reproduktionserfolges vorhanden sein, drei Nachkommen zu erzeugen. Anders als bei Arten mit altruistischem Verhalten (STEARNS 1992) bringt eine größere Zahl von Jungen bei Kranichen keinen Gewinn, da die Nachkommen teilweise bereits vor dem nächsten Frühjahrszug, im Überwinterungsgebiet (ALONSO et al. 1984), spätestens aber beim Eintreffen im Brutrevier von den Eltern verdrängt werden. LOONEN et al. (1997) zeigten, dass bei Nonnengänsen das Wachstum der Gössel direkt von der Familiengröße abhängt. Ein höheres Gewicht der Jungvögel bei größeren Familien erhöht deren Überlebenschance auf dem Herbstzug (LOONEN 1997). Gleichzeitig wurden auch Vorteile der Altvögel von größeren Familien beschrieben, die aufgrund von Wettbewerbsvorteilen durch verstärktes agonistisches Verhalten mit ihren Jungen bessere Nahrungsplätze in Anspruch nehmen konnten (Gössel suchen allerdings von Beginn unter ständiger Betreuung Nahrung).

Konsequenzen für den Kranichschutz

Derzeit ist der Kranichbrutbestand in Nordostdeutschland stabil (NOWALD et al. 1998). Das Überleben der Population in der Kulturlandschaft ist nur mit einem entsprechenden Fortpflanzungserfolg gesichert. Eine zu geringe Fortpflanzungsrate kann zu einer Bestandsabnahme führen (vgl. LITTLEFIELD 1995b). Junge Kraniche

müssen einen wesentlichen Teil des Tages fressen (Abb.1, 2), um den Energiebedarf für ein schnelles Wachstum sicherzustellen. Bei einer negativen Energiebilanz aufgrund zu vieler Störreize können die Erfolge bei der Jungenaufzucht sinken. Schutzbestimmungen, z. B. die Horstschutzrichtlinien Mecklenburg-Vorpommerns und Brandenburgs, sind daher unbedingt einzuhalten und sollten auch in den anderen Bundesländern eingeführt werden.

Im Rahmen des Monitorings durch die Mitarbeiter der Arbeitsgemeinschaft Kranichschutz Deutschland werden die Neststandorte von Brutpaaren den Unteren und Oberen Naturschutzbehörden der Länder mitgeteilt. In der Landschaftsplanung ist vor allem in Räumen mit einer hohen Siedlungsdichte des Kranichs auf eine stärkere Bebauung (z. B. mit Windkraftanlagen) oder Zerschneidung durch weitere Verkehrswege und Energieleitungen zu verzichten.

Zusammenfassung

Junge Graukraniche haben einen weniger guten Jagderfolg bzw. eine geringere Rate bei der Nahrungsaufnahme als Altvögel. Dieses Defizit sollte durch die elterliche Investition bei der Jungenaufzucht kompensiert werden. Untersuchungen zum Zeitbudget und zum Aufwand aus dem Brutgebiet fehlen bisher. Mit Hilfe markierter Jungkraniche (Farbringe, Sender) wurde das Verhalten der Eltern und ihrer Nachkommen erfasst, um die Investitionen in Beziehung zum Reproduktionserfolg zu analysieren.

Die Eltern sicherten mit 39,6 % fast viermal so häufig wie Altvögel ohne Junge (Übersommerer). Bei Paaren mit zwei Nachkommen waren diese Aufwendungen höher als bei Paaren mit nur einem Jungvogel. Das Weibchen profitierte vom verstärkten Sichern des Männchens (Männchen: Ø 43,9 %, Weibchen Ø 35,3 %) und konnte so vermutlich schneller seine Investition in die Gelegeproduktion ausgleichen. Die Revierverteidigung bzw. Feindabwehr übernahmen meist die Männchen. Die Beteiligung des Männchens förderte den Aufzuchterfolg, der auf zwei Junge begrenzt ist.

Die Jungen profitierten von den Leistungen ihrer Eltern. Sie konnten mit geringem Sicherungsaufwand (11,9 %) Nahrung suchen (67,7 %, Eltern 42,8 %) und so ihre geringere Aufnahmezeit kompensieren.

77,9 % der Jungkraniche überlebten vom Zeitpunkt des Markierens im Juni bis zum Abzug ins Überwinterungsgebiet im Oktober/November (84 % der Einzeljungen und 75 % bei Familien mit zwei Nachkommen).

Junge Kraniche müssen einen wesentlichen Teil des Tages Nahrung aufnehmen, um den Energiebedarf für ein schnelles Wachstum sicherzustellen. Bei einer negativen Energiebilanz aufgrund zu vieler Störreize können die Erfolge bei der Jungenaufzucht sinken. Im Rahmen der Landschaftsplanung ist vor allem in Räumen mit einer hohen

Siedlungsdichte des Kranichs auf eine stärkere Bebauung (z. B. mit Windkraftanlagen) oder Zerschneidung durch weitere Verkehrswege und Energieleitungen zu verzichten.

Dank

Für die Hilfe bei der ethologischen Datenaufnahme im Rahmen des Projektes "Raumnutzung von Kranichfamilien im Brutgebiet" in den Jahren 1995 bis 1998 möchte ich insbesondere Thomas Fichtner, Volker Günther, Patrick Leopold, Esther Ludwig, Simone Röper, Tanja Schulmeyer und Christian Weuler danken.

Eine Teilfinanzierung erfolgte durch einen Werkvertrag im Auftrag des Ministeriums für Landwirtschaft und Naturschutz Mecklenburg-Vorpommern. An dieser Stelle sei Dr. Wolfgang Mewes und Dr. Horst Zimmermann herzlichst gedankt.

Mein besonderer Dank gilt Simone Röper, die einen Großteil der Daten aus dem Feldprotokoll in auswertbare Dateien auf den PC übertrug, Dr. Heinz Düttmann, Georg Grothe und Dr. Ekkehard Spilling, die bei statistischen Fragen berieten, sowie Prof. Dr. Hans-Heiner Bergmann, Prof. Dr. Hartwig Prange und den Gutachtern Prof. E. Curio und einem anonymen Gutachter für hilfreiche Hinweise zum Manuskript.

Die hier vorgestellten Ergebnisse entstanden im Rahmen eines Projektes von Kranichschutz Deutschland, einer Arbeitsgemeinschaft des Naturschutzbundes Deutschland (NABU) e. V., der Umweltstiftung WWF-Deutschland und der Lufthansa Umweltförderung.

Activity and movements of Common Crane (*Grus grus*) families in their breeding territories

Nowald, G., Fichtner, T., S. Röper & V. Günther

Crane Information Center (Kranich-Informationszentrum), Lindenstraße 27,
D - 18445 Groß Mohrdorf, Germany, Gruidae@aol.com

Keywords: diurnal and nocturnal activity, daily movements, influence of sunrise and sunset, disturbance, anti-predator strategy

Abstract

During the chick-rearing period, Common Crane parents invest relatively more time in vigilance and relatively less time in feeding. In contrast, the young have a lower feeding success rate and need high quantities of food. In view of their foraging efficiency and predation risks, cranes should adapt their behavioural strategies and activity patterns to optimal time periods in the day. Working with data on young cranes marked with colour rings and radio transmitters, we analysed diurnal activity and movements of Common Crane families in their breeding territories in the years 1995-2001 in northeast Germany and in northern Sweden.

On average Common Cranes were active for 15 h 42 min (12 min before sunrise up to 51 min before sunset) in Germany and 14 h 4 min in Sweden. We assumed that the frequency of human disturbances was much higher in Germany than in Sweden, and that therefore crane families had to compensate for feeding time deficits due to these impacts. We found a low correlation between the beginning of activity and sunrise, but no correlation between the end of activity and sunset.

When young cranes were still flightless, families moved on average 14.2 km (max = 27.6 km) daily. This distance did not differ significantly between families with one or two young. Common Cranes spent the whole night at the breeding or resting site and performed no measurable locomotion.

Common Crane families in breeding territories in northeastern Germany fed mostly on beetles, grasshoppers, and caterpillars, as well as seeds of barley and wheat. The availability of these food items probably did not differ greatly between day and night. Grasshoppers and caterpillars are active both during the day and night in central Europe. The species of beetles found most frequently in the food of cranes in northeastern Germany were more active at night. Nevertheless the cranes did not feed during the night.

Common Cranes thus appear to adapt their behaviour during the chick-rearing period, remaining active throughout the day in order to maximize foraging success and avoid

predators. This tendency to avoid nocturnal activities (with the exception of migrating during the night) should have a positive effect on the lifetime reproductive success of cranes.

During the chick-rearing period, the time budget of crane families allows little room for adaptation to ensure successful reproduction. If the frequency of human disturbance in Germany should increase, families will lose time for feeding. Because they avoid nocturnal activity at this time, they probably would not be able to compensate for the loss of feeding time and reproductive success could decline.

1. Introduction

In many bird species, the time of day and length of the light phase are known to have a significant influence on avian activity and behavior (e.g. GASTON & NASCI 1989; HAFTORN 1994; HÖTKER 1995, 1999; MARQUISS & DUNCAN 1994; NOWALD 1994; FITZPATRICK 1997; SANIGA 1998; WEBB-PULLMAN & ELGAR 1998; MOUGEOT & BRETAGNOLLE 2000). To maximize adult lifetime reproduction success and the survival of young, Common Crane families must adapt their diurnal activity patterns. Foraging efficiency and predation avoidance strategies change in response to favourable time periods of the day. During the chick-rearing period, Common Crane parents invest relatively more time in vigilance and relatively less time in feeding. The young profit from parental care and feed most of the daytime (NOWALD 2001), but their feeding success is lower than that of adults (ALONSO & ALONSO 1993) and they require high quantities of food to grow.

In this study we analysed the influence of sunrise, sunset, and the number of offspring on the activity pattern of Common Crane families in their breeding territories in northeastern Germany, using radio tracking and observations of total daily activity time. We determined the distance families moved within their territories and the daily patterns of these movements. We investigated whether crane families were active only during the daytime or also by night to compensate for the lower feeding success of their offspring or for lost time due to human disturbances during the day. We compared total daily activity time with preliminary results from a similar study of undisturbed Common Crane families in northern Sweden. Understanding the effects of disturbance is critical to crane protection and conservation efforts in central Europe.

2. Study area and Methods

We marked young cranes in breeding territories located close to the gathering and staging regions "Nature Reserve Langenhägener Seewiesen" (53° 35' N, 12° 03' E) and "Bock-Rügen area" (54° 26' N, 13° 22' E) in Mecklenburg-Vorpommern,

northeastern Germany. The landscape comprises large agricultural fields and meadows, forests with wet alder (*Alnus glutinosa*) swamps, lakes, and bogs. The wetland area "Langenhägener Seewiesen" was re-established in 1989 after several years of drainage (NOWALD & MEWES 1996). The "Bock-Rügen area" is one of the most important crane staging areas on the western flyway in central Europe (NOWALD et al. 2001). It is in a much more intensively farmed region than the "Nature Reserve Langenhägener Seewiesen."

The study area in northeastern Sweden is located along the coast of the Bothnian Bay in Västerbotten (63°50' N, 20°00' E). The landscape is characterized by large bogs and spruce (*Picea abies*) forests, and includes many fairly nutrient-poor lakes, infrequent small meadows, and agricultural fields.

We marked five-to-eight-week-old crane chicks from 14 Common Crane families in Germany in the years 1995-2001, and from 3 Common Crane families in northern Sweden in 2001, with colour rings and Biotrack TW3 backpack or leg-mount radiotransmitters (weighting respectively 65 g and 30 g). The battery lifetime of four years (two years in leg-mount transmitters) also allowed us to locate the birds at their gathering sites, during migration at resting areas, and at their wintering grounds in subsequent years. We captured the cranes by hand after hiding in the vegetation cover and carefully approaching the families. The birds were released immediately after marking. For additional details on capture and marking methods see NOWALD et al. (1996).

One week after marking we began to locate the radio-tagged cranes applying the method of Null-Peak-Location. We tracked them every five minutes simultaneously (radio controlled clocks) from two fixed antenna stations. As a rule we tracked every family for three successive days from sunrise to sunset and, in addition, hourly up to one hour after midnight at least. If cranes were active before sunrise or after sunset we adapted the tracking time to the time of activity of the birds. Distances to the cranes were usually one or two kilometres. For radio-tracking details see NOWALD (1999).

The tracking data were analysed using "Tracker 1.1" software from Radio Location Systems, Sweden. In the simulation mode it is possible to follow the movements of the cranes on the monitor. Using a scanned map or an aerial photo, we plotted crane locations in five-minute intervals to determine the time of leaving and entering the sleeping place, to look for movements, and to identify periods without locomotion during the day and night. Distances were calculated using the distance mode of "Tracker." In this study we defined activity as locomotion because we had no visual contact with the birds during the night. If we did not record locomotion after at least 15 minutes, we defined these phases as "periods without locomotion" (PWL).

In this study we define disturbance as occurrence where Common Crane families left or avoided parts of their territory. Territories were presently classified as disturbed by existence of such human activities which appeared for longer time periods like

harvesting. Meadows for example were cutted in the first step. The next days the hay was turned and finally it was deposited. These human activities has taken several days in comparison to short term influences on habitat use, e. g. by aircrafts (pers. comm.). To calculate the duration of activity of families in disturbed territories, we also used data for days in which we did not record the absolute beginning or end of crane activities. The activity time for those days could be longer; nevertheless, we found significant differences within undisturbed territories (see results).

3. Results

3.1 Diurnal activity

In Germany, the cranes were active during on average 15 h 42 min ($n = 10$; median = 15 h 47.5 min; minimum = 14 h 35 min; maximum = 16 h 45 min) per day. The durations of activity of families with one or two young did not differ significantly (Wilcoxon-Mann-Whitney U-Test, $U_{5.5}=5.5$; $z=-1.47$; $p=0.144$). On the other hand, comparison of the activity durations of families in disturbed and undisturbed territories showed significant differences (Wilcoxon-Mann-Whitney U-Test, $U_{10.8}=0$; $z=-3.56$; $p=0.0004$). In disturbed territories cranes were active on average 16 h 35 min (on undisturbed territories 15 h 20 min, Fig. 1).

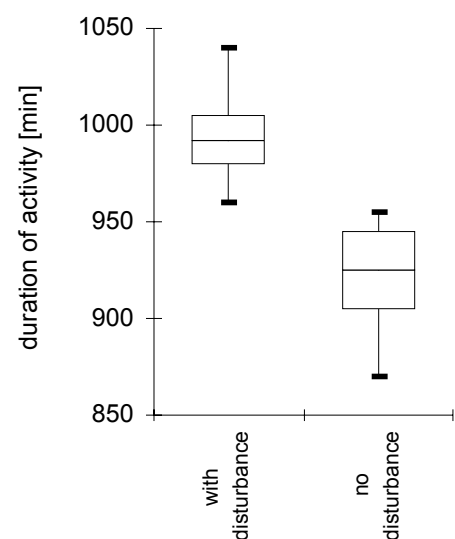


Fig. 1: Activity durations of crane families in Germany in disturbed and undisturbed territories ($n = 10, 9$; the box & whisker plots indicating extreme values, median and, respectively, 25% 75% percentiles).

In contrast to Common Crane families in northeastern Germany, the three crane families in northern Sweden were active on average 14 h 4 min despite the longer period of daylight ($n = 6$). The daily activity duration of the crane families in Germany and in Sweden differed significantly (Wilcoxon-Mann-Whitney U-Test, $U_{10.6}=9.5$; $z=-2.22$; $p=0.026$), but we found no significant difference in the activity duration of the German crane families without disturbances and those studied in Sweden (Wilcoxon-Mann-Whitney U-Test, $U_{8.6}=13.5$; $z=-1.36$; $p=0.18$).

The Common Crane families in Germany became active on average 12 min (Fig. 2; median = 8 min) before sunrise, and ended 51 min before sunset (median = 53 min). We found a significant relation between the beginning of activity and sunrise ($n=18$ days; $r_s=0.58$; $t=2.86$; $df=16$; $p=0.01$), but no correlation between the end of activity and sunset ($n=22$ days; $r_s=-0.08$; $t=-0.37$; $df=20$; $p=0.72$).

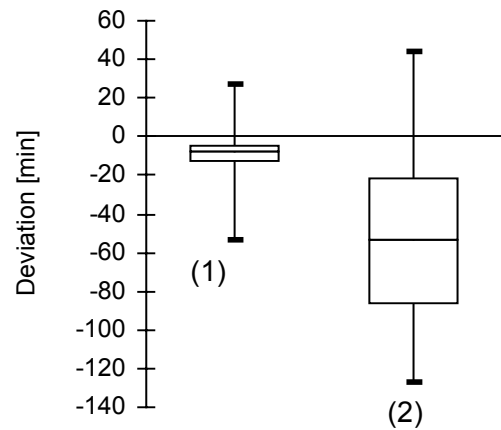


Fig. 2: Deviation in the beginning (1) and end (2) of activity of crane families in Germany from, respectively, sunrise and sunset ($n = 25, 28$; the box and whisker plots indicating extreme values, median and, respectively, 25% 75% percentiles).

The difference in the deviation between sunrise-to-start-of-activity and sunset-to-end-of-activity was significant (Wilcoxon-Mann-Whitney U-Test, $U_{25,28}=135.5$; $z=-3.82$; $p<0,001$). Four times the crane families in Germany were active up to 44 min after sunset.

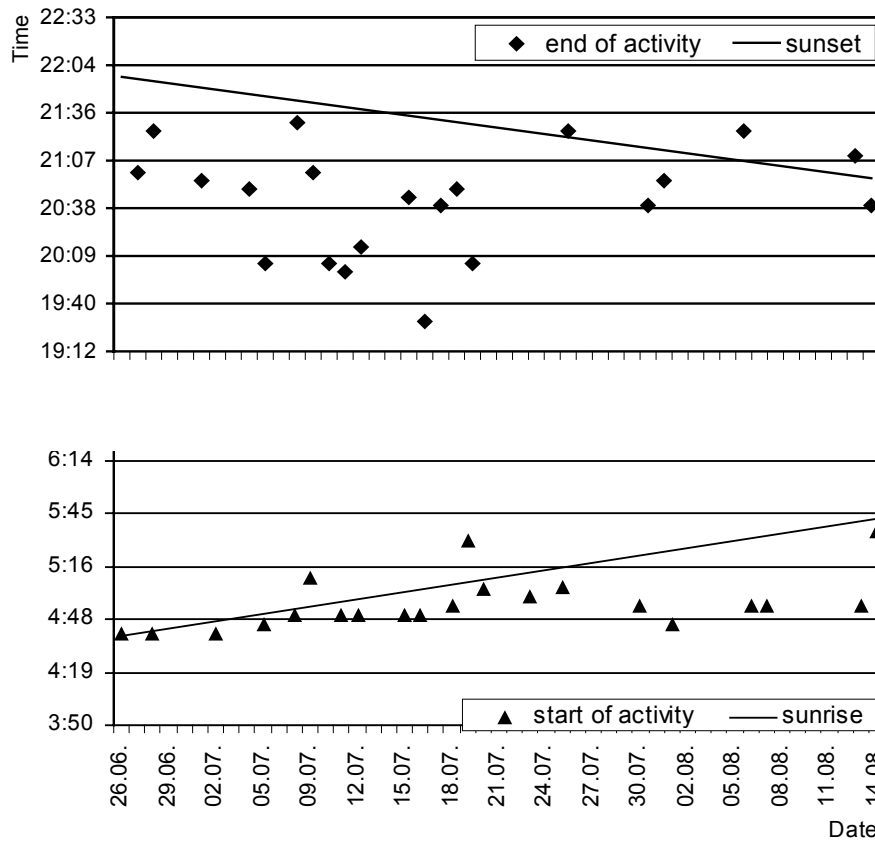


Fig. 3: Seasonal variation in the beginning and end of activity of Common Crane families in northeastern Germany in relation to sunrise and sunset.

The distribution of data points in Fig. 3 indicates that the duration of the total activity of German crane families did not change through the breeding season. However, in correlation to day-length, crane families in Germany moved to the sleeping place before sunset in June and the first two-thirds of July. Starting the last week of July, they also used time after sunset. However, during the chick-rearing period the crane families apparently require additional time regardless of sunlight.

3.2 Locomotion

In one family we found no periods without locomotion (PWL) during the daylight hours. Eleven families interrupted their locomotion activity during the daylight on 31 days (n = 49 days altogether). We analysed 1 PWL each at 15 days (2 PWL at 11 days, 3 PWL at 3 days, 4 PWL at 2 days). The maximum duration of PWL was 30 min (n = 6), the average duration of PWL was 21 min (n = 54). In the morning hours families showed less PWL than during the rest of the day (Fig. 4). The Chi²-test indicated significant differences (Chi²=12.5; df=2; p=0.002) in the frequency of PWL in the morning (0500-0955), around noon (1000-1455), and in the afternoon (1500-1955). In summary, crane families were moving more or less throughout the entire day.

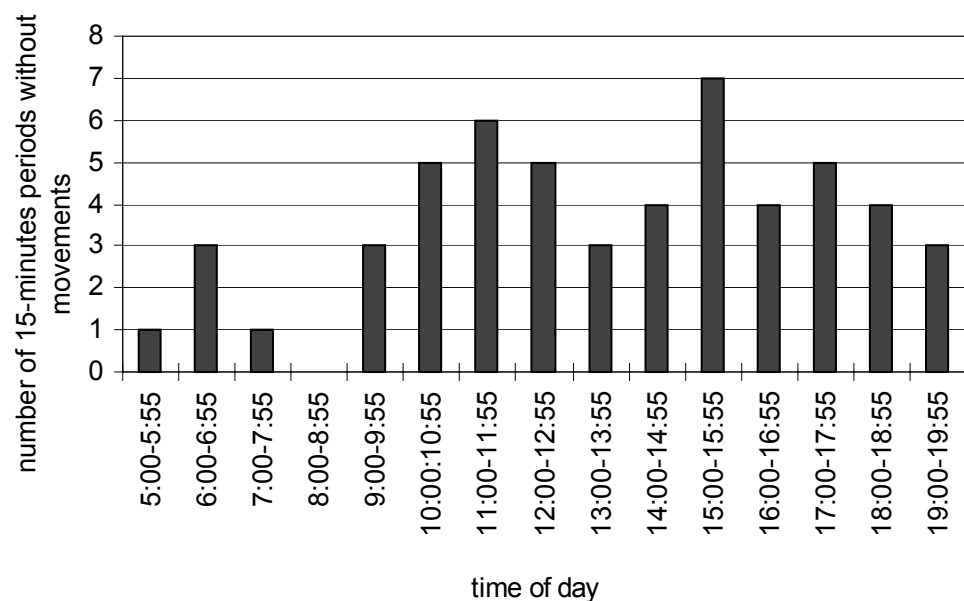


Fig. 4: Frequencies of periods without locomotion during daylight (n = 54).

Families moved an average distance of 14.2 km in their territories (n = 28; min = 7.8 km; max = 27.6 km). The daily distances covered by the families with one or two young did not differ significantly (Fig. 5; Wilcoxon-Mann-Whitney U-Test, $U_{16.12}=76.5$; $z=-0.906$; $p=0.365$). Analysis of locomotion distance during the morning (the first third of the cranes' daily activity), around noon (second third), and in the afternoon showed no significant differences (one-way-Anova: $F = 1.7$, $df = 2$, $p = 0.2$). The median distance

was 4.9 km in the morning, 4.45 km during midday, and 4.05 km in the afternoon (Fig. 6).

Fig. 5: Comparison of the daily distances of locomotion between families with one and two young ($n = 16, 12$; the box and whisker plots indicating extreme values, median and 25% and 75% percentiles respectively).

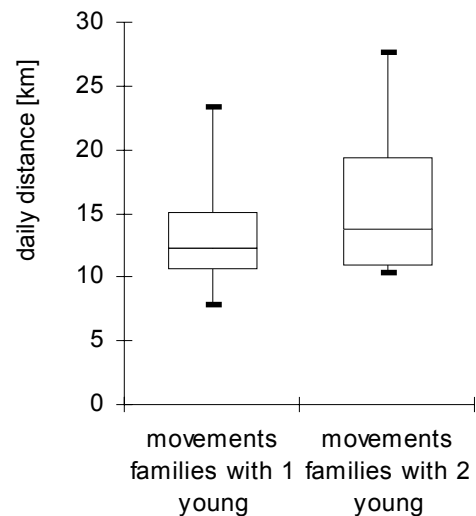
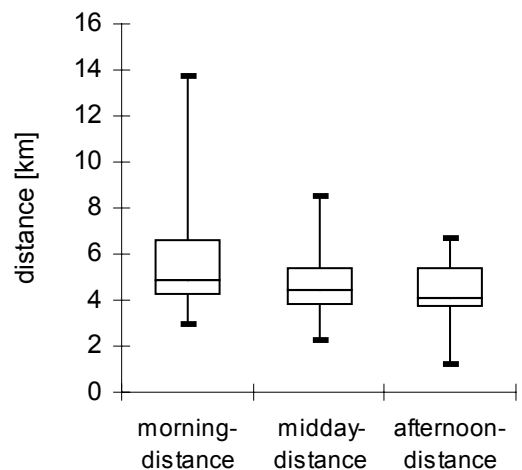


Fig. 6: Locomotion during the morning (first third of the daily crane activity), around noon (second third) and in the afternoon ($n = 10$, for each period; the box and whisker plots including extreme values, median and 25% respectively 75% percentile).



With the exception of two families, Common Cranes spent the entire night at the breeding place without measurable locomotion. Two pairs used for sleeping instead of the nesting site other wetlands within their territories after human disturbances at least for two nights each.

4. Discussion

The influence of light on activity varies in different bird species. During the chick-rearing period, the activity of Common Crane families in northeastern Germany was dependent on daylight, more or less from sunrise to sunset. By contrast, the activity patterns of Avocets (*Recurvirostra avosetta*) in the breeding season were essentially the same by day and at night, except during very dark nights (HÖTKER 1999). HÖTKER (1995) suggested that the activities of 11 bird species from the coastal area of Germany followed the same patterns during the day and night. However, nocturnal

activity was influenced by human artificial light. The time activity budgets showed a tidal rhythm on the Wadden Sea coast during the non-breeding season.

Light is probably the main factor accounting for the start of activity in Common Cranes as in other bird species (Fig. 2) (BERGMANN 1987; BEZZEL & PRINZINGER 1990). The length of daytime decreases throughout the summer, so that beginning in the third week of July, cranes had to use time before sunrise and after sunset (Fig. 3). The crane families probably require additional time because juveniles have less foraging ability and a lower food intake rate than adults (ALONSO & ALONSO 1993), and so must feed most of the daytime (NOWALD 2001). In contrast to crane families in northeastern Germany, the daily activity time of families in northern Sweden was lower by about 10%, despite the longer period of daylight. Food availability was probably similar or less than in Germany, as indicated by the lower weight of the Swedish young cranes while caught. We assumed that the frequency of human disturbances was much higher in Germany than in Sweden, and that crane families therefore had to compensate for feeding time deficits due to human impact (pers. comm.). This could also explain why we did not find a variation in the distance covered (locomotion in the morning, mid-day, and afternoon) through the day by crane families in Germany, yet no significant difference in the activity duration of undisturbed German crane families and crane families in Sweden.

In comparison to crane families, nonbreeding cranes during the summer (WILKENING 1999) and cranes on migration (NOWALD 1994) were more active – especially feeding and walking – in the morning and afternoon, and less active in midday. Wintering cranes in Spain showed the typical double-peak pattern of feeding (ALONSO et al. 1986, ALONSO & ALONSO 1992), while feeding efforts of cranes in Portugal decreased only slightly between 1200 and 1400, probably as a result of low food availability (MELO et al. 1999).

In the Houbara Bustards *Chlamydotis undulata*, which showed also the double-peak pattern in feeding, the total activity during the day was not modified by daylength. Short days were compensated by a significantly increased activity per hour of light (JAQUET & LAUNAY 1997). Capercaillies *Tetrao urogallus* showed two conspicuous peaks only in the spring, summer and autumn seasons. During the winter they had to feed all the day because the change in the length of the day was the primary factor determining the beginning and the end of their daily activity over the course of a year (SANIGA 1998).

In addition to light and disturbance, other factors such as temperature fluctuation, food availability, or predation risk may influence the pattern of activity in cranes and other species. The daily activity pattern of Great Blue Herons (*Ardea herodias*) in different habitats could be explained by the difference in availability of certain prey items during the day and at night (MCNEIL et al. 1993). The herons adjust their foraging time according to the tidal cycle in coastal habitats. In nontidal areas, however, they were most active during the day.

Many authors have confirmed that in arctic regions the cycle of activity or physiological “clock” is still synchronized with the rotation of the earth (REMMERT 1980). In contrast to the cranes, which are active for only part of the day, many birds migrate to the high north and take advantage of a 24-hour day-length and high food availability (BERGMANN et al. 1994). A light-active organism in the Arctic can be active for a much longer period of time than in temperate latitudes. This pattern can be seen particularly clearly among species with a wide range distributions (REMMERT 1980). However, REMMERT (1980) pointed out that no comparative data are available to prove that arctic populations really do feed their young more frequently per 24 h than southern populations. Additionally, the available species of insects in the high Arctic were invariably smaller; therefore, it is questionable whether the portions received by the young birds are as large as they are further south. This could explain the lower weight of captured young cranes in northern Sweden in comparison to those in Germany. Thus, there is no definitive evidence to support the attractive hypothesis of the 24 h daylight advantage.

In northeastern Germany crane families in their breeding territories fed mostly on beetles, grasshoppers, and caterpillars, as well as seeds of barley and wheat (NOWALD & FLECKSTEIN 2001). The availability of these kinds of food was probably not significantly different between the day and night. Grasshoppers and caterpillars are active both during the day and at night in central Europe (CARTER & HARGREAVES 1987, INGRISCH & KÖHLER 1997). The species of beetles that are important in the diet of cranes in northeastern Germany are more active at night. For example, only 0-15% of the daily activity of *Pterostichus melanarius* and *Harpalus rufipes* occurs during the daytime; for *Carabus granulatus* and *H. aenus*, daytime activity accounts for 15-30% of total activity (THIELE 1990). Nevertheless, cranes did not feed during the night as do other species, e.g. Brant Geese (*Branta bernicla bernicla*) in their wintering sites on the north Norfolk coast (LANE & HASSALL 1996). However, Brant Geese are herbivores, and the predation risk in large wintering or resting flocks is less than for single birds. Some species, such as the Greylag Geese (*Anser anser*) or Wilson’s Plovers (*Charadrius wilsonia cinnamominus*) feed at night to avoid predation (THIBAUT & MCNEIL 1994, KAHLERT et al. 1996). Although their main prey was almost exclusively diurnal, Wilson’s Plovers foraged during the night to avoid diurnal aerial predators (THIBAUT & MCNEIL 1995).

Foxes (*Vulpes vulpes*) do hunt throughout the day in northeastern Germany (GÖRNER & HACKETHAL 1988). Crane families are probably better able to notice and avoid foxes during the day. They then spend the night in the safe nesting place, normally located in wetlands in their territory (NOWALD 1999). In Russia, cranes do not necessarily move to the nest by night (FLINT 1989). These cranes probably find in comparison to cranes in central Europe different wetlands within their territories.

Thus it seems that cranes have adapted their behaviour during the chick-rearing period, remaining active throughout the day in order to maximize foraging success and avoid predators. However, during migration and at wintering areas they are sometimes

active after sunset. Especially in November, cranes came to the sleeping places by night in the resting area Bock-Rügen, probably to compensate for the shorter daylight period (unpubl. data). At the wintering area Laguna de Gallocanta, Spain (ALONSO et al. 1985), the timing of roosting flights was correlated with the time of sunset. Any delay of the roosting time of the last flocks was almost exclusively determined by the amount of moonlight, while the average delay of the population increased throughout the entire lunar cycle (ALONSO et al. 1985). GAUTHIER et al. (1988) and LANE & HASSALL (1996) found no influence of moonlight on nocturnal feeding by Brent Geese or Snow Geese (*Anser caerulescens*). Nocturnal feeding by Brent Geese was significantly attributable to cold nights, when the geese compensated for low temperature through heat-generating activities. TACHA et al. (1987) analysed the diurnal (24 hours) time budgets of Sandhill Cranes (*Grus canadensis*) on wintering and spring migration staging areas. Sandhill Cranes averaged 95% of their nocturnal time resting and 5% in locomotive activities while wintering in Texas. At stopover areas in Nebraska and Saskatchewan, however, they spent 100% of their time resting.

The current study showed, in accordance with FLINT (1989) and MOLL (1994), that Common Crane families were active mostly during the daytime because of their visual abilities. Nevertheless they are also able to migrate during the night (e.g. PRANGE 1989). Similar phenomena occur when songbirds increase the nocturnal proportion of their activity during the migration season (REMMERT 1980). Cranes probably took advantage of tail wind conditions in these cases (KRAFT 1999). Especially in the spring, cranes will migrate during the night in order to reach their breeding area and occupy their own territories as early as possible. In addition, this increases the time available to rear young or to produce a second clutch if necessary. We assume that, in contrast to the avoiding of nocturnal activity in the breeding area, migrating during the night should have a positive effect on the lifetime reproductive success of cranes.

Conclusions for crane protection in Germany

During the chick-rearing period in breeding territories, crane families are at the time-limit for successful reproduction. Their time is tightly budgeted and leaves little room for compensation. So, the cranes are active throughout the day, with the same intensity of activity throughout the day. The time budget of crane families indicates that the young in particular must feed most of the daytime (NOWALD 2001). Under such conditions, the impact of additional changes in environmental factors can be disproportionate. A period of poor weather, for example, could have negative impacts on reproductive success; food items can become less available as invertebrates become passive.

Human disturbance is another environmental factor that can affect breeding success. If the frequency of human disturbances in Germany increases, e.g., due to more roads and traffic, crane families will lose feeding time. Because cranes avoid activity at night,

they probably would not be able to compensate for the loss of feeding time and reproductive success could decline. To ensure the long-term survival of crane populations in man-made landscapes, future planning efforts should seek to avoid intrusive new traffic structures, powerlines, or buildings (e.g., wind-power turbines), at least in areas of high crane density.

Zusammenfassung

Aktivitätsmuster und Laufstrecken von Kranichfamilien *Grus grus* in ihrem Brutrevier.

In den Jahren 1995 bis 2001 wurden in Nordostdeutschland und Nordschweden mit Hilfe der Radiotelemetrie Studien zu Aktivitätsmustern und Laufstrecken jungführender Kranichfamilien durchgeführt, um Verhaltensrhythmen und Habitatnutzung der Kraniche genauer zu untersuchen. Die ethologische Beobachtungen ergaben, dass Kranicheltern im Vergleich zu Altvögeln ohne Nachkommen weniger Zeit für den Nahrungserwerb, aber mehr Zeit für das Aufmerken investieren. Die Jungvögel sind bei der Nahrungssuche weniger erfolgreich und weisen geringere Nahrungsaufnahmeraten auf. Hinsichtlich eines effizienten Nahrungserwerbs und des Prädationsrisikos sollten Kranichfamilien insgesamt ihr Verhalten und ihre Aktivitäten an optimale Tageszeiten anpassen.

In Deutschland waren Kranichfamilien 15 Std 42 min aktiv (arithmetisches Mittel, $n = 10$; min = 14 Std 35 min; max = 16 Std 45 min; von 12 min vor Sonnenaufgang bis 51 min vor Sonnenuntergang), in Schweden 14 Std und 4 min. Die längere Aktivitätsdauer in Deutschland (U-Test, $U_{10,6}=9,5$; $z=-2,22$; $p=0,026$) war mit der vermutlich höheren Frequenz anthropogener Störreize zu erklären, um die Zeiteinbußen beim Nahrungserwerb zu kompensieren. Kranichfamilien waren in Deutschland signifikant länger aktiv, wenn in ihren Revieren langanhaltende Störreize, z. B. Erntearbeiten auftraten ($U_{10,8}=0$; $z=-3,56$; $p=0,0004$). Die tägliche Aktivitätsdauer von Familien mit einem oder zwei Jungen unterschieden sich nicht signifikant ($U_{5,5}=5,5$; $z=-1,47$; $p=0,144$). Der Aktivitätsbeginn bei den Kranichfamilien korrelierte schwach mit dem Sonnenaufgang ($n=18$ Tage; $r_s=0,58$; $p=0,01$), während zwischen dem Aktivitätsende und dem Sonnenuntergang kein Zusammenhang erkennbar war ($n=22$ Tage; $r_s=-0,08$; $p=0,72$).

Kranichfamilien legten mit ihren nicht flüggen Nachkommen täglich eine Strecke von 14,2 km zurück (arithmetisches Mittel; $n = 28$; min = 7,8 km; max = 27,6 km). Laufdistanzen von Familien mit einem oder zwei Jungen unterschieden sich nicht signifikant ($U_{16,12}=76,5$; $z=-0,906$; $p=0,365$). Die Nacht verbrachten die Vögel ohne

messbare Standortbewegungen an ihrem Brutplatz oder an einem anderen Schlafplatz innerhalb ihres Reviers.

Während der Jungenaufzucht nehmen Kraniche im Nordosten Deutschlands überwiegend Käfer und Schmetterlinge, deren Larven, Heuschrecken sowie Gersten- und Weizenkörner auf. Die Verfügbarkeit dieser Nahrung unterscheidet sich tags und nachts nicht wesentlich, denn die am meisten von Kranichfamilien erbeuteten Käferarten zeigen sogar nachts die größere Aktivität. Demnach nahmen die Vögel nachts keine Nahrung auf.

Die Tagesaktivität der Graukraniche ist eine Anpassung zur Minimierung des Prädationsrisikos und zur Optimierung des Erfolges beim Nahrungserwerb. Das Meiden nächtlicher Aktivitäten (mit Ausnahme des Zuges) dürfte einen positiven Effekt auf den lebenslangen Reproduktionserfolg haben.

Anthropogene Störreize wirken sich nachteilig auf den Reproduktionserfolg der Graukraniche aus, da die Vögel tagsüber zusätzliche Zeitverluste beim Nahrungserwerb kaum kompensieren können und eine Aktivitätsphase in der Nacht vermeiden.

Acknowledgements: We would like to thank Tanja Fleckstein, Anja Kluge, Patrik Leopold, Esther Ludwig, Patrik Neumann, Daniel Fernández Ortín, Karsten Peter, Moritz Rauch, Manfred Sommerfeld and Daniela Tiede, for field assistance; Dr. Curt Meine (International Crane Foundation, Wisconsin) for corrections of the English manuscript; and Prof. Javier Alonso, Dr. Juan Carlos Alonso, Prof. Hans-Heiner Bergmann, and Prof. Hartwig Prange for helpful comments on earlier manuscript versions. This study is a project of Crane Protection Germany (Kranichschutz Deutschland), a working group of the German Society for Nature Conservation (NABU), the World Wide Fund for Nature Germany (WWF), Lufthansa, and the Swedish Crane Working Group.

Nahrungsangebot und Nahrung von Kranichfamilien (*Grus grus*) in Brutrevieren Nordostdeutschlands

Günter Nowald und Tanja Fleckstein

Abstract: Nowald, G., & T. Fleckstein (2001): **Food availability and diet of Common Crane families (*Grus grus*) in northeast Germany during the rearing period.** Vogelwarte 41

As part of an international crane research project, we investigated food availability and diet of crane families in their breeding territories. In 1996 we determined the preferred feeding sites of six crane families by radio tracking. To analyze the availability of beetles and other invertebrates in these areas we used pitfall traps. Additional data on vegetation composition, earthworm densities, and faecal samples were collected. Analysis of 88 faecal samples revealed that the diet during the rearing period contained a higher proportion of animal food than did the winter diet. The volume of animal and vegetable remains in the faecal samples of the crane families differed significantly. Cranes fed predominantly on caterpillars (Lepidoptera, e. g. *Phytomera gamma*), grasshoppers (Saltatoria), and beetles (Coleoptera), with to a lesser degree on spiders (Araneida), bugs (Pentatomidae) and dipterans (Diptera). Remains of beetles (included *Pterostichus* spec., *Calathus* spec., *Poecilus* spec., *Carabus granulatus*, *Harpalus aeneus*, *H. rufipes* and *Silpha tristis*) were found in 62 samples (70 %). We found the following maxima: one faecal sample contained the remains of 34 caterpillars, another contained seven grasshoppers and another contained 18 beetles. Earthworms (Lumbricidae) could not be reliably identified in the faecal samples. One vomited sample consisted of 25 % Coleoptera remains (including: 2 x *Poecilus* spec., each 1 x *Patrobis* spec., *Harpalus* spec., *Propylaea quaturdecimpunctata*) and 75 % mammal hairs.

The largest proportion of vegetation food consisted of wheat grains (*Triticum* spp.; 62 - 198 seeds per faecal, using the countable part of wheat). Supplementary diet elements included seeds of different species (e.g. Blackberry *Rubus* spp.), green plant material, and small stones (gastroliths).

We found significant differences among crane territories in both the frequency of beetles in pitfall traps and the remains of beetles in faecal samples (as a percentage of volume). The composition of the diet in each crane family varied, apparently reflecting the availability of the potential foods in their respective territories. Cranes are omnivorous, opportunistically exploiting temporarily rich food supplies ("searching image").

In addition to ensuring a sufficiently high water level at the nesting site, successful conservation management for crane pairs should encourage the use of more natural farming techniques to ensure a better food supply in fields within crane territories.

This is a project of "Crane Protection Germany", a working group of the German Society for Nature Conservation (NABU), the World Wide Found for Nature (WWF) and Lufthansa.

Key words: Common Cranes (*Grus grus*), diet, food availability, food selection, omnivory, management.

Addresses: G. N., Kranich-Informationszentrum, Lindenstraße 27, D-18445 Groß Mohrdorf, T. F., Mathildenstraße 9, D-24937 Flensburg.

1. Einleitung

Die meisten Veröffentlichungen zur Ernährung des omnivoren Kranichs, *Grus grus* (ALONSO et al. 1984, DATHE 1962, DIAZ et al. 1996, JÄHME 1985, NOWALD 1995 a, 1996, 1999 a, 1999 b, PRANGE 1989, ULBRICHT 1999, WEIß 1988) stützen sich hauptsächlich auf Feldbeobachtungen und auf eine geringe Anzahl von Magenanalysen an toten Vögeln (z. B. MAKOWSKI 1960, CRAMP & SIMMONS 1980, MOLL 1994, PRANGE et al. 2000). Die Untersuchungen beziehen sich vor allem auf die Zeiten der Herbst- und Frühjahrsrast sowie der Überwinterung. Kraniche halten sich dann bevorzugt in großen Trupps auf abgeernteten landwirtschaftlichen Flächen im offenen Gelände auf. Die verschiedensten Feldfrüchte bilden hier den Hauptteil der Nahrung. VAZ & MELO (1999) untersuchten die Nahrungszusammensetzung überwinternder Kraniche anhand von Kotproben in Portugal.

Während der Jungenaufzucht sollte die Zusammensetzung der Nahrung wegen des erhöhten Proteinbedarfs der Jungen besonders vielseitig und der tierische Anteil hoch sein. Das dürfte sich positiv auf die Wachstumsgeschwindigkeit und die Körpermasse der Jungen auswirken. Damit steigen deren Überlebenschancen (vgl. OWEN & BLACK 1989). Gerade aus diesem Zeitraum aber fehlen verlässliche Kenntnisse, da sich die Kraniche im Familienverband im zum Teil schwer zugänglichen Brutrevier aufhalten. Darüber hinaus verhalten sie sich äußerst unauffällig (Nowald 2001) und reagieren besonders empfindlich auf Störreize.

Um ein Bild von der Zusammensetzung der Nahrung von Tieren zu gewinnen, hat sich trotz mancher Einschränkungen die Methode der Kotanalyse bewährt (z. B. BOSCHERT 1990, FLINKS & PFEIFFER 1987, 1988, GREEN & TYLER 1989, KUNZ & WHITAKER 1983, TAAKE 1991) und geht im Gegensatz zur Halsringmethode und zu Magenspülungen nicht mit massiven Störungen der Tiere einher.

Mit Hilfe von Nahrungsuntersuchungen können spezielle Details biologischer Zusammenhänge zur Raum- und Habitatnutzung geklärt werden. Die vorliegende

Studie bearbeitet folgende Fragen: Welche potenzielle tierische Nahrung steht Kranichen während der Jungenaufzucht im Brutrevier zur Verfügung? Wie hoch ist der tierische Anteil in der Nahrung, und welche Tiere werden gefressen? Wie variiert die Zusammensetzung der aufgenommenen Nahrung in Kranichrevieren mit verschiedenen Habitattypen?

Diese Arbeit ist Teil eines internationalen Projektes, welches von „Kranichschutz Deutschland“ (NABU, WWF, Lufthansa Umweltförderung) koordiniert wird, um die Raumnutzung und Habitatpräferenz sowie die Nahrungswahl von Kranichen zu untersuchen (ALONSO et al. in press, LEITO et al. in press, NOWALD 1999 b, NOWALD in press).

2. Material und Methode

Vom 24.06. bis 07.07.1996 wurden 16 flugunfähige, fünf bis neun Wochen alte Kraniche gefangen, individuell farbig beringt und besendert (NOWALD et al. 1996, NOWALD 1999 b). Die Jungen von sechs Familien wurden vom 08.07. bis 18.08.1996 in Blöcken von jeweils drei bis vier Tagen mittels *radio tracking* verfolgt. Dazu wurden im fünfminütigen Abstand, von etwa 4.30 bis 21.30 Uhr, von zwei Antennenstationen aus Kreuzpeilungen durchgeführt. Da die Peilungen in größerer Entfernung (> 1 km) zum Nahrungsrevier stattfanden, wurden die Tiere nicht in ihrem Verhalten gestört bzw. beeinflusst. Eine Kurzauswertung der Daten erfolgte noch im Gelände mit Hilfe des Computerprogrammes TRACKER 1.1. (vgl. NOWALD 1999 b), um die Bereiche mit der größten Aktivität der Kraniche zu ermitteln. Anhand der Peilergebnisse erfolgte die Wahl der Standorte für die Barberfallen (vgl. Abb. 1). Die Visualisierung der Bereiche größter Habitatnutzung auf dem Bildschirm erleichterte auch die Suche nach Kotproben. Die Untersuchungen zu den Habitatfaktoren wurden auf jeweils vier Probeflächen im Nahrungsrevier durchgeführt. Habitattypen wurden überwiegend nach der landwirtschaftlichen Nutzung bezeichnet, z.B. Mais, Raps, Wiese (Tab. 1).

Vegetationsaufnahme: An ausgewählten Standorten in den verschiedenen von den Kranichfamilien genutzten Habitattypen innerhalb ihrer Reviere wurde jeweils eine Liste der häufigsten und charakteristischen Pflanzenarten erstellt (SCHMEIL & FITSCHEN 1988). Diese erleichterte die Interpretation pflanzlicher Bestandteile (z. B. Samen) in den Kotproben.

Ermittlung des tierischen Nahrungsangebotes: Barberfallen (BARBER 1931) werden als Standardmethode in faunistischen und ökologischen Untersuchungen angewandt. Ihr Einsatz bedarf einer Genehmigung bei den zuständigen Naturschutzbehörden (Ausnahmegenehmigung nach § 20g BNatGes erteilt durch das Landesamt für Umwelt und Natur Mecklenburg-Vorpommern am 20.03.1996). Mit Hilfe von Barberfallen werden überwiegend epigäische laufaktive Arthropoden erfaßt. Es ist zu

berücksichtigen, dass mit dem Fang der Barberfallen keine Populationsdichten, sondern Aktivitätsdichten von Käferarten ermittelt werden können (vgl. MÜHLENBERG 1993). Diese sind eine Größe, die von der Beweglichkeit, Aktivität und Häufigkeit einer Art bestimmt wird (vgl. ULMANN 1991). Sie ist jedoch für den Vergleich verschiedener Fallenfänge, die in technisch gleicher Weise gewonnen wurden, anwendbar.

Mit Barberfallen wurde in sechs Kranichrevieren ein Teil der epigäischen Fauna erfasst (je Habitattyp 5 Fallen mit Renner-Lösung im Abstand von 10 m, Bechergläser mit 7 cm Öffnungsdurchmesser, Expositionsdauer 7 Tage; vgl. NOWALD 1999 b). Als Fangflüssigkeit hat die Renner-Lösung den Vorteil, dass sie konservierend wirkt und im Vergleich zu anderen Lösungen, wie beispielsweise Formalin, weniger umweltschädlich ist.

Zur Auswertung der Barberfallenfänge wurde die Körperlänge jedes Individuums auf 1 mm genau gemessen und überwiegend bis zur Art bestimmt. Das Niveau der taxonomischen Einordnung richtete sich nach der jeweiligen Tiergruppe (BELLMANN 1985, BROHMER 1988, DIEL et al. 1988, FREUDE et al. 1974, STRESEMANN 1974, Trautner et al. 1989). Käfer (Coleoptera) bis auf wenige Ausnahmen, Froschlurche (Ecaudata) und Säugetiere (Mammalia) wurden bis zur Art bestimmt. Andere Tiergruppen wurden auf Gattungs- (Saltatoria, Stylommatophora und andere) bzw. Ordnungsniveau (Diptera, Araneida und andere) eingeordnet. Im Zweifelsfall wurde ein taxonomisch höheres Niveau gewählt.

Quantitativ erfolgte eine Einteilung nach der Körperlänge in Größenklassen von jeweils 2 mm. Da sich die Masse der potenziellen Beutetiere durch die Aufbewahrung in Alkohol ändert (JANETSCHKE 1982), wurden nicht die Körpermassen, sondern die Körperlängen gemessen. Je Taxon wurde die anteilige Körperlängensumme (Längenprozent) berechnet (s. Tab. 2). Exemplare unter 5 mm blieben unberücksichtigt. Zu den einzelnen Arten wurde eine Referenzsammlung aufgebaut.

Die Fangergebnisse wurden mit der Kotanalyse verglichen, um die Nahrungswahl und ihre Variation in den verschiedenen Revieren zu beschreiben. Da sich die Erfassung weiterer Faunenelemente mittels Kescherstreifzügen (MÜHLENBERG 1993) als wenig effektiv und als sehr wetterabhängig erwies, wurde darauf verzichtet. Auffällig große Vorkommen von Fröschen (z. B. im Habitattyp Wald/Moor der Kranichfamilie „Daschow“, Tab. 3) oder Heuschrecken (Wiese der Kranichfamilie „Serrahn“) wurden entlang einer Linie mit der Punkttaxierung erfasst (BIBBY et al. 1995). Im Abstand von 10 m wurden die Zahl der Amphibien/m² ermittelt bzw. die Anzahl aufspringender Heuschrecken abgeschätzt.

Regenwurmhäufigkeit: Die Häufigkeit der Regenwürmer (Lumbricidae) wurde durch Handauslese ermittelt. Auf die weniger zeitaufwendige Methode der Extraktion mit Formalin wurde verzichtet, da sie weniger effektiv ist (MÜHLENBERG 1993).

Entlang einer Achse durch einen Habitattyp wurde jeweils im Abstand von 10 m ein quadratischer Rahmen aus Aluminium mit einer Kantenlänge von 0,25 m geworfen. Mit einem Spaten, dessen Metallblatt eine Markierung bei 0,20 m (von der Schneide)

aufwies, wurde ein Erdblock von 0,25 x 0,25 x 0,20 m³ ausgehoben und auf eine Kunststoffplane geworfen. Das Substrat wurde fein zerteilt und die freigewordenen Regenwürmer je nach Größe (< 10 cm und > 10 cm) in zwei Behälter sortiert und gezählt. Anschließend wurde der Probenstandort in den ursprünglichen Zustand mit freigelassenen Regenwürmern versetzt. Je Habitattyp erfolgten meist 20 Probenahmen.

Nach einem Zufallsverfahren entnommene Stichproben sind systematischen Proben vorzuziehen (Mühlenberg 1993). Daher wurde der Aluminiumrahmen "neutral und nicht gezielt" geworfen.

Kotproben: Die Proben wurden mit einem Spachtel vom Untergrund aufgenommen und in Papiertüten überführt. Es handelte sich meist um breiige Häufchen, seltener um zylindrisch geformte Losung. Zur Analyse wurden die an der Luft getrockneten Proben je nach Umfang auf mehrere Petrischalen verteilt. Das Aufschwemmen des Materials erfolgte mit Wasser und wurde durch vorsichtiges Zerteilen mit Präpariernadel und Pinzette unterstützt (vgl. DAVIES 1976, FLINKS & PFEIFFER 1987, 1988). Zur weiteren Verflüssigung wurde 70%iger Alkohol verwendet, wobei sich der gewünschte Flüssigkeitsgrad durch das relativ schnelle Verdunsten leichter einstellen ließ (TAAKE 1991). Außerdem schimmelten die Proben durch die Einwirkung des Alkohols weniger. Unter dem Binokular wurden die Proben erst bei schwächerer (8 x) und dann bei stärkerer (20 bis 32 x) Vergrößerung systematisch nach Beuterückständen durchgesehen.

Die qualitative Bestimmung der im Kot enthaltenen Arthropodenfragmente erfolgte mit Hilfe der Referenzsammlung und der Literatur. Da sich die Fragmente als sehr klein erwiesen und nur selten die zur Spezieserfassung notwendigen Merkmale erhalten waren, wurden sie meist auf dem Niveau der Ordnung eingestuft. Bei Laufkäfern gelang teilweise die Artbestimmung.

Für die quantitative Angabe von im Kot vorhandenen tierischen Nahrungsrückständen ist die Methode der Individuenrekonstruktion üblich (BOSCHERT 1990, CALVER & WOOLLER 1982, DAVIES 1976, FLINKS & PFEIFFER 1987, 1988, GREEN & TYLER 1989). Dabei wird die Mindestanzahl gefressener Individuen anhand bestimmter Körperteile (z. B. Kopfkapseln, Beine und Flügel) ermittelt. Die Methode war allerdings oft nicht anwendbar, da nur selten schwach beschädigte zählbare Körperteile im Kot zu finden waren. Daher wurden die Proben in den Petrischalen einlagig verteilt und eine auf 5 % genaue Einschätzung der Volumenanteile nachgewiesener Nahrungselemente vorgenommen. Die Angaben erfolgten in Volumen- und nicht Flächenprozenten, da die Nahrungsrückstände selten flach waren (z. B. Pflanzensamen und Kopfkapseln von Insekten).

Nicht identifizierbare Kotbestandteile sind bei den Volumenanteilen nicht berücksichtigt. Bei Einzelbruchstücken lag dieser größtenteils weit unter 5 %. Die Einschätzung von Volumenanteilen hatte den Vorteil, dass tierische und pflanzliche Bestandteile einheitlich dargestellt werden konnten.

Die Anzahl aufgenommener Weizenkörner wurde durch Zählen der Hüllspelzen ermittelt. Steine wurden nur dann als mit der Nahrung aufgenommen gewertet, wenn

sie deutlich aus dem Inneren eines Kotbrockens stammten, da es sich sonst auch um Verunreinigungen aus dem Untergrund handeln könnte.

Statistik: Mögliche Unterschiede in der Fanghäufigkeit von Käfern und der Häufigkeit der festgestellten Regenwürmer in den einzelnen Revieren wurden mit der nichtparametrischen Kruskal-Wallis-ANOVA und anschließend multiplen Mittelwertsvergleich getestet. Dieses Verfahren wurde ebenfalls genutzt, um Unterschiede in den Volumenanteilen der Käferreste und der Anteile von Pflanzenrückständen im Kot zu prüfen. Zuvor wurden die Verhältniszahlen arcsin-Wurzel (x) transformiert.

Dank: Für die Hilfe bei der Freilandarbeit (Barberfallen, Regenwurmdichte und der Suche nach Kotproben) möchten wir insbesondere T. Fichtner, V. Günther, C. Kulemeyer, P. Leopold und E. Ludwig danken. B. Degen (Naturpark Nossentiner/Schwinzer Heide) und B. Falke (Universität Osnabrück) danken wir für die Hilfe bei Fragen zur Ordnung *Coleoptera* und der Arbeitsgruppe Zoologie der Universität Osnabrück für die Bereitstellung der optischen Geräte sowie K. Peter (Kranich-Informationszentrum) für die Bearbeitung der Karte.

Unser besonderer Dank gilt Dr. H. Düttmann und G. Grothe, die bei statistischen Fragen berieten, Dr. C. Meine für das Bearbeiten des Abstracts sowie Prof. Dr. H.-H. Bergmann und Prof. Dr. H. Prange für hilfreiche Hinweise zum Manuskript.

3. Ergebnisse

Vom 11.07. bis 22.08.1996 wurde im Einzugsgebiet des Kranichsammel- und Rastplatzes „NSG Langenhägener Seewiesen“ (NOWALD & MEWES 1996) bei Goldberg, Mecklenburg-Vorpommern, in den Revieren von sechs Kranichfamilien das Nahrungsangebot erfasst. Die Kranichreviere unterschieden sich in der Zusammensetzung der Habitattypen (Tab.1, Abb. 1). Von der landwirtschaftlichen Nutzung gleiche Habitattypen, z.B. Mais (1) und Mais (2) des Revieres „Techentin“, waren in der Vegetationshöhe verschieden.

Während des Markierens der Jungkraniche des Kranichpaares „Teufelsmoor“ mit Farbringen und Sendern am 26.06.1996 „würgte“ jeder der Jungvögel einen Regenwurm aus. Diese wurden innerhalb der Baumwollbeutel entdeckt (die Kapuzen erhielten die Vögel zur Beruhigung, ausführliche Hinweise zur Methode in NOWALD et al. 1996, NOWALD 1999 b).

Tab. 1: Habitattypen und Barberfallen-Standorte in verschiedenen Kranichrevieren.
Table 1: Habitat types and positions of pitfall traps in different crane territories.

Kranichfamilie/ Revier	Barberfallenstandort 1	Barberfallenstandort 2	Barberfallenstandort 3	Barberfallenstandort 4
Techentin	Mais (1) [Ø Höhe 23,7 cm; n=20]	Mais (2) [Ø Höhe 46,3 cm; n=20]	Brache (3)	Gerste (4)
Teufelsmoor Daschow	Graben (1) ¹ Wiese (1) [Ø Höhe 29,9 cm; n=20]	Weide (2) Wiese (2) [Ø Höhe 56,9 cm; n=20]	Moor (3) Wald/Moor (3)	Ackerrandstreifen (4) ² Raps (4)
Serrahn	Wiese (1) [Ø Höhe 46,3 cm; n=20]	Erlenbruch (2)	Wiese (3) [Ø Höhe 14,7 cm; n=20]	Brache (4)
Zidderich Darze	Flachs/Weizen (1) Wiese (1) [Ø Höhe 21,4 cm; n=20]	Flachs (2) Wiese (2) [Ø Höhe 5,6 cm; n=20]	Gerste (3) Feuchtwiese (3) [Ø Höhe 56 cm; n=20]	Brache/Erlenbruch (4) Feuchtwiese (4) [Ø Höhe 44,6 cm; n=20]

¹ = trapezförmiger teilweise wassergefüllter Graben innerhalb der Weide (Breite der oberen Öffnung: 5 m, 2 m tief)

² = zwischen einem Rüben- und einem Weizenfeld (30m breit)

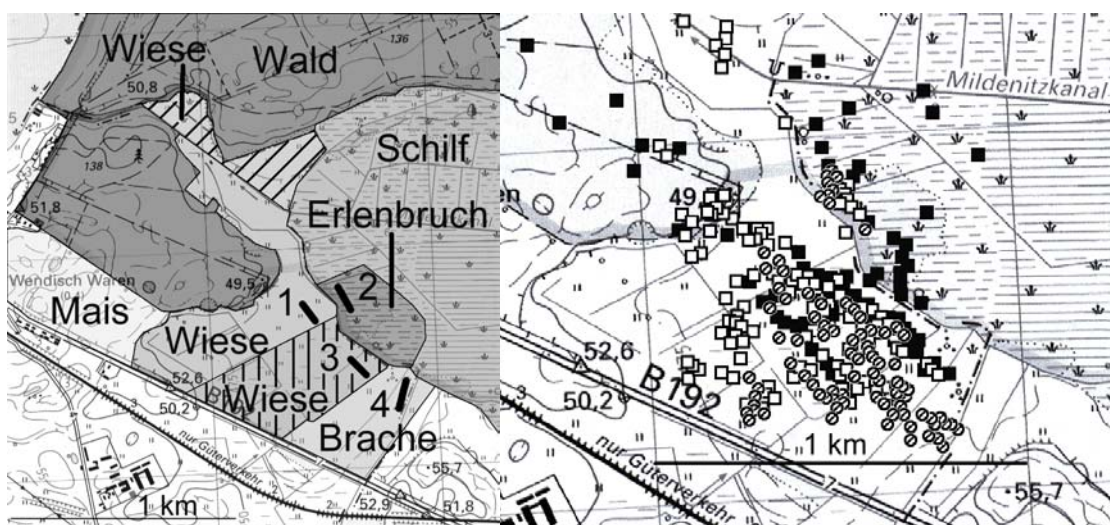


Abb. 1: Reviernutzung der Kranichfamilie „Serrahn“ [rechts: ■ n = 96 (30.07.96); □ n = 201 (31.07.96); ○ n = 153 (01.08.96)] als Beispiel für die Auswahl der Standorte der Barberfallen 1-4 und der Kennzeichnung der Habitattypen (links).

Fig. 1: Territory of the crane family "Serrahn" [right: ■ n = 96 (30.07.96); □ n = 201 (31.07.96); ○ n = 153 (01.08.96)] showing the selection of pitfall traps positions and marking of habitat types (left).

3.1. Nahrungsangebot

In 120 Barberfallen befanden sich 6184 Tiere (> 5 mm) aus mindestens 15 Ordnungen. Käfer (14 Käferfamilien mit 41 Gattungen) machten mit über 70 % der Körperlängensumme den Hauptanteil aller Barberfallenfänge aus (Tab. 2). Die Gattungen *Pterostichus* (21,4 Individuen- und 20,9 Längenprozent) und *Harpalus* (26,7 Individuen- und 20,7 Längenprozent) dominierten.

Tab. 2: Taxonomische Übersicht über die Barberfallenfänge (Individuenanteile = Ind.A., Längenanteile = Län.A., Angaben in Prozent, + = vorhanden, - = nicht vorhanden).

Table 2: Taxonomic list of contents of pitfall traps (Part of individuum = Ind.A, part of lengths = Län.A, data in %, + = in existence, - = not in existence).

Fangperiode	Standorte 1-6 (Daten gepoolt)		Techentin 11.-18.07.	Teufelsmoor 18.-25.07.	Daschow 26.-02.08.	Serrahn 02.-09.08.	Zidderich 08.-15.08.	Darze 15.-22.08.
Taxon	Ind.A.	Län.A.	Län.A.	Län.A.	Län.A.	Län.A.	Län.A.	Län.A.
Coleoptera (Käfer)	69,3	70,2	89,3 ²	37,6 ²	56,2 ²	73,7 ²	74,6 ²	31,5 ²
Diptera (Zweiflügler)	16,3	15,6	5,9	41,8	13	6	20,8	22,9
Araneida (Spinnen)	7,9	4,5	-	15,1	-	7,5	+	21,3
Hymenoptera (Hautflügler)	1,7	2,6	+	-	+	+	+	14,6
Ecaudata (Froschlurche)	1,1	1,9	+	-	16,7	+	-	+
Insektenlarven	1,4	0,6	-	-	-	-	-	4,7
Chilopoda (Hundertfüßer)	0,5	1,7	+	+	+	+	-	-
Lepidoptera (Schmetterlinge)	0,5	0,7	+	-	+	-	+	+
Homoptera (Gleichflügler)	0,4	0,2	-	-	-	+	-	-
Stylomma- tophora (Landlungensch necken)	0,2	0,7	-	-	-	4,5	-	+
Oligochaeta (Wenigborster)	0,2	0,6	-	-	+	+	-	+
Saltatoria (Heuschrecken)	0,2	0,3	-	+	+	+	-	+
Diplura (Doppel- schwänze)	0,0 ¹	0,0 ¹	-	-	+	-	-	-
Hemiptera (Schnabel- kerfen)	0,0 ¹	0,2	-	+	-	-	-	-
Heteroptera (Wanzen)	0,0 ¹	0,0 ¹	-	-	+	-	-	-
Mammalia (Säugetiere)	0,0 ¹	0,2	-	-	-	-	-	+
			² davon: 50,6 <i>Harpalus</i> spec. 23,9 <i>Ptero- stichus</i> spec. 6,2 <i>Poecilus</i> spec.	² davon: 15,8 Staphy- linidae 6,2 <i>Ptero- stichus</i> spec. 5,4 <i>Agonum</i> spec.	² davon: 18,2 <i>Harpalus</i> spec. 14,4 <i>Patrobus</i> spec. 8,1 <i>Pterostichus</i> spec. 5,1 Staphylinidae 4,9 <i>Carabus</i> spec.	² davon: 39,6 Aaskäfer- larven 9,8 Staphy- linidae 7,6 <i>Ptero- stichus</i> spec. 4,3 <i>Silpha</i> spec.	² davon: 31,8 <i>Ptero- stichus</i> spec. 16,2 <i>Harpalus</i> spec. 19,6 <i>Glisch- rochilus</i> <i>quadri- punctatus</i>	² davon: 16,3 <i>Ptero- stichus</i> spec. 8,3 Aaskäfer- larven
Anzahl Tiere	6184		1524	542	701	821	2015	577

¹ = gerundet² = Anteil verschiedener Taxa Coleoptera

Tab. 3: Anzahl Regenwürmer je Probenvolumen (0,25 x 0,25 x 0,2m³) in Abhängigkeit von Habitat und Kranichrevier (Regenwürmer in Größenklassen < 10 cm und > 10 cm, n Bodenproben). Amphibien- und Heuschreckenhäufigkeit in Habitaten mit hoher Dichte.

Table 3: Number of earthworms in each earth-sample (0,25 x 0,25 x 0,2m³) according to habitat type and crane territory (earthworms: lengths < 10 cm and > 10 cm, n earth-samples). Frequencies of individuals in habitats of high density of amphibians and grasshoppers.

Kranichrevier		n	Ø Anzahl Regenwürmer		min-max	
Untersuchungstag	Habitat		< 10 cm	> 10 cm	< 10 cm	> 10 cm
Techentin 11.07.96 n = 45	Mais 1	10	0,6	0,5	0-2	0-2
	Mais 2	10	3,3	1,3	1-8	0-4
	Brache	10	5,7	0,5	0-23	0-2
	Gerste	10	0	0	0	0
	Moor	5	0,6	0	0-3	0
Teufelsmoor 17.07.96 n = 30	Weide	15	4,6	0,3	0-10	0-1
	Moor	5	0	0	0	0
	Ackerrandstreifen	10	0,5	0,2	0-2	0-2
Daschow 26.07.96 n = 40	Wiese (gemäht)	10	8,2	1,3	2-19	0-6
	Erlenbruch	10	5,1	1,4	0-20	0-9
	Raps	10	0,4	0	0-1	0
	Wiese (30 - 60 cm hoch)	10	7,3	0,7	1-22	0-3
Serrahn 02.08.96 n = 40	Weide (nähe Graben)	10	3,4	2,4	0-10	0-5
	Erlenbruch	10	7	4,5	3-12	1-8
	Weide (nähe Waldrand)	10	0	1,2	0	0-4
	Wiese (nähe Baumgruppe)	10	0,6	0,8	0-3	0-3
Zidderich 08.08.96 n = 40	Lein (am Soll)	10	2,2	0	0-7	0
	Lein (Rein-u. Mischkultur)	10	0,4	0	0-1	0
	Gerstenstoppel	10	2,3	0,1	0-5	0-1
	Ackersoll (mit Gehölz)	10	0,4	0	0-2	0
Darze 15.08.96 n = 50	Wiese (sehr feucht)	10	11,8	3	8-16	0-7
	Weide	10	0,3	0,2	0-2	0-1
	Feuchtwiese (am Moor)	10	2,6	0,8	0-8	0-2
	Moor	10	8	1	0-20	0-2
	Wiese	10	11	2,6	9-14	1-5
			Ø Anzahl Amphibien/m ²		min-max	
Daschow	Erlenbruch	15	2,3		2-5	
Darze	Wiese (sehr feucht)	15	0,8		0-2	
	Weide (Grenzstreifen zum Moor)	15	1,8		1-4	
			Ø Anzahl Heuschrecken/m ²		min-max	
Serrahn	Weide (nähe Graben)	10	32,8		10-52	
	Weide (nähe Waldrand)	10	89,9		25-156	
	Wiese (nähe Baumgruppe)	10	19,8		7-50	

Der Anteil der Zweiflügler war mit 16,3 Individuen- bzw. 15,6 Längenprozent ebenfalls hoch. Davon waren etwa 95 % Fliegen (Brachycera). Doppelschwänze, Schnabelkerfe und Wanzen waren wenig vorhanden. Ihr Anteil an allen Individuen lag jeweils unter 0,1 %. Der hohe Anteil von Froschlurchen in Daschow (Tab. 3), überwiegend

Moorfrösche *Rana arvalis* und zu einem geringeren Teil Grasfrösche *R. temporaria*, fand seine Entsprechung in den Barberfallenfängen.

Die meisten Individuen fielen in die Größenklasse 5+6 mm (Abb. 2). Davon waren über die Hälfte Kiefernglanzkäfer *Glischrochilus quadripunctatus*, die auch etwa 1/3 der Größenklasse 7+8 mm ausmachten. Der Erzgrüne Schnellläufer *Harpalus aeneus* war mit über 500 Individuen in den Größenklassen 9+10 mm und 11+12 mm vertreten. Die Raupen von *Phytomera gamma* hatten eine Durchschnittslänge von 14,1 mm (n = 7). In der Größenklasse 15+16 mm und 17+18 mm dominierten Aaskäferlarven, *Harpalus rufipes* und *Pterostichus melanarius*. Zu den Arten mit einer Körperlänge über 18 mm zählten u.a. die Käfer *Aromia moschata*, *Carabus auratus*, *C. granulatus*, *Dorcus parallelepipedus*, *Pterostichus niger*, *Necrophorus sepultor*, *N. vespillo* sowie Schnaken (Tipulidae), einige Hautflügler, Schmetterlinge und Heuschrecken. In die Größenklasse der Tiere über 30 mm fielen vorwiegend Regenwürmer, Landlungenschnecken (Pulmonata), einige Frösche und eine Waldspitzmaus *Sorex araneus*.

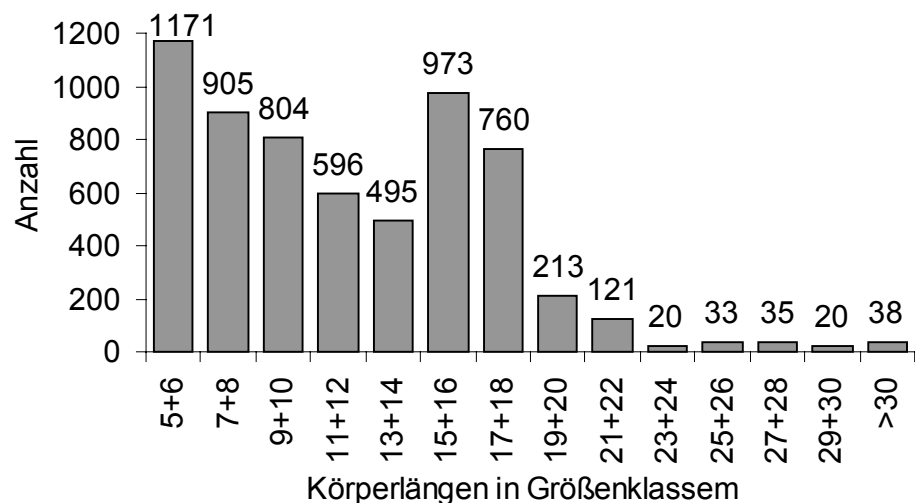


Abb. 2: Verteilung der in Größenklassen eingeteilten Körperlängen aller in Barberfallen gefangenen Tiere über 5 mm.

Fig. 2: Distribution of body-length-classes of animals > 5 mm caught by pitfall-traps.

In den einzelnen Revieren war die Fanghäufigkeit der Käfer unterschiedlich. Da die Daten nicht normalverteilt waren, wurden die Datensätze mit dem nichtparametrischen Kruskal-Wallis-ANOVA getestet: Es gab signifikante Unterschiede in der Anzahl gefangener Coleoptera zwischen den Standorten (overall effect: $F = 5,5$; $df = 5$; $p = 0,003$). Der nachfolgende multiple Mittelwertsvergleich ließ jedoch keine Unterschiede in der Zahl durchschnittlich gefangener Coleopteren erkennen ($p > 0,05$). Bei der Überprüfung der Längensummen (Summe der Coleoptera-Körperlängen je Fallenstandort) zeigte sich ein ähnliches Bild: Trotz eines signifikanten overall effects ($F = 5,39$; $df = 5$; $p = 0,003$) ergab der nachfolgende post-hoc test keine signifikanten Unterschiede zwischen den 6 Untersuchungsgebieten ($p > 0,05$).

In sechs Kranichrevieren wurden in 245 Erdproben mit einem Volumen von 0,25 x 0,25 x 0,20 m³ insgesamt 857 Regenwürmer festgestellt (687 Regenwürmer < 10 cm Länge, 170 Regenwürmer > 10 cm Länge). Die Zahl der Regenwürmer je Probenvolumen in Abhängigkeit von Habitat und Kranichrevier waren inhomogen (Tab. 3). Die meisten Regenwürmer waren in Proben naturnaher Habitats (z. B. Wiese, Brache), auf intensiv bewirtschafteten Flächen (z. B. Raps, Gerste) wurden die wenigsten ermittelt. Der Kruskal-Wallis-ANOVA Test zeigte keine signifikanten Unterschiede in der Häufigkeit der erfassten Regenwürmer zwischen den einzelnen Revieren (Regenwürmer < 10 cm Länge: $F = 2,41$; $df = 5$; $p = 0,07$; Regenwürmer > 10 cm Länge: $F = 0,64$; $df = 5$; $p = 0,67$).

3.2. Kot- und Speiballenanalyse

Starke Regenfälle erschwerten das Auffinden des Kots und von Speiballen. Es zeigte sich, dass die sonst gut sichtbare Harnsäure des Kots schnell weggespült wurde. Auch in hoher Vegetation war die Suche nach Kranichkot meist erfolglos. Am Standort „Großer Serrahn“ konnte trotz intensiver Suche kein Kot gefunden werden. Eine Unterscheidung des Kots von Jung- oder Altvögeln war nicht möglich. Insgesamt wurden 88 Kotproben und ein Speiballen gefunden.

Der Vergleich tierischer und pflanzlicher Rückstände im Kot zeigte für die Kranichfamilien einen signifikanten overall-effect (Abb. 3). Die Kruskal-Wallis-ANOVA wurde mit den Werten der Volumenverhältnisse pflanzlicher Rückstände durchgeführt ($F = 33,6$; $df = 4$; $p < 0,001$). Der anschließende post-hoc test ($p < 0,05$) ergibt folgendes Bild: Darze und Teufelsmoor bilden eine homogene Gruppe, Zidderich und Daschow bilden eine zweite homogene Gruppe, Daschow und Techentin bilden die dritte homogene Gruppe.

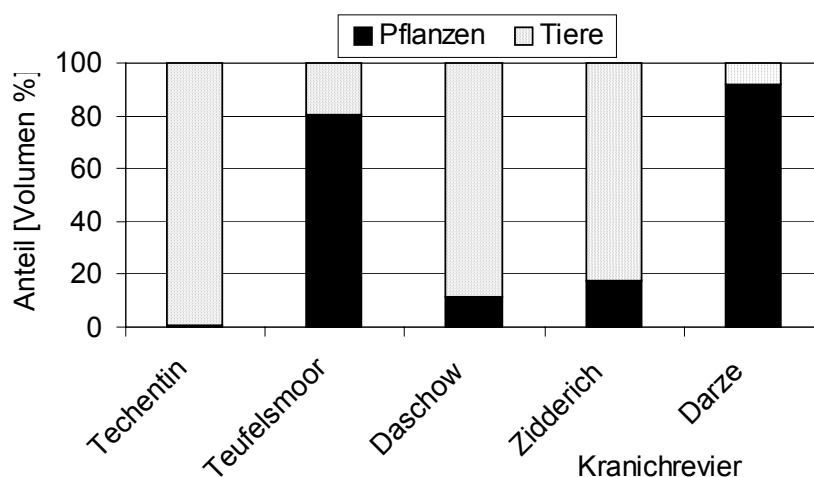


Abb. 3: Verhältnis tierischer und pflanzlicher Rückstände im Kot (Kranichrevier Techentin $n = 12$ Kotproben, Teufelsmoor $n = 10$, Daschow $n = 13$, Zidderich $n = 45$, Darze $n = 8$).

Fig. 3: Relation of animal and vegetable remains in the faecal samples (Common Crane territory Techentin $n = 12$ faecal samples, Teufelsmoor $n = 10$, Daschow $n = 13$, Zidderich $n = 45$, Darze $n = 8$).

Im Kot aller Standorte befanden sich Rückstände von Käfern (Tab. 4). Bei den "schwarz/gelben Insekten" handelte es sich um geflügelte Insekten unbekannter Ordnungszugehörigkeit, die nicht näher bestimmt werden konnten.

Tab. 4: Anzahlen zählbarer Elemente in den Kotproben (n = 88), Stetigkeit und durchschnittlicher Volumenanteil je Taxon (Stetigkeit, Volumenanteil in %).
Table 4: Quantities of countable elements in the faecal samples (n = 88), continuity and mean proportions of volume per taxon (steadiness, proportion of volume in %).
Continuity = number of droppings including elements of each taxon.

	Techentin (n = 12 Proben)	Teufelsmoor (n = 10)	Daschow (n = 13)	Zidderich (n = 45)	Darze (n = 8)
Raupenmandibeln	522 [12, 93]	-	70 [10, 25 ³]	1241 [41, 80 ³]	-
Cremaster	-	-	14 [5, +]	32 [16, +]	-
Heuschreckenmandibeln	-	-	262 [11, 55]	-	-
Käfermandibeln, -beine, Käferelytren; darunter ¹	5 [9, 6]	46 [10, 16]	8 [11, 5]	3 [24, 3]	3 [8, 5]
Spinnen	[1, +]	[3, +]	[4, +]	-	-
Zweiflügler	[1, +]	-	-	[3, +]	-
Wanzen (Fam. Pentatomidae)	-	[1, +]	[2, +]	-	-
„schwarz/gelbe Insekten“	-	[2, +]	[2, +]	[2, +]	[2, 2]
Weizenspelzen	-	1353 [10, 81]	[2, +]	[30, 4], nicht zählbar	[8, 76], nicht zählbar
andere Pflanzensamen; darunter ²	-	-	111 [13, 12]	[39, 5], nicht zählbar	[8, 12], nicht zählbar
Grüne Pflanzenteile	[5, +]	[4, +]	[10, 3]	[39, 5]	[6, 4]
Steine	7 [5, +] (1x1 - 2x3 mm groß)	5 [3, +] (1x1 - 3x3 mm groß)	8 [5, +] 1x2 - 4x6 mm groß)	21 [15, +] (1x1 - 2x3 mm groß)	-
¹ (= Bruchstücke von:)	1 x Fam. Dytiscidae, 1x <i>Poecilus</i> spec., 2 x <i>Silpha</i> <i>tristis</i> , 1 x <i>Harpalus</i> <i>aeneus</i>	11 x Coleoptera, 1 x <i>Carabus</i> spec., 1 x <i>Pterostichus</i> spec., 1 x <i>Calathus</i> spec., 1 x <i>Harpalus</i> spec., 1x <i>Harpalus</i> <i>aeneus</i> , 1 x <i>H.</i> <i>rufipes</i>	1 x <i>Carabus</i> spec., 5x <i>Carabus</i> <i>granulatus</i>	1 x <i>Harpalus</i> spec., 2 x <i>Harpalus</i> <i>aeneus</i>	1 x Curculionidae, 2 x <i>Pterostichus</i> spec.
² (= Samen von:)			<i>Rubus</i> spec., <i>Thlaspi arvense</i>	<i>Hordeum</i> spec.	

+ = vorhanden, - = nicht vorhanden, ³ = Volumenanteil inkl. Cremaster

- **Techentin:** Neben chitinierten Beinfragmenten und Teilen der Kopfkapseln blieben von Raupen nach dem Passieren des Magen-Darmtraktes zwischen 10 und 140 Mandibeln je Probe erhalten. Die große Zahl von Raupen war bereits bei der Untersuchung der Nahrungsfläche „Mais 2“ aufgefallen (vgl. Nowald 1999 b). Es handelte sich mit großer Wahrscheinlichkeit um Larven der Gammaeule *Phytomera gamma*.

- **Teufelsmoor:** Weizen hatte den größten Anteil (Tab. 4). Im Kot waren die schwer verdaulichen Spelzen der gefressenen Weizenährchen wiederzufinden. Die Zählung der im Vergleich zu den Deckspelzen derberen Hüllspelzen ergab eine Anzahl zwischen 62 und 198 Spelzen (= Anzahl Weizenkörner) je Probe.

Bruchstücke des Käferexoskeletts waren mit einem durchschnittlichen Volumen von 16 % Bestandteil jeder Kotprobe. In einer Probe wurden allein 35 Käfermandibeln verschiedener Arten (mindestens 18 Käfer) gefunden.

- **Daschower Moor:** Neben den Mandibeln von Raupen traten zusätzlich in 5 Proben Cremaster, der chitinisierte Bereich am Abdomenende von Schmetterlingspuppen, auf. Die Kategorie Samen beinhaltet hier überwiegend die Steinsamen der Brombeere (*Rubus spec.*), von denen insgesamt 101 gefunden wurden. Eine Brombeere vereinigt bis zu 40 Samen, so dass die Anzahl auf den Verzehr von nur drei der Sammelsteinfrüchte zurückzuführen sein könnte.

Bei der Suche nach Kotproben am 26.07.1996 wurde ein Speiballen entdeckt, der zu 25 % aus Coleoptera-Rückständen (davon: 2 x *Poecilus spec.*, je 1 x *Patrobus spec.*, *Harpalus spec.*, *Propylaea quatuordecimpunctata*) und zu 75 % aus Haaren bestand.

- **Zidderich:** In 41 der 45 Proben fanden sich 1241 Raupenmandibeln (Tab. 4), was einer Anzahl von etwa 621 Raupen (durchschnittlich 15 Raupen, max. 34) entspricht. Zusätzlich wurde eine größere Anzahl von Cremastern im Kot gefunden. Demnach wurden 32 Puppen gefressen, wobei es jedoch Überschneidungen zwischen der Anzahl gefressener Raupen und Puppen geben kann, da Mandibeln und Cremaster von derselben verpuppten Raupe stammen können. Die zahlreichen Puppen im Leinfeld waren bereits vor Ort aufgefallen, ein Exemplar befand sich in einer Barberfalle. Die Bestimmung einer frisch geschlüpften Imago ergab die Art *Phytomera gamma*.

Die Kategorie Samen beinhaltete vor allem Gerstenspelzen. Der Hauptanteil stammte aus vier Proben von einer Brachwiese an einem Gerstenstoppelfeld.

- **Darzer Moor:** Weizenspelzen waren in allen 8 Proben vorhanden. Im Gegensatz zu den Proben vom Teufelsmoor wurden die Hüllspelzen nicht gezählt, da sie im Kot nur selten vollständig erhalten waren (Tab. 4).

Zwischen den verschiedenen Kranichrevieren zeigten sich signifikante Unterschiede in den Volumenanteilen der Käferreste im Kot (Kruskal-Wallis-ANOVA: $F = 9,47$; $df = 4$; $p < 0,001$). Ein multipler Mittelwertsvergleich ließ zwei homogene Gruppen erkennen, bei denen sich die Mittelwerte nicht signifikant unterschieden:

1. Gruppe: Teufelsmoor, Zidderich, Daschow und Techentin
2. Gruppe: Darze, Zidderich, Daschow und Techentin

Tab. 5: Durchschnittliche Körperlängen der im Kot nachgewiesenen Käferarten anhand der Barberfallenfänge (n = Anzahl Käfer).

Table 5: Mean body length of Coleoptera species found in the faecal samples (length determine by individuals in pitfall traps; n = number of beetles).

Art (Coleoptera)	Ø Körperlänge [mm]	in n Kotproben
<i>Carabus granulatus</i> (n = 30)	20,9	5
<i>Harpalus aeneus</i> (n = 468)	10,6	4
<i>Harpalus rufipes</i> (n = 650)	15,3	1
<i>Silpha tristis</i> (n = 30)	16,6	2

4. Diskussion

Kraniche sind Großvögel, die ihre Nahrung am Boden suchen müssen. Sie sind zur Brutzeit weder rein karnivor noch rein herbivor, sondern Gemischtköstler, deren Nahrung sowohl viele Insekten, -larven und andere Wirbellose, aber auch Samen, Früchte u.a. pflanzliches Material einschließt (vgl. CRAMP & SIMMONS 1980, MOLL 1994).

Im Lebensraum Feld (Mais, Raps, Lein, ...) waren – wenn auch nicht signifikant – weniger Regenwürmer nachzuweisen als auf Wiesen und Weiden, vermutlich infolge häufigen Umbruchs, höherer Bodenverdichtung und des Einsatzes von Pestiziden (vgl. KLAPP 1967, 1971, SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 1989). Die teilweise geringe Anzahl in Mooren kann auf einen hohen Säure- und Wassergehalt zurückgeführt werden (vgl. DAVIS & VOHS 1993 a).

Der Nachweis von Regenwürmern im Kranichkot wäre anhand von Überresten des Muskelmagenrings (BRADBURY 1977, MÜHLENBERG 1993) oder anhand von Borsten (BOSCHERT 1990) denkbar. Erstere konnten im Kot jedoch nicht identifiziert werden. Geht man davon aus, dass Regenwürmer verzehrt wurden, wurden die Muskelmagenringe entweder durch scharfkantige Bestandteile in der Nahrung zerstört oder vollständig verdaut. Die Regenwurmborsten lassen sich nur mit aufwendigen mikroskopischen Methoden (hier nicht möglich) sicher von den Borsten anderer Tiere unterscheiden. Die Anzahl gefressener Würmer ist anhand der Borstenzahl zudem kaum zu ermitteln (BOSCHERT 1990). Beim Fang der Jungvögel wurden zweimal Regenwürmer in den Beruhigungskapuzen entdeckt, was ihren Anteil am Nahrungsspektrum bestätigt (vgl. MOLL 1994). DAVIS & VOHS (1993 b) ermittelten ebenfalls Regenwürmer als Nahrungsbestandteil von Kanadakranichen im Frühling. Obwohl diese im Vergleich zu anderen Makroinvertebraten in hoher Dichte mit größter Biomasse vorhanden waren, fanden sie sich nur in den Mägen von 3 der 12 untersuchten Kanadakraniche. DAVIS & VOHS (1993 a, b) vermuteten, dass der Aufwand für das Aufspüren der verborgenen Würmer energetisch zu groß ist.

Von Störchen wurde berichtet, das selbst erwachsene Vögel mit Regenwürmern Mühe haben und für den Verzehr erheblich länger brauchten als beispielsweise für Mäuse (LAKEBERG 1995). Mäuse wurden ebenfalls von Kranichen erbeutet. Sie wurden solange mit dem Schnabel attackiert, bis sie sich nicht mehr bewegten und anschließend im Ganzen verschluckt (eig. Beobachtungen). Haare waren auch der Hauptbestandteil des Speiballens. Die Übergabe von Kleinsäugern an die Jungen wurde mehrfach im September 1996 beobachtet, als Kraniche in großen Nahrungsgemeinschaften nach Ernterückständen auf Getreidestoppelfeldern suchten.

In 62 Kotproben (70 %) der fünf Standorte wurden Käfer nachgewiesen. DAVIS & VOHS (1993 b) fanden in der Nahrung des Kanadakranichs im Frühjahr in 60 % der Proben Rückstände von Käfern. Obwohl *Pterostichus melanarius* zu den häufigsten Arten mit großen Längenanteilen in den Barberfallenfängen gehörte, wurde er in keiner Kotprobe nachgewiesen. Allerdings liegt seine Tagesaktivität auch nur zwischen 0 und 15 % (THIELE 1990). Ähnlich sind die Verhältnisse bei *Harpalus rufipes*, der zwar häufig und mit großen Längenanteilen in den Fallen vertreten war, aber ebenfalls nur eine Tagesaktivität von 0 bis 15 % aufweist. Überreste dieser Art wurden allerdings in einer Kotprobe vom Teufelsmoor gefunden. *Harpalus aeneus* weist zwar eine geringere Körperlänge als die vorherigen Arten auf, war aber ein sehr häufiger Vertreter in den Barberfallenfängen. Er wurde auch in mehreren Proben nachgewiesen. Die Ursachen dafür könnten einerseits in seiner größeren Tagesaktivität von 15 bis 30 % (THIELE 1990) liegen und damit in der größeren Wahrscheinlichkeit, vom Kranich erbeutet zu werden, andererseits aber auch an den erzgrünen bis bronzefarbenen Flügeldecken. Die Bruchstücke fallen im Kot schnell auf und lassen sich relativ leicht dieser Art zuordnen. Das gleiche gilt für die charakteristisch gemusterten Elytren des Laufkäfers *Carabus granulatus*. Seine Tagesaktivität liegt ebenfalls zwischen 15 und 30 %. Seine Überreste wurden in zahlreichen Proben vom Daschower Moor entdeckt, wo er auch häufig vorkam. Der Nachweis von *Silpha tristis* im Kot wurde durch Rippen auf den stabilen Elytren sehr erleichtert. Seine tageszeitlichen Aktivitätsphasen sind nicht näher bekannt.

Der statistische Vergleich der Käferrückstände verschiedener Kranichreviere zeigte signifikante Unterschiede (vgl. Tab. 4). Damit vergleichbar ergaben Magenspülungen bei *Grus canadensis*, dass die Nahrungszusammensetzung je nach Nahrungsfläche stark variiert (REINECKE & KRAPU 1986). Die Nahrung des Kanadakranichs bestand hauptsächlich aus Mais und zu geringeren Anteilen aus Regenwürmern, Insekten und Schnecken. REINECKE & KRAPU (1986) ermittelten, dass die Kanadakraniche genausoviel Zeit investierten, 97 % Mais (von 100 % Trockenmasse) aufzunehmen wie für die Aufnahme von 3 % Invertebraten. Laufkäfer waren regelmäßig im Mageninhalt von *Grus canadensis* enthalten, obwohl der Prozentanteil (Trockenmasse) minimal war.

Raupen haben bei drei der untersuchten Standorte einen großen Anteil an der Nahrung (vgl. Tab. 4). Die gelegentliche Massenvermehrung von Gammaeulen ist bekannt (KEILBACH 1966). Im Sommer 1996 waren die Umweltfaktoren im

Untersuchungsgebiet vermutlich günstig, so dass z. B. in Techentin auf dem Maisfeld durchschnittlich 13 Individuen/0,25 m² auftraten (NOWALD 1999 b). Ähnlich ist das Ergebnis bei der Familie des Daschower Moores zu interpretieren. Hier stellten Heuschrecken die Hauptnahrungsquelle dar. Vermutlich ging auch die Familie des „Großen Serrahn“ überwiegend auf Heuschreckenjagd, da die Vögel vor allem den Revierbereich mit dem größten Vorkommen an Heuschrecken (Weide – Nähe Waldrand, Tab. 3, Abb. 2) nutzten (NOWALD in Vorb.). In anderen Kranichnahrungsrevieren hingegen ließen sie sich in keiner einzigen Probe nachweisen (Tab. 4). Die Kranichfamilien wählten demnach die Beute mit der größten Nahrungsverfügbarkeit. Raupen bzw. Heuschrecken in hoher Dichte scheinen im Vergleich zu Käfern hinsichtlich des Kosten-Nutzen-Aufwandes, d. h. Such- und Bearbeitungsaufwand in Relation zum Energiegewinn, die profitablere Beute zu sein (vgl. KREBS 1981). Der Speiseplan wurde durch Wanzen, Spinnen und Zweiflügler ergänzt. Der jeweils geringe Volumenanteil lässt vermuten, dass sie eine untergeordnete Rolle in der Nahrung der Kraniche spielten.

Weizensamen waren die wichtigsten pflanzlichen Bestandteile der Nahrung. Mit fortschreitendem Reifegrad wurden die Spelzen der Weizenährchen trockener und waren deshalb im Kot der Kraniche von Zidderich und vom Darzer Moor weniger gut erhalten als in den Proben vom Teufelsmoor.

Grüne Pflanzenteile kamen häufig aber in geringen Volumenanteilen in den Proben vor und wurden möglicherweise, wie Steine, zufällig bei der Aufnahme anderer Nahrungselemente mit verschluckt. Bei den Steinen könnte es sich auch um eine gezielte Aufnahme von Gastrolithen handeln, die die Nahrungszerkleinerung im Muskelmagen unterstützen sollen.

Erstaunlicherweise wurden im Kot keine Hinweise auf den Verzehr von Schnecken, Fröschen oder Mäusen gefunden. Schnecken (Gattung *Arion*) kamen allerdings nur am Großen Serrahn verstärkt vor, von dem keine Kotproben vorlagen. Von gehäuselosen Wegschnecken wird höchstwahrscheinlich nur die Radula unverdaut ausgeschieden. Knochen von Fröschen oder Mäusen werden möglicherweise vollständig aufgelöst oder über Speiballen abgegeben. Einen Nachweis von Knochenrückständen erbrachte der eine im Daschower Kranichrevier entdeckte Speiballen allerdings nicht, so dass kein Nachweis von verzehrten Fröschen erbracht wurde (vgl. MOLL 1994).

Nach der Theorie der optimalen Nahrungsnutzung (vgl. KREBS 1981) dürften für den Kranich nicht nur die Verfügbarkeit der Nahrung, sondern auch ihre Größe und damit indirekt die Biomasse sowie der Energiegehalt und die Verdaulichkeit eine Rolle spielen. Von den im Kot gefundenen Nahrungsresten läßt sich nicht zweifelsfrei auf eine bevorzugte Beutegröße schließen, da einige Arten aufgrund ihrer Größe, härterer Körperstruktur oder charakteristischer Merkmale leichter nachweisbar sind als andere. Dennoch ist zu berücksichtigen, dass Raupen und Heuschrecken, die einen großen Anteil an der Nahrung hatten (Tab. 4), Körperlängen zwischen 14 und 24 mm besitzen. Auch die Körperlängen der nachgewiesenen Käferarten lagen durchschnittlich

zwischen 11 und 21 mm (Tab. 5). Insekten und deren Larven über 10 mm Länge könnten daher eine bevorzugte Beutegröße darstellen.

Von Bedeutung sind auch die Erreichbarkeit und der Aufwand für die Erbeutung sowie Aufnahme der Nahrung und ihre Verwertbarkeit. Die Erfolgsrate der Nahrungsaufnahme kann durch Beschränkung der Wahl auf ein bestimmtes Beuteobjekt, das für gewisse Zeit zur Verfügung steht, erhöht werden (BEZZEL & PRINZINGER 1990). Gerade bei häufigen Nahrungselementen wie den Raupen könnte ein Suchbild (vgl. ALCOCK 1996, MCFARLAND 1989) zum besseren Erkennen und zur effektiven Nutzung der Nahrungsquelle beitragen. Auch der Geschmack der Nahrung kann einen Einfluß auf die Nahrungswahl haben (KREBS 1981).

Darüber hinaus muss die Nahrung den Nährstoffbedarf des Körpers decken. Es wird vermutet, dass die Effizienz, mit der aufgenommene Nahrung in brauchbare Energie überführt wird, vom Nahrungstyp abhängig ist (CASTRO et al. 1989). Anders als Fette und Kohlenhydrate, die ineinander umwandelbar sind, nehmen Proteine in der Ernährung eine Sonderstellung ein, da einige ihrer Aminosäuren nicht durch andere Nährstoffe ersetzt werden können (AECKERLEIN 1986). Tierisches Eiweiß hat generell einen höheren Gehalt an essentiellen Aminosäuren als pflanzliches Eiweiß. Im Früh- und Sommerhalbjahr während der Eiablage und der Mauser der Adulten sowie des Wachstums der Jungvögel dürfte ein erhöhter Proteinbedarf vorherrschen. Im Experiment wuchsen junge Florida-Sandhügelkraniche *Grus canadensis pratensis* und Große Kanadakraniche *G. c. tabida* mit höherem Proteinanteil in der Nahrung schneller als ihre Artgenossen mit geringerem Proteinanteil (SERAFIN 1982). Hier wurde die Zusammensetzung der Nahrung, bestehend aus Getreide, Pflanzenöl, Fisch-, Fleisch- und Knochenmehl mit Vitamin- und Mineralstoffbeimischungen, variiert. Vor allem der Anteil an Fischmehl war bei der Nahrung mit geringerem Proteinanteil reduziert.+

Die Kotanalyse bestätigt größtenteils einen hohen tierischen Anteil in der Kranichnahrung. In den Proben von drei der fünf Standorte nahmen tierische Bestandteile durchschnittlich über 80 Volumenprozent ein. Dennoch zeigen die Beispiele der Proben vom Teufelsmoor und von Darze, dass auch mitten im Sommer pflanzliche Kost einen hohen Anteil an der Nahrung haben kann (Abb. 3, Tab. 4). Zu diesem Zeitpunkt war der Weizen noch nicht reif und daher der Gehalt an Kohlenhydraten im Vergleich zum reifen Weizen noch gering. Die Enzymausstattung und damit der Proteingehalt ist jedoch schon nach wenigen Tagen nach der Bestäubung vollständig (MOHR & SCHÖPFER 1992). Außerdem hatten die Kraniche vom Teufelsmoor zur Untersuchungszeit ihr angestammtes Nahrungsrevier aufgrund einer Störung verlassen. Es muss sich daher nicht um eine tatsächliche Bevorzugung pflanzlicher Kost handeln. Es könnte darauf hindeuten, dass nicht genügend Insekten bzw. deren Larven vorhanden waren (vgl. Tab. 2). Regenwürmer wurden zumindest im Darzer Kranichrevier in vergleichsweise größerer Dichte ermittelt (Tab. 3).

In Getreidekörnern ist besonders das pflanzliche Reservekohlenhydrat Stärke enthalten. Kohlenhydrate dienen im Organismus zur Deckung des laufenden

Energiebedarfs. Sie können im Körper umgebaut und dann als Fett gespeichert werden und die Überlebenschancen in Zeiten eines Nahrungsmangels erhöhen.

Im Herbst ernähren sich Kraniche auf den Stoppelfeldern überwiegend von Getreidekörnern (JÄHME 1985, NOWALD 1996, PRANGE 1989, ULBRICHT 1999) und auch im Winterquartier nehmen sie fast ausschließlich pflanzliche Nahrung wie Eicheln, Pflanzenknollen und Sonnenblumenkerne zu sich (ALONSO et al. 1984, VAZ & MELO 1999). Man könnte daher einen Anstieg des pflanzlichen Anteils der Nahrung im Verlauf des Sommers vermuten, nicht zuletzt weil die Proben des letzten Untersuchungsstandortes im August einen durchschnittlichen pflanzlichen Volumenanteil von über 90 % aufwiesen (Abb. 3). Eine Nahrungsumstellung könnte ebenso mit sich ändernden äußeren Bedingungen vor sich gehen. So geht der Anteil der verfügbaren tierischen Nahrung in den gemäßigten Breiten im Herbst zurück (TISCHLER 1993), während Ernterückstände, vor allem Getreide, vorhanden sind. Am Standort Zidderich hielt sich die Kranichfamilie zunächst in einem Leinfeld auf und ernährte sich hauptsächlich von Raupen oder Puppen der Gammaeule. Sobald das angrenzende Gerstenfeld abgeerntet war, wählten die Kraniche die Stoppelfläche für den Nahrungserwerb. Die Analyse des zu dieser Zeit gefundenen frischen Kots bestätigte einen überaus großen Anteil an Gerste in der Nahrung (Tab. 4). Ob die Nahrungsumstellung auf der Verringerung der verfügbaren Puppen durch Entwicklung der Imagines oder auf der guten Erreichbarkeit der Ernterückstände beruht, ist ungewiss. Ab Mitte August finden sich Kranichfamilien an "Sammelplätzen" (NOWALD 1995 b, NOWALD & MEWES 1996) ein, um gemeinsam mit immaturren Vögeln und erfolglosen Paaren auf Stoppelflächen nach Ernterückständen zu suchen. VAZ & MELO (1999) fanden im Kranichkot des bedeutendsten Überwinterungsgebietes (Moura, Alentejo) Portugals überwiegend Rückstände von Eicheln der Stein- und Korkeiche sowie Samen (z. T. Weizen), grüne Pflanzenteile und nur geringe Mengen von Ameisen. Weitere tierische Bestandteile konnten nicht nachgewiesen werden. Während bei vielen insektivoren Zugvögeln eine Nahrungsumstellung einer endogenen Jahresperiodik unterliegt (BERTHOLD 2000), sind bei Kranichen vermutlich eher exogene Faktoren von Bedeutung. So nehmen beispielsweise Schreikraniche *Grus americana* auch im Überwinterungsgebiet überwiegend tierische Nahrung auf (MEINE & ARCHIBALD 1996).

Hinweise für ein Habitat-Management: Naturnahe und extensiv bewirtschaftete Flächen boten den Kranichen meist eine höhere Nahrungsdichte (Käfer, Regenwürmer) als intensiv genutzte Felder. Für ein erfolgreiches Management von Kranichrevieren ist, neben der Sicherung des Wasserstandes am Brutplatz, die Extensivierung angrenzender Nutzflächen wegen des besseren Nahrungsangebotes von großer Bedeutung. Aus einer Änderung der industriellen Agrarwirtschaft, wie sie aktuell diskutiert wird, könnten sich positive Impulse nicht nur für die Kranichpopulation ergeben.

5. Zusammenfassung

Im Rahmen eines internationalen Projektes von „Kranichschutz Deutschland“ (NABU, WWF, Lufthansa Umweltförderung) zur Raumnutzung des Kranichs (*Grus grus*) wurden 1996 das Angebot und die Zusammensetzung der Nahrung von Kranichfamilien im mecklenburgischen Brutgebiet untersucht.

Mit Hilfe der Radiotelemetrie wurden die bevorzugten Nahrungsflächen von sechs Kranichfamilien ermittelt. Auf diesen Flächen wurden Kotproben gesammelt, die Vegetation und die Regenwurmdichten aufgenommen sowie Barberfallen zur Erfassung der potenziellen Nahrung gestellt. Die Fallenfänge dienten dem qualitativen Vergleich des epigäischen Arthropodeninventars der Flächen (Nahrungsangebot) und dem Aufbau einer Referenzsammlung zur Identifizierung von Nahrungsrückständen im Kot.

Die Analyse von 88 Kotproben ergab einen im Vergleich zu den Wintermonaten erhöhten Anteil tierischer Nahrung. Die Volumenanteile tierischer und pflanzlicher Rückstände im Kot der Kranichfamilien waren signifikant verschieden. Neben geringen Mengen von Spinnen (Araneida), Wanzen (Pentatomidae), Zweiflüglern (Diptera) und nicht näher identifizierten Insekten wurden vor allem Raupen (Lepidoptera, z. B. *Phytomera gamma*), Heuschrecken (Saltatoria) und Käfer (Coleoptera) gefressen. Käferreste u. a. von *Pterostichus* spec., *Calathus* spec., *Poecilus* spec., *Carabus granulatus*, *Harpalus aeneus*, *H. rufipes* und *Silpha tristis* fanden sich in 62 Proben (70 %). Als Maximum wurden in je einer Kotprobe Reste von 34 Raupen, 7 Heuschrecken bzw. 18 Käfern gefunden. Regenwurmreste (Lumbricidae) konnten im Kot nicht eindeutig identifiziert werden. Ein Speiballen bestand zu 25 % aus Coleoptera-Rückständen (davon: 2 x *Poecilus* spec., je 1 x *Patrobis* spec., *Harpalus* spec., *Propylaea quatuordecimpunctata*) und zu 75 % aus Haaren.

Den größten Anteil an der Pflanzennahrung hatten Weizenkörner (*Triticum* spec., 62 - 198 Körner je Kotprobe mit zählbarem Weizenanteil), daneben wurden andere Pflanzensamen bzw. -früchte (z. B. Brombeeren *Rubus* spec.) sowie grüne Pflanzenteile und kleine Steine aufgenommen.

In den einzelnen Revieren gab es signifikante Unterschiede sowohl in der Fanghäufigkeit von Käfern (Barberfallen) als auch in den Volumenanteilen der Käferreste im Kot. Die Nahrungszusammensetzung der einzelnen Kranichfamilien war unterschiedlich und ist vermutlich in erster Linie auf die Verfügbarkeit potenzieller Nahrung zurückzuführen. Die Kranichfamilien hatten sich in geeigneten Fällen auf temporär vorhandene ergiebige Nahrungsquellen spezialisiert und diese intensiv genutzt.

Für ein erfolgreiches Management von Kranichrevieren ist wegen des besseren Nahrungsangebotes eine eher extensiv ausgerichtete Landnutzung von großer Bedeutung.

Verhalten, Reviergröße, Raumnutzung und Habitatwahl von Kranichfamilien *Grus grus* in Brutrevieren Nordostdeutschlands

Günter Nowald

keywords: Common Cranes, territory size, territory use, habitat selection, food availability, cost- and benefit-effort, radio-tracking, disturbance factors, protection, management

Abstract: Behaviour, territory size, spatial and habitat use of crane families *Grus grus* in Northeast Germany

From 1995 to 2000 we studied territory size, habitat use and habitat selection of Common Crane families *Grus grus* by radio telemetry. The studies were carried out in the region of "Mecklenburg Lakes" and "Nordvorpommern / Northern Pomerania" in northeastern Germany. During rearing their flightless offspring cranes behave inconspicuously. Observations concerning this sensitive part of the cranes' year cycle are therefore extremely rare but this knowledge is of considerable importance for efficient management projects.

20 crane families in different years (14 breeding pairs) were examined. After marking their offspring (five to eight weeks old) with radio transmitters we analysed territory size, habitat use and habitat selection. Their activity was tracked every 5 minutes (null-peak-tracking) Food availability (e. g. by pitfall traps), height and resistance of the vegetation were measured. Habitat types and disturbances with their effects on the behaviour were recorded in a field list.

During feeding crane parents with their flightless offspring used every kind of habitat in their territories (3.2). They preferred wildlife or extensively managed habitats (e. g. wetlands for breeding/sleeping, bogs, forests, fallows, meadows). There, the frequency of habitat use differed significantly from intensively managed agricultural land (e. g. barley, wheat, maize, rape). In most cases, cranes used habitats with the highest food availability more frequently. However, the effect of height and resistance of vegetation was of minor importance, only rape fields were strictly avoided - due to the high, intertwined and dense vegetation structure.

Between the end of June and the beginning of August the mean size of territories used by crane families was 69,7 ha (max. = 131,8 ha; core-convex-polygon-method). Using additional data, e. g. co-ordinates of the juveniles at the moment of catching, we analysed a mean territory size of 82,6 ha (max. = 135,3 ha), but the difference was not significant. The number of offspring did not significantly influence territory size either. Habitat preference for territory centres mostly based on the favourable availability of

food (3.3.1 - 3.1.12). According to the situation cranes opportunistically exploited food supplies, which were temporarily rich, by using a “searching image”.

In spite of annual changes on agricultural cultivation, crane families used the same places within their territories year by year. This aspect confirms observations on the fidelity of partnership (monogamy) and territory. The area used in several years measured up to 147,3 ha. Exceptionally, a marginal overlap of neighbouring territories occurred.

During foraging crane families moved 3,6 to 27,6 km per day (mean distance 14,6 km/day). Cranes were active from just before sunrise up to sunset. They moved the whole day apart from occasional breaks. Except two families, which did not move back to their breeding place for some days due to disturbances, all cranes returned to the nesting place for spending the night. At night we did not investigate any movements.

The qualitatively most conspicuous type of disturbance was farming, which took place in the territories of 11 crane families. Harvesting of meadows and crops usually took several days, at least one day. These human activities influenced the habitat use of cranes significantly. Roads and road traffic equally caused a loss of feeding area. Crane families kept a mean distance of 308 m to country roads and 141 m to national highways. The estimated effect of roads was less in comparison to farming. We found considerable effects because of hunting (e. g. 3.1.5), whereas air traffic caused minor reactions only.

Mortality of juvenile cranes was due to road- and railway traffic, power lines, barbed wire, hunting and predation. Mortality due to the lack of food was insignificant.

Future landscape planning should consider the large space crane families require for a successful reproduction. Planners should calculate an area of at least 150 ha. Nature conservation has to prevent new traffic structures, buildings (e .g. wind turbines) or power lines at least in areas with a high density of cranes.

At the edge of their breeding range or in those areas with a low crane density nature conservationists should develop contracts to support extensive farming for increasing the food availability for new crane settlements. Meadows should be cut in stages. The water level in the breeding place should keep an appropriate level during summer. Hunting of wild boars, deers, foxes and other predators needs to be avoided in the whole territory between March and the end of July.

This is a project of “Crane Protection Germany”, a working group of the German Society for Nature Conservation (NABU), the World Wide Found for Nature (WWF) and Lufthansa.

1. Einleitung

Nach einem erfreulichen, kontinuierlichen Bestandsanstieg brüten wieder etwa 3300-3400 Kranichpaare in Deutschland (vgl. MEWES et al. 2003, unveröff. Daten Kranichschutz Deutschland). In einer "idealen Situation" besiedeln Vögel zunächst die geeignetsten Bruthabitate (vgl. FRETWELL & LUCAS 1970). Graukraniche errichten ihre Nester in der mitteleuropäischen Kulturlandschaft in naturnahen Bereichen, überwiegend in feuchten Buchenwäldern mit Erlenbrüchen (MEWES 1995). Seit über zehn Jahren werden im deutschen Verbreitungszentrum, in Mecklenburg-Vorpommern und Brandenburg, zunehmend auch kleinere Sölle in der offenen Landschaft, Toteishohlformen der letzten Eiszeit, als Brutplatz genutzt (WILKENING 2003). Im Gegensatz dazu sind Vögel an ihren Verbreitungsgrenzen stenotop und meiden suboptimale Bruthabitate (HILDÉN 1965). Die Wahl der Bruthabitate wird von verschiedenen proximalen und ultimativen Faktoren bestimmt, z. B. Nahrungsangebot, Einfluss von Habitatrequisiten („morphologische Zwänge“), Schutzmöglichkeiten vor Feinden und intra- und interspezifische Konkurrenz (BLOCK & BRENNAN 1993, HILDÉN 1965).

Zur Reproduktionsbiologie des Graukranichs sind überwiegend Details aus der Brutphase bekannt (CRAMP & SIMMONS 1980, LUNGGREN 1990, MEWES 1995, 1996, 1999, MOLL 1972, 1994, PRANGE 1989). Nach einer Bebrütungsdauer von durchschnittlich 30 Tagen schlüpfen meist zwei Junge. Das Brüten erfolgt durch das Weibchen und das Männchen, welche sich regelmäßig abwechseln. Der Nachwuchs wird zunächst in unmittelbarer Nestumgebung gefüttert (MOLL 1972, POTTHOF 1998, eig. Beobachtungen). Doch nach einigen Tagen entfernen sich die Vögel immer weiter vom Brutplatz (vgl. STEINKE 1974). Da sie sich während der Jungenaufzucht äußerst unauffällig verhalten, sind sie für den Beobachter dann selten sichtbar (LIBBERT 1967, FLADE & JEBRAM 1995, NOWALD 2001). Informationen zur Habitatnutzung und Reviergröße sowie über ihre Ansprüche an die Nahrungshabitate sind kaum vorhanden (ALHAINEN 1999, CRAMP & SIMMONS 1980, MOLL in GLUTZ VON BLOTZHEIM 1994, PRANGE 1989).

Daher werden mit Hilfe des „radio tracking-Projektes“, eines Forschungsprojekts der Arbeitsgemeinschaft „Kranichschutz Deutschland“ (NABU, WWF, Lufthansa Umweltförderung), fehlende Erkenntnisse zur Jungenaufzucht von Kranichen im Brutrevier gewonnen, um effiziente Schutz- und Managementkonzepte für diese sensible Phase zu entwickeln. Die Komplexität ökologischer Zusammenhänge innerhalb eines Kranichterritoriums verlangt einen vielschichtigen Untersuchungsansatz, der die miteinander verflochtenen Wechselbeziehungen verschiedener Umweltfaktoren erfasst. Dafür werden das Verhalten und die Bewegungen von Kranichfamilien im Brutrevier analysiert und mit den vorhandenen Umweltbedingungen in Beziehung gebracht. Von besonderem Interesse sind die Wirkungen der Nahrungsverfügbarkeit, die Vegetationsdichte und der Vegetationswiderstand, die Requisitenausstattung sowie Störereignisse in ihrer Wirkung auf die Reviergröße und die Habitatnutzung. Hier steht folgende Hypothese im Vordergrund: Eine hohe Nahrungsdichte bzw. eine gute Nahrungsverfügbarkeit, ein

geringer Vegetationswiderstand und eine nicht zu hohe Vegetation sollte zur Bevorzugung bestimmter Revierbereiche führen.

Für den Kranichschutz sind die Wechselwirkungen zwischen anthropogener Raumbegrenzung und dem Raumbedarf von Kranichfamilien von besonderer Bedeutung.

2. Material und Methoden

Besendern: In Europa werden von den jeweiligen nationalen Teams Kraniche einheitlich nach den Vereinbarungen der European Crane Working Group beringt. NOWALD et al. (1996) beschrieben die Fangmethode und das Beringungssystem.

Im Rahmen dieses Projektes wurden in Deutschland 1995 fünf, 1996 18, 1997 17, 1998 15, 1999 11 und 2000 15 Vögel zusätzlich zur Beringung mit Sendern versehen. Die 2 bis 3 kg schweren Jungvögel erhielten einen Sender von etwa 30 g (Typ: TW 3; Frequenzbereich zwischen 148 und 149 Mhz; Firma BIOTRACK, Wareham, England). Die Empfangsdistanzen schwankten je nach Bodenrelief und Vegetation zwischen zwei und sieben Kilometern. Die Kapazität der Batterie reichte für eine Sendedauer von max. 2 Jahren bei einer Impulsdauer von 15 ms, einer Leistung von 0,001 W und einer Impulsfrequenz von 1-2 Hz. Die Sender wurden mit handelsüblichem Sekundenkleber auf dem 6 cm langen blauen Landesring über dem Intertarsalgelenk am linken Bein befestigt (vgl. MELVIN et al. 1983; KENWARD 1987; MELVIN & TEMPLE 1987; ANDERKA & ANGEHRN 1992). Die größeren Vögel erhielten einen Sender von etwa 65 g (Typ: TW 3, TW 5; Batteriekapazität für etwa 4 Jahre; Abb. 1) mit einer Rucksackbefestigung auf dem Rücken (vgl. MELVIN et al. 1983; KENWARD 1987). Dabei wurden die Sender mit einem 1 cm breiten, elastischen schwarzen Hosengummi zwischen beiden Flügeln auf dem Rücken befestigt. An der Kreuzungsstelle der Rucksackgurte im Bereich des Sternums und an den Befestigungshülsen der Sender wurde das Trägersystem bis 1998 mit Hilfe eines Zwei-Komponenten-Kunststoffes gegen ein mögliches Verrutschen der Sender gesichert.



Abb. 1: Jungkraniche nach dem Besendern und Beringen. Nur die Antenne des mit einer Rucksackhalterung befestigten Senders war zu erkennen.

Zahlreiche Autoren untersuchten den Einfluss von Telemetriesendern auf das Verhalten von Vögeln (u. a. GESSAMAN & NAGY 1988, HOUSTON & GREENWOD 1993, WARD & FLINT 1995). Grundsätzlich steigt die Belastung der Vögel mit zunehmendem Sendergewicht, welches 5 % des Vogelgewichtes nicht überschreiten soll. Zum Zeitpunkt des Beringens lag das Gewicht des Senders in der vorliegenden Studie unter 2 % des Körpergewichtes der Jungkraniche. Da die Vögel zu diesem Zeitpunkt noch flugunfähig waren, war der Einfluss des Sendergewichtes noch unbedeutender. Ein geringer Effekt auf die Jungvögel war nicht vollständig auszuschließen. Änderungen im Verhalten im Vergleich von besenderten zu unmarkierten Geschwistern oder anderen Jungkranichen waren in keinem Fall zu beobachten. Die auf dem Rücken befestigten Sender, scheinen auch bei der Fortpflanzung keinen bedeutsamen Einfluss zu haben. Zumindest verhinderten sie nicht die erfolgreiche Paarung, wie Beobachtungen besendeter Kraniche mit Nachwuchs zeigten (NOWALD et al. in Vorb.).

Tracking: Das Anpeilen der Kraniche im Brutrevier erfolgte jeweils von zwei Antennenstationen aus, die an günstigen Positionen in der Landschaft aufgebaut wurden (Abb. 2). Der Abstand zum Kranichrevier betrug etwa einen Kilometer, um das Verhalten der Vögel nicht zu beeinflussen. Für die Wahl des Standorts waren die Kriterien Signalempfang, Signalrichtung, Übersichtlichkeit und Erreichbarkeit des Untersuchungsraums ausschlaggebend. Die Empfangsqualität der Signale wurde durch das Aufstellen der Antennenstation auf möglichst hohem Geländeniveau, z. B. auf einer Kuppe und zusätzlich auf dem Fahrzeugdach (Abb. 2), optimiert. Der Winkel, der bei der Kreuzpeilung zwischen dem besenderten Kranich und den beiden Empfangsstationen entstand, sollte im Bereich zwischen 45° und 90° liegen, um Peilfehler gering zu halten. Ein übersichtliches Gelände erlaubte häufigere und bessere Verhaltensbeobachtungen. Wegen der umfangreichen Ausrüstung wurde dafür gesorgt, dass die Station möglichst mit einem Fahrzeug erreichbar war.



Abb. 2: Antennenstation auf dem Dach des Beobachtungsfahrzeuges.

Eine Antennenstation bestand aus einem Empfänger (Stabo XR 100 bzw. YAESU FT-290 R/II, Ersatzreceiver AVM LA 12 DS) und dem Antennensystem (ein 2-Wege-180°-Antennenkoppler, zwei 3-Element Flexa-Yagi Antennen vom Typ FX 205V), das auf einen 3 m langen glasfaserverstärkten Kunststoffkastenträger montiert war. Diese

Komponenten wurden auf einem schweren Stativ befestigt. Peilwinkel konnten von einer 360°-Skala am Drehkopf direkt abgelesen werden.

Für ein genaues Peilen der besenderten Kraniche wurde das Verfahren der **"Null-Peak-Peilung"** genutzt. Dabei waren die parallel orientierten Richtantennen phasenverdrehbar zusammengeschaltet. Es resultierte ein extrem steiflankiges Minimum in Senderrichtung. Im Idealfall wurde das Signal sogar vollkommen ausgelöscht. Die Peilgenauigkeit mit diesem System liegt bei $\pm 0,5^\circ$ (AMLANER 1980). Bei dem radio tracking nach dem Prinzip der Maximum- oder Minimumpeilung, bei dem mit nur einer Richtantenne gearbeitet wird, liegt der Fehler bei 3° - 10° (vgl. KENWARD 1987).

Für die spätere Georeferenzierung der Peilungen wurden zwei Referenzsender in der Reviernähe der Kraniche positioniert. Mit deren Hilfe wurde der Korrekturwinkel für die Dateneingabe der einzelnen Antennenstationen berechnet, d.h. die Abweichung bzw. der Versatz der Antennenanlage zum geografischen Nordpol.

Die Freilanduntersuchungen erfolgten je Kranichfamilie im Block von je drei Tagen, ab 1996 im Block von je vier Tagen. Die Länge des Untersuchungszeitraumes stellte einen Kompromiss zwischen der Anzahl der Kranichfamilien und der zur Verfügung stehenden Zeit dar, welche durch das Erreichen der Flugfähigkeit der Jungkraniche limitiert wurde. Der Vormittag des ersten Tages diente dem Aufbauen sowie dem Einrichten der Antennenanlage. Gegen Mittag begann das Anpeilen der besenderten Vögel. Alle fünf Minuten bis 21.30 Uhr (MESZ) bzw. bis zum Aktivitätensende der Kranichfamilie (NOWALD et al. 2002) erfolgte synchron von beiden Antennenanlagen jeweils eine Peilung. Für eine genaue Synchronie sorgten Funkuhren. Nachts erfolgte mindestens je eine Peilung um 23.00 Uhr, 24.00 Uhr und 1.00 Uhr. An den folgenden Tagen wurde ganztägig ab 4.15 Uhr bis 21.30 Uhr im Fünf-Minuten-Rhythmus je ein Peilwinkel ermittelt. In Abhängigkeit von der Dauer der Aktivitätsphase der Kraniche wurde das Ende der Datenaufnahme verlängert bzw. verkürzt. Nachts erfolgten wiederum Peilungen um 23.00 Uhr, 24.00 Uhr und 1.00 Uhr. Am vierten Tag wurden projektbezogene Standortfaktoren erfasst. Bei Gewittern, stärkeren Niederschlägen oder bei technischen Schwierigkeiten wurde das Tracking gelegentlich kurz unterbrochen, so dass die rechnerisch mögliche Anzahl an Peilungen je Telemetrie-Einheit nicht in allen Fällen erreicht wurde.

Zwischen beiden Stationen bestand Kontakt über Sprechfunkgeräte (BOSCH HF G 88). Abschließend wurden die Positionen der Antennenanlagen und der Referenzsender im Untersuchungsgebiet mit Hilfe eines Laser-Entfernungsmessgerätes (JENOPTIK LEM 300) eingemessen.

Zur Berechnung der Reviergröße wurden zusätzliche Peilungen, die außerhalb des Zeitfensters der einzelnen Telemetrie-Blöcke erfolgten, z. B. Aufenthaltsorte der Jungen im Revier zum Zeitpunkt des Fanges ergänzt und mit den während der Telemetrie-Blöcke ermittelten Reviergrößen verglichen.

Die Datenaufnahme erfolgte von 1995 bis 1998 an 13 Kranichfamilien im Landkreis Parchim, Mecklenburg-Vorpommern. Die Paare gehörten der Population an, deren Vögel ab Mitte August, nach dem Verlassen der Brutreviere, am Kranichsammel- und -rastplatz "NSG Langenhägener Seewiesen" eintrafen (NOWALD & MEWES 1996). Im

Jahr 2000 wurde ein Paar im Landkreis Nordvorpommern untersucht. Die Familie nutzte ab dem 12.09.2000 den Schlafplatz Kirr in der Bock-Rügen-Region (NOWALD et al. 2000). Bei zwei Familien erfolgten die Untersuchungen in drei Jahren, bei zwei weiteren jeweils in zwei Jahren und bei zehn Kranichfamilien jeweils in einem Reproduktionszyklus. In die Auswertung gingen 8024 radio tracking Datensätze ein.

Bearbeiten der Peildaten: Die Peildaten wurden unter Berücksichtigung der mit Hilfe von Referenzsendern errechneten Korrekturwinkel in die Datenbank der Software "Tracker 1.1" (RADIO LOCATION SYSTEMS AB, Stockholm, Schweden) überführt. Im „Triangulations-Modus“ werden die Schnittpunkte der korrespondierenden Peilwinkel in Koordinaten umgerechnet. Als Kartengrundlage (bzw. Geländeübersicht) dienten digitalisierte Messtischblätter M 1:10000 und 1:25000 sowie Luftaufnahmen. Diese wurden mit dem Programm TRACKMAP (RADIO LOCATION SYSTEMS AB, Stockholm, Schweden) georeferenziert und zu Tracker importiert.

Reviergrößen wurden mit Hilfe der "Core Convex Polygon Methode" (CCPM) analysiert. Bei der CCPM wurden die äußersten Positionen ermittelt, miteinander verbunden und die entstandene Fläche berechnet. Die CCPM (vgl. KENWARD 1987) wurde im Vergleich zur Harmonic-Mean-Methode (DIXON & CHAPMAN 1980) oder Kernel-Methode (WORTON 1989) wesentlich häufiger zur Berechnung von Reviergrößen genutzt. So sind die Ergebnisse mit denen anderer Untersuchungen eher zu vergleichen. Auf einen Test zur Analyse der Unabhängigkeit der Ortungen (Schoener Index; SWIHART & SLADE 1985) wurde verzichtet, da die Peilungen im Fünf-Minuten-Takt erfolgten.

Im „Simulationsmodus“ konnten die Bewegungen des besenderten Vogels auf dem Monitor zur nachträglichen Erfassung der Habitatnutzung verfolgt werden (n = 7812 Datensätze bei 18 Kranichfamilien). Die tägliche Laufstrecke der Kranichfamilien wurde ebenfalls mit diesen Daten berechnet. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die errechneten Distanzen kürzer sind als die tatsächlich zurückgelegten Strecken, da kleinere Bewegungen zwischen den Fünf-Minuten-Intervallen der Peilungen methodisch bedingt nicht erfasst wurden. Die Laufdistanz wurde während der Aktivitätsphase der Vögel, die mit dem Sonnenaufgang begann und kurz vor Sonnenuntergang endete (über 15 Stunden) zurückgelegt. Zusätzlich wurden die verschiedenen Mobilitätsphasen der Kraniche im Verlauf des Tages ermittelt. Zeitblöcke, bei denen keine messbaren Standortveränderungen in einer Zeit von mindestens 15 min Dauer vorlagen, wurden als Tageszeiten mit Lokomotionsunterbrechung definiert.

Mit der Software-Option "Distance" wurden Abstände zu Straßen oder Standortveränderungen nach Störreizen berechnet. Abstände zu mobilen Störreizen wurden nur dann ermittelt, wenn die Position des Störreizes zum Zeitpunkt einer sichtbaren Wirkung im Verhalten, z. B. durch ein Ausweichen der Kraniche, genau lokalisiert war.

Habitattypen, Nahrungsangebot und -verfügbarkeit: Für die gezielte Untersuchung von Nahrungsangebot und -verfügbarkeit im Kranichrevier erfolgte noch im Gelände eine Kurzauswertung der Peildaten mit Hilfe eines Laptop-Computers. Dies vermittelte einen ersten Eindruck von der Revierausdehnung und -nutzung. Auf dieser Grundlage wurden die verschiedenen genutzten Habitattypen, z. B. Maisacker, Weizenfeld oder Wiese, im Kranichrevier kartiert und die Position für die Barberfallen festgelegt. In den Abbildungen zur landwirtschaftlichen Flächennutzung wurden die Standorte der Barberfallen numerisch dargestellt. Sie unterscheiden zusätzlich Flächen mit gleicher Bewirtschaftung, z. B. Fläche Mais (1) und Fläche Mais (2). Zur Vegetationsaufnahme siehe NOWALD & FLECKSTEIN (2001) und SCHULMEYER (1997).

Vegetationshöhe: Entlang einer Linie durch einen Habitattyp wurde alle fünf Meter die Pflanzenhöhe mit einem Zollstock ermittelt. Die Stichprobengröße betrug jeweils mindestens 20 Messungen (bei homogenen Flächen, z. B. Weizenfelder) bis maximal 45 Messungen (bei inhomogenen Flächen, z. B. Brachen).

Vegetationswiderstand: Um den Vegetationswiderstand darzustellen, wurde nicht die Vegetationsdichte ermittelt (z. B. MÜHLENBERG 1993, BIBBY et al. 1995). Vielmehr wurde ein neues Verfahren entwickelt, welches in der Literatur bisher nicht zitiert wurde. Zur Simulation des Vegetationswiderstandes auf einen laufenden Kranich, wurde ein Probekörper im langsamen Schrittempo (ca. 3-4 km/h) durch die Vegetation gezogen. Dafür wurde ein zwei Meter langes Zugseil, an dessen Ende eine „Pesola“-Federwaage (Messbereiche: 0-300 g bzw. 0-5000 g bei Widerständen > 300 g) angebracht war, an einen 150 g schweren Ball mit einem Umfang von 0,7 m befestigt. Entlang einer Linie wurden mindestens 25 Daten je Habitattyp im Abstand von fünf Metern erhoben. Die Widerstandskraft ($F = m \times g$) wurde an der „Pesola“-Federwaage abgelesen.

Barberfallen: Je Habitattyp wurden fünf Barberfallen (BARBER 1931) ausgebracht, mit deren Hilfe sich ein Teil der epigäischen Fauna erfassen ließ (MÜHLENBERG 1993).



Abb. 3: Barberfallen in der Fahrspur für Bearbeitungsmaschinen innerhalb eines Gerstenfeldes und Detailansicht einer Barberfalle.

Die Bechergläser mit einem Öffnungsdurchmesser von 7 cm wurden in einem Abstand von je 10 m in einer Linie angeordnet. Während des Eingrabens waren die Gläser zum Schutz vor möglicher Verschmutzung mit einem Deckel verschlossen. Der obere Rand des Fanggefäßes schloss genau mit dem Bodenniveau ab. Der Überschuss an Erde wurde aus der unmittelbaren Fallenumgebung entfernt. Die Gläser wurden zu 2/3 mit Renner-Lösung (40% Ethanol, 30% Wasser, 20% Glyzerin, 10% Eisessig, Tenside) befüllt und anschließend mit einem grünen Regendach in einer Höhe von 3 cm über der Fallenoberkante abgedeckt (vgl. KASSENBRÖCK et al. 1991). Nach einer Expositionszeit von sieben Tagen wurden die Fanggefäße aus dem Gebiet entfernt und die entstandenen Löcher mit Erde aufgefüllt. Die Fallenfänge wurden für jeden Habitattyp getrennt in einem mit 70%igem Ethanol gefüllten Aufbewahrungsgefäß zusammengeführt.

Auswerten der Fallenfänge: Jedes gefangene Individuum wurde so genau wie möglich taxonomisch eingeordnet, überwiegend bis zur Art bestimmt (ARNOLD 1979, BELLMANN 1985, BROHMER 1988, CHINEY 1987, DIEL et al. 1988, FREUDE et al. 1974, STRESEMANN 1974, TRAUTNER 1989). Für jeden Fallenstandort wurde je Taxon die Zahl der Individuen ermittelt. Bei Käfern wurde zusätzlich die Körperlänge der Tiere millimetergenau gemessen und für jede Art und Fallenstandort addiert, um einen "Biomasse"-Vergleichswert für die einzelnen Flächen zu erhalten. Im Rahmen dieser Studie wurde nur die Ordnung der Käfer (Coleoptera) betrachtet, da nur wenige Vertreter anderer Taxa gefangen wurden. Es ist zu berücksichtigen, dass mit dem Fang der Barberfallen keine Populationsdichten, sondern nur eine Aktivitätsdichte errechnet werden kann (vgl. MÜHLENBERG 1993). Die Aktivitätsdichte (vgl. ULMANN 1991) ist eine Größe, die von der Beweglichkeit, Aktivität und Häufigkeit einer Art bestimmt wurde. Sie ist für den Vergleich verschiedener Fallenfänge, die in technisch gleicher Weise gewonnen wurden, anwendbar.

Konzentrationen bestimmter Nahrungsorganismen: Auffällige Konzentrationen bestimmter Nahrungsorganismen, z. B. Raupen, wurden entlang einer Linie mit der Punkttaxierung erfasst (BIBBY et al. 1995). Alle fünf Meter wurde jeweils eine Probefläche von 50cm x 50cm ausgezählt. NOWALD & FLECKSTEIN (2001) beschrieben die hier angewendete Methode zur Erfassung von Heuschrecken (Saltatoria), Regenwürmern (Lumbricidae, s. Abb. 4) und Froschlurchen (Ecaudata).



Abb. 4: Erfassen der Regenwurmdichte (Lumbricidae) innerhalb eines Erdblockes von 0,25 x 0,25 x 0,20 m³ durch Handauslese.

Statistik: In Abhängigkeit der verschiedenen Anwendungsfälle kamen der Wilcoxon-Mann-Whitney U-Test, der One-Way-ANOVA bzw. Kruskal-Wallis-ANOVA bei nicht normalverteilten Daten und der χ^2 -Test zum Einsatz.

Häufig verwendete Abkürzungen:

CCPM	Core Convex Polygon Methode
HNI	Habitatnutzungsintensität
NSG LHSW	Naturschutzgebiet Langenhägener Seewiesen
SA, (SU)	Sonnenaufgang, (Sonnenuntergang)
Akt.-beginn, (-ende)	Aktivitätsbeginn (Aktivitätsende)
Bk, Bu, G, R, Y, W	schwarz, blau, grün, rot, gelb, weiß (Ringfarben)

3. Ergebnisse

3.1 Reviergröße, Habitat und Raumnutzung einzelner Kranichfamilien

Nachfolgend werden die Ergebnisse zur Reviergröße, Landnutzung, Revier- und Habitatnutzung, Nahrungsverfügbarkeit sowie Störreize und deren Wirkungen dargestellt.

3.1.1 Brutpaar Techentin 1995-1997

Reviergröße, Landnutzung, Aktivität: Während des Untersuchungszeitraumes im Jahr 1995 betrug die Revierausdehnung des Kranichpaares bei Techentin 1,15 km x 1,4 km (Nord-Süd x West-Ost). Vom 27.06.-06.07.95 nutzte die Familie eine Revierfläche von über 103 ha (CCPM – „Core Convex Polygon Methode“, vgl. Tab. 1). Der Maximalwert der täglichen Flächennutzung betrug 68,9 ha, die entsprechende zurückgelegte Laufstrecke 12,6 km.

Vom 08.-10.07.96 fand der Nahrungserwerb auf einer Fläche von etwa 50 ha bei einer Revierausdehnung von 0,9 km x 0,85 km statt. Im Juli war der Brutplatz bereits so trocken, dass die Vögel diesen nicht mehr als Schlafplatz nutzten und die Kreisstraße in dieser Zeit nicht mehr überquerten. Als Schlafplatz diente ein Feuchtgebiet im SW-Teil des Reviers. Unter Einbeziehung des Brutplatzes als einen Datenpunkt betrug die Reviergröße ca. 77 ha. Die maximale täglich genutzte Revierfläche betrug 38 ha, die zurückgelegte Laufstrecke 14,4 km.

Während des Trackings vom 28.-30.07.97 erfolgte der Nahrungserwerb auf einer Fläche von 62,3 ha (0,67 km x 1,3 km) bei einer maximalen täglichen Laufstrecke von 12,3 km. Am 28.07.97 diente das Feuchtgebiet im SW-Teil des Reviers, an den folgenden Tagen der Brutplatz als Schlafplatz. Am 29.07. überquerten die Vögel die Kreisstraße zwischen 11.25 und 11.30 Uhr und suchten im östlichen Bereich des Reviers nach Nahrung. Am 30.07. wechselte die Familie zwischen 7.40 und 7.45 Uhr

von der Wiese zum Weizenfeld, um zwischen 11.20 und 11.25 Uhr auf die Wiese zurückzukehren.

In den drei Untersuchungsjahren beanspruchte das Techentiner Kranichpaar mit seinen Nachkommen eine Fläche von insgesamt 147,3 ha, davon wurden 42,8 ha (Fläche innerhalb des blau-roten Polygonzuges im Zentrum des Reviers) in allen Jahren genutzt (Abb. 5).

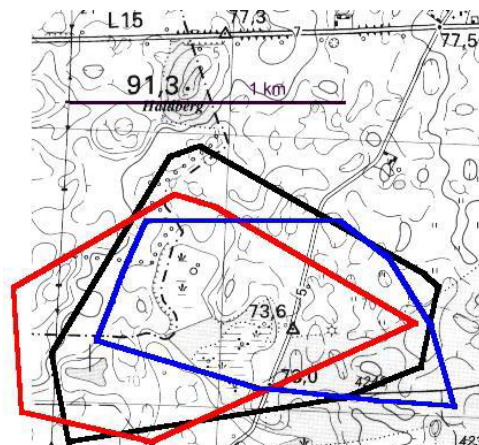


Abb. 5: Raumnutzung der Techentiner Kranichfamilie. Reviergrenzen nach der CCPM von 1995 (schwarz), 1996 (rot) und 1997 (blau).

Tabelle 1: Reviergröße und Aktivitätsmerkmale der Kranichfamilie Techentin.

Datum	Tracking-Zeit	Anzahl Peildaten N	Reviergröße [ha] bei x % der Daten innerhalb des Polygonzuges			Laufstrecke [km]	¹ SA	¹ SU	Akt.-beginn	Akt.-ende
			100 %	90 %	80 %					
1995										
27.06.	13.00-21.30	102	64,9	50,0	31,4	8,6	4.44	21.50		21.00
28.06.	4.30-24.00	205	61,8	34,4	13,0	12,3	4.45	21.49	4.40	21.25
29.06.	9.45-14.00	48	11,4	9,1	5,2	4,9	4.45	21.49		
04.07.	14.15-23.45	68	20,7	20,0	20,0	4,3	4.49	21.47		20.50
05.07.	4.30-20.55	184	68,9	66,2	52,1	12,6	4.50	21.47	4.45	20.05
06.07.	8.40-15.00	77	21,7	9,3	6,7	4,3	4.51	21.46		
27.06.-06.07.		686	103,2	87,5	44,2					
1996										
08.07.	15.30-22.00	54	25,1	20,3	19,5	4,5	4.53	21.44		21.30
09.07.	4.55-21.05	167	38,0	23,4	13,8	14,4	4.54	21.44	5.10	21.00
10.07.	5.15-20.20	182	32,3	26,7	22,2	9,0	4.55	21.43		20.05
08.07.-10.07.		402	48,7	34,4	27,7					
26.06.-10.07.		403	² 77,2							
1997										
28.07.	17.15-23.00	33	16,8	3,0	2,2	2,7	5.21	21.19	< 4.45	>20.00
29.07.	4.45-20.00	172	53,6	39,4	38,4	12,3	5.22	21.18	< 4.45	>20.00
30.07.	4.45-20.00	181	33,8	22,0	15,9	11,2	5.24	21.16	4.55	>20.00
28.07.-30.07.		386	62,3	48,4	32,6					

¹ nach Angaben des Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrographie

² berechnet unter Berücksichtigung des zuvor genutzten Brutplatzes

Die Aktivitätsphase begann meist kurz vor Sonnenaufgang und endete mindestens 25 min vor dem Sonnenuntergang (Tab. 1). Am 27.06.95, am 29.06.95, am 09.07.96 und am 28.07.97 waren die Familien während der gesamten Untersuchungszeit mobil (Abb.

6). An den anderen acht Untersuchungstagen wurden 19 Zeitblöcke, bei denen keine messbare Standortveränderung in einer Zeit von mindestens 15 min Dauer vorlag, herausgefiltert. Vor 6:00 Uhr und nach 18:00 Uhr wurden keine Zeitblöcke ohne Standortveränderungen erfasst. Die Verteilung der Zeitblöcke zeigt keine bevorzugten Tageszeiten für Mobilitätsunterbrechungen an. Nachts erfolgten keine messbaren Standortveränderungen.

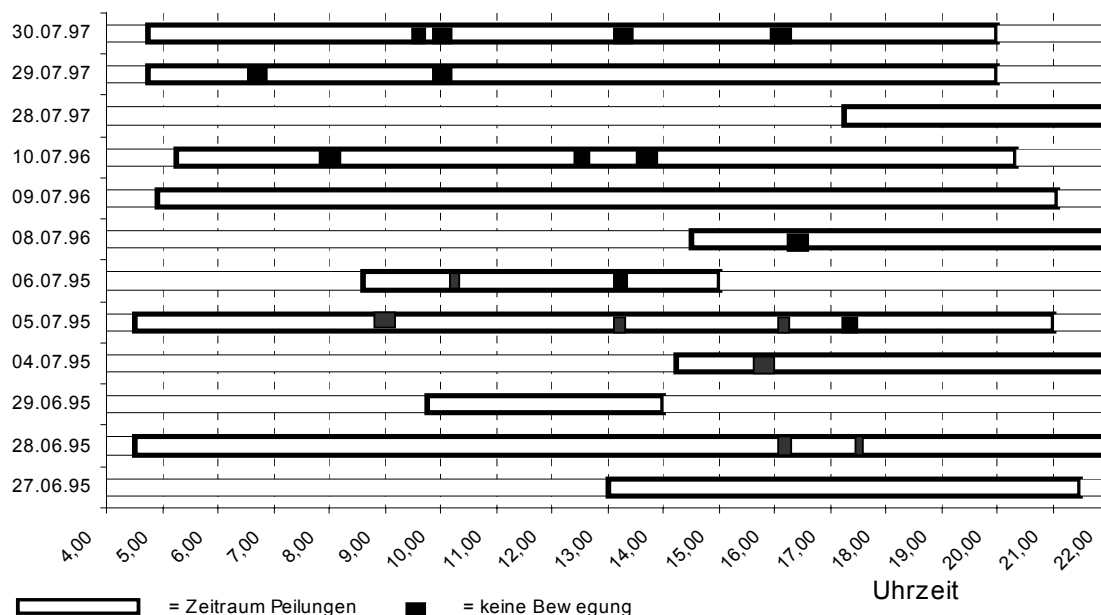


Abb. 6: Verteilung der Zeitblöcke, bei denen keine messbare Standortveränderung in einer Zeit von mindestens 15 min Dauer vorlag (= keine Bewegung).

Die landwirtschaftliche Flächennutzung änderte sich in den Jahren 1995-97 (Abb. 7). Für die Reviergröße und die Habitatnutzung ist vor allem die Umwandlung der Grünlandbrache in Mais (2) sowie die Änderung der Nutzung von Weizen im Jahr 1995 in Mais (1) im Jahr 1996 von Bedeutung. 1997 wurden die Flächen Mais (2) und Brache mit Weizen bestellt.

Die heterogene Verteilung der Peilpunkte (Abb. 8) deutet auf das Bevorzugen bestimmter Bereiche bzw. Flächen hin. Rechnerisch wurde diese Beobachtung bestätigt. So lagen 1995 80% der Peilungen innerhalb einer Fläche von 44,2 ha (42,8% der genutzten Revierfläche), 1996 waren 80% der Peilungen auf 27,7 ha (56,9% der Revierfläche) und 1997 auf 32,6 ha (52,3% der Revierfläche; vgl. Tab. 1).

1995 wurden insbesondere Grünlandbrache (Brache (2), 36,4% der Peilungen, Abb. 7, 7, 8), das Maisfeld (Mais (1), 23,9%) und das Moor (12,9%) genutzt. Die an dem Brutplatz angrenzende Mähwiese wurde nur zu 9% aufgesucht. Diese Verteilung weicht signifikant von den Erwartungswerten bei habitattypenunabhängiger Nutzung ab ($\chi^2=316,2$; $df=8$, $p<0,001$). Lediglich im direkten Flächenvergleich Brache (2) zu Mais (1) liegt kein signifikanter Unterschied vor ($\chi^2 2,85$; $df=1$, $p>0,05$).

Revier- und Habitatnutzung: Die Techentiner Kranichfamilie nutzte das Revier 1995, 1996 und 1997 nicht gleichmäßig.

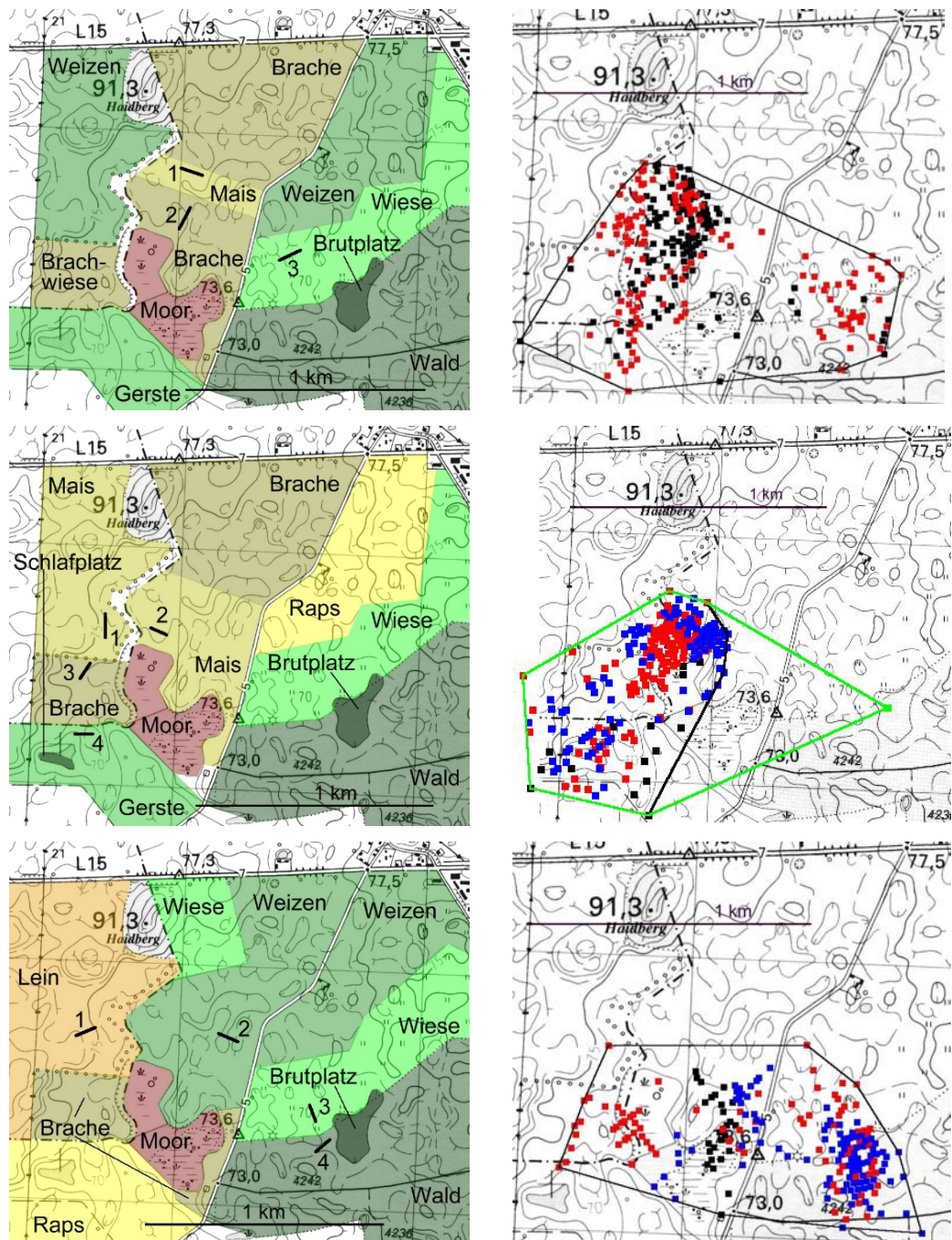


Abb. 7 (links): Landwirtschaftliche Flächennutzung und die Standorte der Barberfallen 1-3 bzw. 1-4 im Kranichrevier Techentin 1995 (oben), 1996 (Mitte) und 1997 (unten).

Abb. 8 (rechts): Raumnutzung der Kranichfamilie Techentin (1995: 28.06. schwarz n=205, 05.07. rot n=184; 1996: 08.07. schwarz n=54, 09.07. rot n=167, 10.07. blau n=182; 1997: 28.07. schwarz n=33, 29.07. rot n=172, 30.07. blau n=181) und Reviergröße nach der CCPM (1996: grün = unter Berücksichtigung des Brutplatzes).

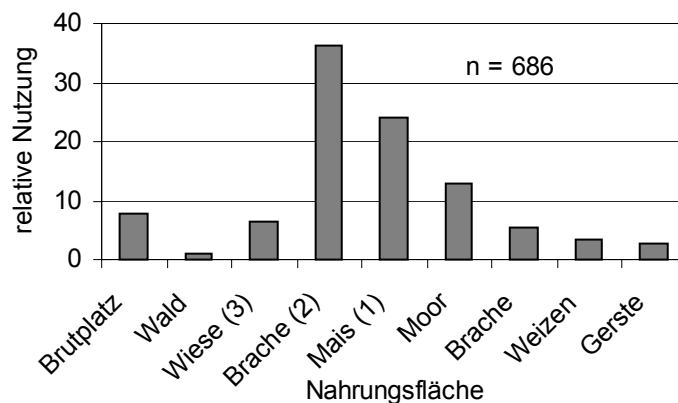


Abb. 9: Flächennutzung der Techantiner Kranichfamilie in der Zeit vom 27.06.–06.07.95.

Im Jahr 1996 wurde vor allem das Maisfeld (Mais (2), 48%) genutzt. Ein Jahr zuvor lag diese Fläche als Grünland brach (= Brache 2). Auf anderen Flächen hielten sich die Kraniche vergleichsweise wenig auf, z. B. auf Gerste (15,7%) oder auf dem Maisfeld (Mais (1), 6,7%). Der χ^2 - Anpassungstest ergab auch für das Jahr 1996 eine signifikante Abweichung von der Gleichverteilung ($\chi^2=301,8$; $df=5$, $p<0,001$). Der direkte Flächenvergleich mit Hilfe des 4-Felder χ^2 - Tests ergab für alle Paarungen signifikante Abweichungen. Auch der Vergleich der einzelnen Untersuchungstage zeigte Unterschiede in der Nutzungsintensität eines Habitattyps. Dabei wurde aber auch die zuvor beschriebene Bevorzugung bestimmter räumlicher Bereiche deutlich, z. B. der Brache (1) im Jahr 1995, die im Jahr 1996 mit Mais bestellt war (vgl. Abb. 7, 8, 10).

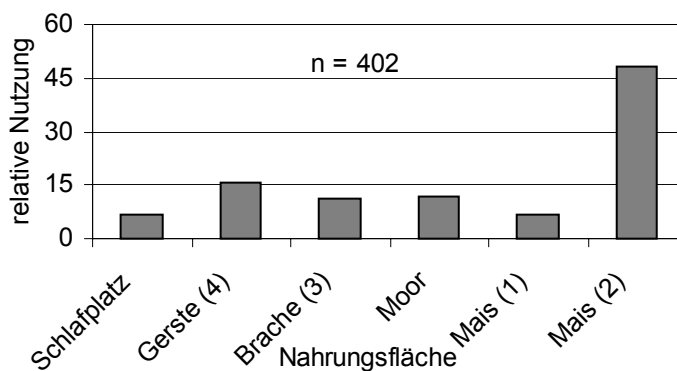


Abb. 10: Flächennutzung der Techantiner Kranichfamilie in der Zeit vom 08.-10.07.96.

1997 erfolgte der Nahrungserwerb überwiegend im Buchen-Eichen-Mischwald (25,5%), auf der vorgelagerten Wiese (24%) und dem Weizenfeld (Weizen (2); 20,3%; westl. der Kreisstraße, vgl. Abb. 7, 8, 11, Vegetationsparameter s. Tab. 2). Der χ^2 - Anpassungstest ergab eine signifikante Abweichung von der Gleichverteilung ($\chi^2=312,5$; $df=8$, $p<0,001$). Bei den Paarungen Wiese / Wald ($\chi^2=0,25$; $df=1$, $p=0,61$), Weizen / Wiese ($df=1$, $\chi^2=1,45$; $p=0,22$) und Weizen / Wald ($\chi^2=2,98$; $df=1$, $p=0,08$) lagen keine signifikanten Unterschiede vor.

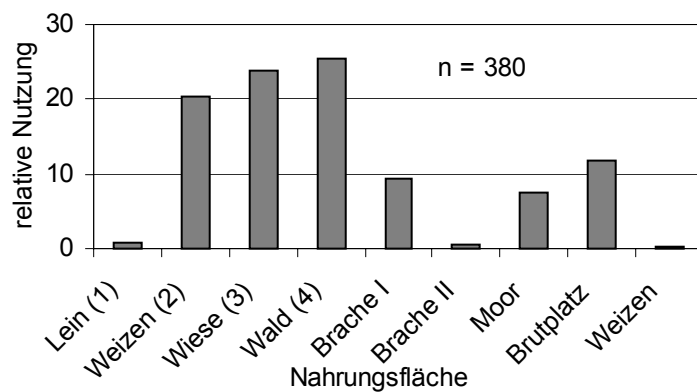


Abb. 11: Flächennutzung der Techantiner Kranichfamilie in der Zeit vom 28.-30.07.97.

Im Weizenfeld suchten die Kraniche entlang der Fahrspuren der landwirtschaftlichen Bearbeitungsmaschinen nach Nahrung. Die dichte durchschnittlich 90 cm (Tab. 2) hohe Weizenvegetation wurde gemieden (Sichtkontakte).

In allen Jahren zeigte die Kranichfamilie im Juni und Juli Präferenzen für die tiefergelegenen, von der Straße nicht einsehbaren Bereiche innerhalb des Reviers. Eine größere Habitatnutzungsintensität erfolgte auch in der Nähe von Baumreihen bzw. Hecken und an einem kleinen Feldsoll.

Nahrungsverfügbarkeit: Die höchste Käferaktivitätsdichte wurde 1995/96 auf den Flächen Mais (1) und 1997 auf Weizen (2) ermittelt (Abb. 12). Mais (1) zeichnete sich durch eine extensivere Bewirtschaftung aus, welches durch eine große Abundanz von Ackerwildkräutern angezeigt wurde (z. B. 1996: Acker-Schachtelhalm *Equisetum arvense*, Wolliges Honiggras *Holcus lanatus*, Kleiner Ampfer *Rumex acetosella*, Acker-Stiefmütterchen *Viola arvensis*, Gemeines Hirtentäschelkraut *Capsella bursa-pastoris*, u.a.). Die geringste Käferaktivitätsdichte befand sich 1995 auf der frisch gemähten Wiese (3), 1996 auf der intensiv bewirtschafteten Fläche Gerste (4) und 1997 erneut auf der Wiese (3). Sowohl die Anzahl der in den einzelnen Barberfallen gefangenen Käfer, als auch die addierten Körperlängen aller Käfer waren auf den unterschiedlichen Flächen verschieden (z. B. Käferanzahl: 1995: $\chi^2=286,7$; $df=3$, $p<0,001$ - 1996: $\chi^2=606,2$; $df=3$, $p<0,001$ - 1997: $\chi^2=115,5$; $df=3$, $p<0,001$). Zwei (1995) bzw. drei (1996, 1997) Käferarten dominierten (Abb. 12); *Pterostichus melanarius*, *Harpalus rufipes* und *H. aeneus*. Diese Arten machten 75% bis 95% der Summe der Käferlängen pro Standort aus. Der direkte Vergleich der addierten Käferlängen verschiedener Standorte mit dem 4-Felder χ^2 - Test ergab für alle Paarungen hoch signifikante Unterschiede (z. B. 1995 Mais / Brache: $\chi^2=76,7$; $df=1$, $p<0,001$, 1996 Mais 2 / Brache 3: $\chi^2=283,3$; $df=1$, $p<0,001$, 1997 Lein / Wald: $\chi^2=123,7$; $df=1$, $p<0,001$). Für die Paarung Lein / Wald (1997: $\chi^2=8,7$; $df=1$) errechnete sich ein Signifikanzniveau von $p=0,003$.

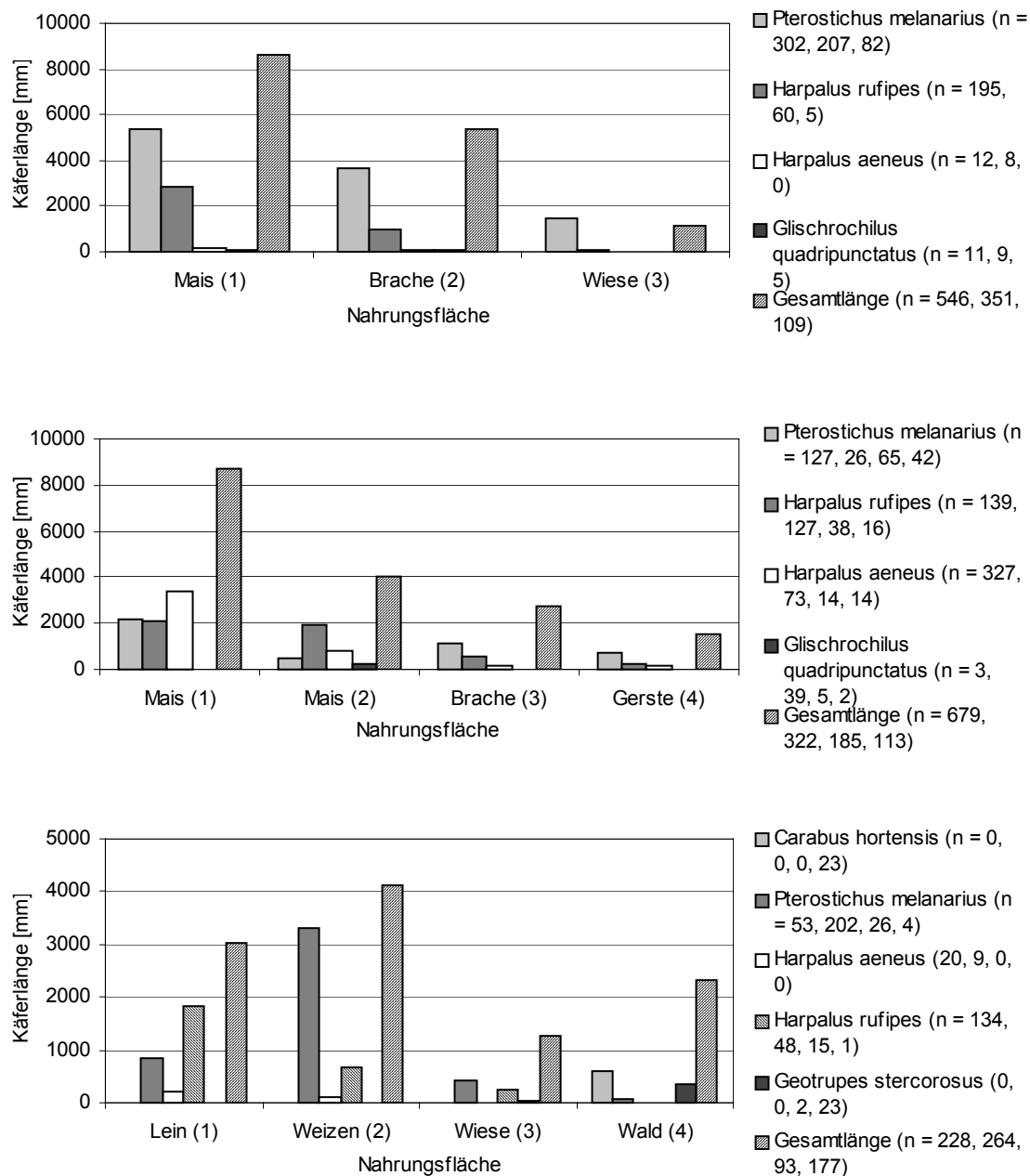


Abb. 12: Addierte Körperlängen (Coleoptera) und auffällige Käfervorkommen auf den verschiedenen Nahrungsflächen der Techentiner Kranichfamilie im Jahr 1995 (oben), 1996 (Mitte), 1997 (nach Barberfallenfängen).

Die Käferaktivitätsdichten in den verschiedenen Habitattypen im Revier änderten sich von Jahr zu Jahr, z. B. wurden an den vier Standorten der Barberfallen vom 11.07.-18.07.1996 41% mehr Käfer gefangen, als vom 31.07.-06.08.1997. Entsprechend war der Wert für die summarische Gesamtkäferlänge um 37% größer.

1996 wurde auf der Fläche Mais (2) während des Untersuchungszeitraumes ein auffälliges Vorkommen von Raupen der Gammaeule (*Phytomera gamma*) beobachtet. Die mittlere Raupendichte bei 20 Probeflächen von 0,5 m x 0,5 m auf dem flächendeckenden Wildkrautbestand (überwiegend Hirtentäschelkraut *Capsella bursa-pastoris*) des Maisfeldes betrug am 11.07.96 13 Individuen (Minimum = 8; Median = 13; Maximum = 18).

Flächen mit hohem Nahrungsaufkommen, z. B. Mais (2) im Jahr 1996 (vgl. Abb. 11, 12), wurden intensiver genutzt (Abb. 9), als Flächen mit geringerem Nahrungsangebot.

Vegetationshöhe und –widerstand: Im Jahr 1995 wurde nur die Vegetationshöhe ermittelt, die in der Brache (Brache ohne Barberfallen) mit durchschnittlich ca. 103 cm die höchsten Werte erreichte (Tab. 2). Im Habitattyp Mais (1) wurde im Vergleich zu Brache (2) die höhere Vegetation und Käferaktivitätsdichte erfasst. Auf Brache (2) war die größere Nutzungsintensität durch die Kraniche.

Die Wiese (3) mit niedrigerer Vegetationshöhe und dem geringeren Vegetationswiderstand sowie geringerer Käferaktivitätsdichte wurde 1997 häufiger genutzt als Weizen (2).

Der One-Way-ANOVA Test zeigte signifikante Unterschiede in der Vegetationshöhe zwischen den einzelnen Habitattypen (1995: $F=312,58$; $df=4$; $p<0,0001$ – 1996: $F=14,24$; $df=3$; $p<0,0001$ – 1997: $F=21,90$; $df=2$; $p<0,0001$). Der nachfolgende multiple Mittelwertsvergleich nach Scheffe ergab für 1995 und 1997 signifikante Unterschiede zwischen den Mittelwerten der 5 bzw. 3 Habitattypen ($p<0,05$). Für 1996 wurden nach Scheffe drei homogene Gruppen ermittelt, bei denen sich die Mittelwerte der Vegetationshöhe nicht signifikant voneinander unterschieden:

1. Gruppe: Mais (1), Mais (2)
2. Gruppe: Mais (2), Brache (3)
3. Gruppe: Gerste (4).

Die Flächen Mais (1) und Mais (2) der homogenen ersten Gruppe (Vegetationshöhe), wurden 1996 unterschiedlich intensiv von der Kranichfamilie genutzt. Trotz höheren Vegetationswiderstandes erfolgte der Nahrungserwerb auf Mais (2) häufiger als auf Mais (1). Der Vegetationswiderstand im Gerstenfeld konnte wegen zu hoher Dichte aus methodischen Gründen nicht ermittelt werden. Da die Daten für den Vegetationswiderstand 1996 nicht normalverteilt waren, wurden die Datensätze mit dem nichtparametrischen Kruskal-Wallis-ANOVA getestet: Es gab signifikante Unterschiede im Vegetationswiderstand zwischen den einzelnen Habitattypen ($F=11,34$; $df=2$; $p<0,0001$). Der nachfolgende multiple Mittelwertsvergleich ($p>0,05$) zeigte zwei homogene Gruppen, bei denen sich die Mittelwerte nicht signifikant voneinander unterschieden:

1. Gruppe: Mais (1) und Brache (3)
2. Gruppe: Mais (2).

Der One-Way-ANOVA Test ergab für 1997 signifikante Unterschiede im Vegetationswiderstand zwischen den einzelnen Habitattypen ($F=27,49$; $df=2$; $p<0,0001$). Der nachfolgende multiple Mittelwertsvergleich nach Scheffe zeigte signifikante Unterschiede zwischen den Mittelwerten des Vegetationswiderstandes der 3 Habitattypen ($p<0,05$).

Tabelle 2: Vegetationshöhe und –widerstand verschiedener Revierbereiche (1-4 Zuordnung der Barberfallenstandorte, Vegetationshöhe [cm], Vegetationswiderstand [N]).

1995 (Veg.-höhe)	Mais (1) (extensiv)	Brache (2)	Brache	Weizen	Wiese (3) (gemäht am 27./28.06.)		
n:	15	15	15	15	15		
Mittelwert:	61,7	44,7	102,7	80,3	14,5		
Minimum:	51	34	93	78	11		
25% Perzentil:	53	36	98	79	14		
Median:	65	40	102	80	15		
75% Perzentil:	70	50	105	82	15		
Maximum:	72	74	118	86	17		
1996	Mais (1) Veg.-höhe	Mais (1) Widerstand	Mais (2) Veg.-höhe	Mais (2) Widerstand	Brache (3) Veg.-höhe	Brache (3) Widerstand	Gerste (4) Veg.-höhe
n:	25	40	25	40	25	25	20
Mittelwert:	23,7	2	46,3	2,5	50,7	1,7	75,4
Minimum:	7	0,8	10	1,2	0	0,6	70
25% Perzentil:	21,5	1,6	44	1,8	19,5	1,5	73
Median:	25,5	2	49,5	2,8	30	1,5	75,5
75% Perzentil:	28,5	2,6	53,5	3	57	2	78
Maximum:	31	3	60	3,3	168	3	80
1997	Lein (1) Veg.-höhe	Lein (1) Widerstand	Weizen (2) Veg.-höhe	Weizen (2) Widerstand	Wiese (3) Veg.-höhe	Wiese (3) Widerstand	
n:	25	25	25	25	25	25	
Mittelwert:	66,7	2,1	89,4	3	45,1	1,2	
Minimum:	50	1	30	1	0	0,7	
25% Perzentil:	60	1,5	87	2,5	17	0,9	
Median:	62	2	94	3	30	1,2	
75% Perzentil:	65	2,5	97	4	70	1,5	
Maximum:	110	4,5	106	5	103	1,8	

Störreize und ihre Wirkungen: Das Kranichrevier wurde von einer Kreisstraße durchschnitten. Zu dieser Straße hielten die Vögel während des Nahrungserwerbs einen Mindestabstand von etwa 210 m (1995) bzw. 280 m (1996) ein (Tab. 3). 1995 überquerten sie die Straße regelmäßig, um die westlichen Bereiche des Reviers zu erreichen. 1997 wurde kein auffälliger Sicherheitsabstand zur Straße eingehalten. Die Kraniche suchten innerhalb der Fahrspuren der landwirtschaftlichen Bearbeitungsmaschinen des Weizenfeldes nach Nahrung und waren durch die bis zu 106 cm hohen Pflanzen (Tab. 2) in guter Deckung.

1995 wurden 5 Störreize mit unterschiedlich starken Reaktionen registriert (Tab. 3). Aufgrund der Aktivitäten von Mitarbeitern der Straßenmeisterei verdoppelten die Vögel fast ihren Abstand zur Straße von 260m auf 510m. Gegenüber einem in niedriger Höhe überfliegenden Düsenflugzeug wurde keine Verhaltensänderung der Vögel beobachtet. Während der Habitattypenkartierung am 31.07.1997 wurde eine stark durchforstete Fichtenschonung in unmittelbarer Nähe zum Brutplatz entdeckt (ca. 150 m). Das gesamte Unterholz wurde innerhalb der Schonung in mehreren Feuerstellen verbrannt.

Nachts suchte die Kranichfamilie den Brutplatz, ein kleines ca. zwei Hektar großes an der Mähwiese gelegenes Waldmoor als Schlafplatz auf. Am 28.06.95 wurde es jedoch

nicht genutzt. Gegen 19.10 Uhr, als ein Radfahrer hielt und es zweimal knallte (Feuerwerkskörper oder Schüsse aus einer Schreckschusspistole), flüchtete die Familie in das trockene Moor westlich der Straße und blieb die ganze Nacht dort (Tab. 3). Am nächsten Abend suchte sie wieder den Brutplatz auf.

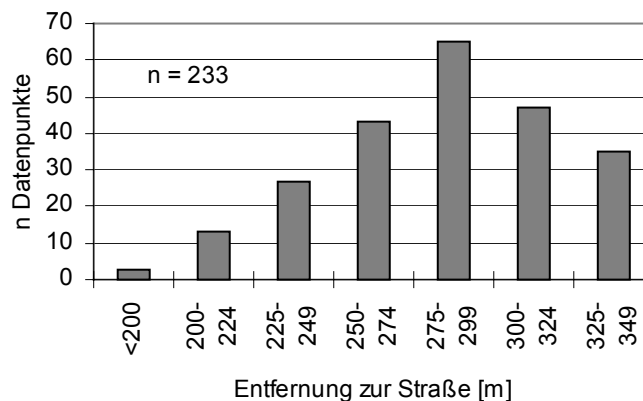
Tabelle 3: Wirkung von Störreizen (BP = Brutplatz, N = Nahrungsfläche)

Datum	Überqueren der Kreisstraße (Uhrzeit)		Mindestabstand zur Kreisstraße [m]	Störreiz	Reaktion auf Störreiz
	vom BP zur N	von der N zum BP			
27.06.95		19.45	250	Mähen der Wiese vor dem BP	Spätere Rückkehr zum BP (?)
28.06.95	7.00	¹ (19.10)	195	Radfahrer hält auf der Straße (19.10 Uhr). Zwei Schüsse = Feuerwerkskörper?	Kranichfamilie kehrt nicht zum BP zurück und übernachtet im Moor
29.06.95			185	Düsenflugzeug überfliegt in niedriger Höhe (11.44 Uhr)	keine sichtbare Reaktion
04.07.95		18.40	200		
05.07.95	7.00	18.40	195		
06.07.95			230	Straßenmeistereifahrzeug erscheint (9.55 Uhr); Arbeiter mähen Randstreifen mit Motorsensen	Kranichfamilie erhöht den Abstand zur Straße von 260 m auf 510 m. Erhöhtes Sichern.
08.07.96	BP nicht genutzt		325		
09.07.96	BP nicht genutzt		290		
10.07.96	BP nicht genutzt		235	Pkw erscheint auf dem Feldweg in der Nähe des Schlafplatzes (18.35 Uhr)	Kranichfamilie erhöht den Abstand zum Feldweg von 130 m auf 415 m.
28.07.97		BP nicht genutzt		7 Personen auf der Wiese in BP-nähe (19.35 Uhr)	BP nicht genutzt (wegen der Personen ?)
29.07.97	BP nicht genutzt	11.25			
30.07.96	7.40	11.20			

¹ Kranichfamilie bewegte sich zum Brutplatz zurück (vgl. Störreiz und Reaktion)

Abbildung 13 zeigt die Häufigkeit der Peilungen im Bereich von <200 m bis 349 m zur Straße in sieben Entfernungsklassen. Zur Auswertung gelangten 233 Datenpunkte (Peilungen) des Zeitraumes 27.-28.06.95 und 04.-06.07.95, bei denen sich die Vögel während der Nahrungssuche auf den an der Straße angrenzenden Flächen Mais 2 und Grünlandbrache befanden. Mit wachsendem Abstand bis zur Klasse 275-299 m stieg die Frequenz der Nutzung, danach wurde diese wieder geringer. Die Raumnutzung in Abhängigkeit von der Entfernung zur Kreisstraße (Abb. 13) war signifikant verschieden ($\chi^2=93,21$; $df=6$; $p<0,001$).

Abb. 13: Intensität der Raumnutzung in Abhängigkeit von der Entfernung zur Kreisstraße.



Reproduktionserfolg: Das Techentiner Paar hatte zum Zeitpunkt des Besunders am 15.06.1995 zwei Junge. Beide Jungvögel erreichten die Flugfähigkeit und wurden erstmalig am 22.08.1995 am Sammel- und Rastplatz „NSG Langenhägener Seewiesen“ beobachtet.

Zum Zeitpunkt des Markierens am 26.06.1996 hatte das Paar zwei Junge. Am 30.06.1996 wurden vom Jungvogel "RBkR" nur abgeschnittene Federn und der ebenfalls abgeschnittene Sender in der Nähe des Ausweischlafplatzes gefunden. „GBuY“ erreichte die Flugfähigkeit und wurde erstmalig am 18.08.96 am Sammel- und Rastplatz „NSG Langenhägener Seewiesen“ beobachtet.

Am 21.06.1997 erhielten beide Jungvögel des Paares eine Farbmarkierung, ein Junges zusätzlich einen Sender am Landesring. Die Jungen wiesen trotz eines Alters von über 5 Wochen nur ein Gewicht von 1850 g auf, welches auf eine Mangelernährung hinwies (vgl. Nahrungsverfügbarkeit). „RBuBk“ war bereits während der Telemetrie am 28.07.97 nicht mehr bei der Familie und wurde am 26.09.97 tot, innerhalb eines etwa 20 x 60 m² großen eingezäunten Schonungsareals, in Brutplatznähe geborgen.

Zusammenfassung - Techentiner Kranichfamilie: Die Techentiner Kranichfamilie nutzte die Revierbereiche bzw. die Habitattypen mit größter Nahrungsverfügbarkeit intensiver als Bereiche mit geringerem Nahrungsvorkommen (Abb. 8, 9, 10, 11). Erhebliche Auswirkungen zeigten landwirtschaftliche Aktivitäten (z. B. Mähen der Wiese) und der permanente Einfluss der Kreisstraße (Abb. 6, 13). Die Vegetationshöhe und der Vegetationswiderstand beeinflussten die Habitatnutzung weniger, da trotz intensiverer Nutzung bestimmter Habitattypen durch die Vögel nicht in allen Fällen die günstigsten Messwerte für die Vegetationsparameter vorlagen (Tab. 2, Abb. 8, 9, 10). Während der Untersuchungen in den Jahren 1995, 1996 und 1997 nutzte das Kranichpaar trotz wechselnder landwirtschaftlicher Flächenbewirtschaftung überwiegend die gleichen Revierbereiche (Abb. 5, 6, 7).

3.1.2 Brutpaar Hof Grabow 1995-1998

Reviergröße, Raumnutzung, Aktivität: Vom 11.-20.07.95 nutzte die Hof Grabower Kranichfamilie eine Revierfläche von über 58 ha (CCPM, vgl. Tab. 4) mit einer

Revierausdehnung von 1,44 km x 0,78 km (Nord-Süd x West-Ost). Der Maximalwert für die tägliche Flächennutzung betrug 35,3 ha, die zurückgelegte Laufstrecke 14km. Unter Einbeziehung des Fangortes und weiterer Peilungen im Anschluss an den Untersuchungszeitraum betrug die Reviergröße ca. 88 ha.

Vom 14.-16.07.97 fand der Nahrungserwerb auf einer Fläche von etwa 85 ha bei einer Revierausdehnung von 1,34 km x 0,91 km statt. Ein Jahr später, vom 24.-26.06.98, erfolgte der Nahrungserwerb auf einer Fläche von 55 ha (1,52 km x 0,57 km) bei einer maximal täglichen Laufstrecke von 22,2 km.

Die Kranichfamilien begannen ihre Aktivitätsphase in allen Jahren vor dem Sonnenaufgang. Diese endete 1995 vor dem Sonnenuntergang. Die Vögel waren während des gesamten Tages mobil. 1995 erfolgten elfmal (1996: zweimal) keine messbaren Standortveränderung in einer Zeit von mindestens 15 min Dauer (11.07.95 18:00-18:30 Uhr; 12.07.95, 05:30-06:00 Uhr, 06:55-07:15 Uhr, 10:25-10:50 Uhr, 13.07.95, 10:40-10:55 Uhr; 18.07.95 17:40-18:00 Uhr; 19.07.95, 12:20-12:40 Uhr, 13:40-14:10 Uhr, 15:05-15:25 Uhr, 16:10-16:55 Uhr; 20.07.95 10:15-10:35 Uhr; 14.07.97, 16:45-17:05 Uhr; 15.07.97 11:35-11:55 Uhr). Nachts wurden keine messbaren Standortveränderungen registriert, die Vögel schliefen am Brutplatz im Erlenbruch innerhalb des Waldes.

Tabelle 4: Reviergröße und Aktivitätsmerkmale (1995-1998).

Datum	tracking-Zeit	Anzahl Peildaten n	Reviergröße [ha] bei x % der Daten innerhalb des Polygonzuges			Laufstrecke [km]	1SA	1SU	Akt.-beginn	Akt.-ende
			100 %	90 %	80 %					
1995										
11.07.	16.45-0.00	54	21,0	13,8	11,7	5,0	4.56	21.42		
12.07.	4.45-21.00	196	15,4	10,6	9,8	11,1	4.58	21.41	4.50	
13.07.	8.45-14.55	75	16,7	11,6	9,1	4,9	4.59	21.40		
18.07.	15.15-20.30	64	14,5	12,5	9,6	4,6	5.05	21.34		20.20
19.07.	5.30-20.15	173	35,3	30,1	21,3	14,0	5.07	21.33		20.05
20.07.	8.15-14.00	70	20,4	16,2	16,0	8,6	5.08	21.31		
11.-20.07.		632	58,3	40,0	36,8					
16.06.-04.08.		636	² 87,8							
1997										
14.07.	15.00-20.00	61	8,9	6,1	4,3	6,6	5.00	21.30		
15.07.	4.40-20.00	184	23,9	15,8	12,0	14,4	5.01	21.29	4.50	
16.07.	4.45-20.00	183	73,2	47,8	36,8	23,3	5.03	21.27	4.50	
14.-16.07.		428	85,3	59,4	42,4					
1998										
24.06.	5.00-21.00	191	40,5	25,5	22,6	22,2	4.43	21.50	< 5.00	>21.00
25.06.	4.35-20.35	192	16,4	9,6	7,3	19,5	4.43	21.50	< 4.35	>21.00
26.06.	4.30-13.00	103	33,1	17,8	8,9	16,1	4.44	21.50	4.40	
24.-26.06.		486	55	32,1	15,5					

¹ nach Angaben des Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrographie

² berechnet unter Berücksichtigung des Fangortes und weiterer Peilungen im Anschluss an den Untersuchungszeitraum

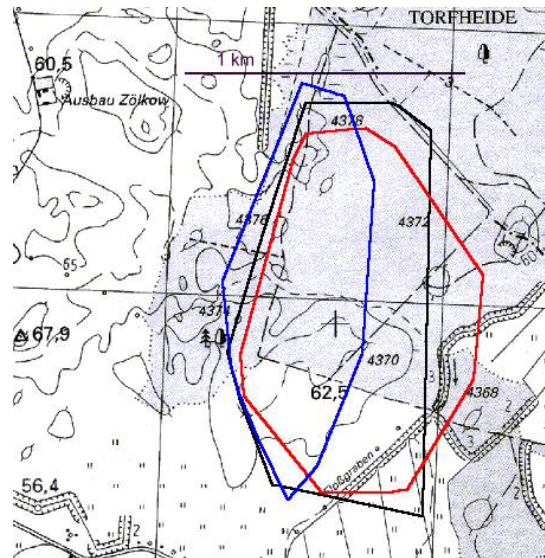


Abb. 14: Raumnutzung der Hof Grabower Kranichfamilie. Reviergrenzen nach der CCPM von 1995 (schwarz), 1997 (rot) und 1998 (blau).

In den drei Untersuchungsjahren beanspruchte das Hof Grabower Kranichpaar mit ihren Nachkommen eine Fläche von insgesamt 146,5 ha (Abb. 14), davon wurden 40,8 ha in allen Jahren genutzt (Fläche innerhalb des blau-roten Polygonzuges im Zentrum des Reviers).

Revier- und Habitatnutzung: Das Revier wurde von der Grabower Kranichfamilie nicht gleichmäßig genutzt (Abb. 16). Die heterogene Verteilung der Peilpunkte zeigt eine Präferenz für bestimmte Bereiche bzw. Flächen. Beispielsweise waren 1998 80% der Peilungen auf 15,5 ha, d. h. auf 28,2% der Revierfläche (vgl. Tab. 4, Abb. 15, 16).

Für den Nahrungserwerb bevorzugte die Kranichfamilie in allen Jahren den lichten Buchenhallenwald mit geringer Krautschicht, z. B. Kletten-Labkraut *Galium aparine*, Stinkender Storchnabel *Geranium robertianum*, Gundermann *Glechoma hederacea*, Echtes Springkraut *Impatiens noli-tangere*, Flatter-Binse *Juncus effusus*, Wald-Flattergras *Milium effusum*, ... (Abb. 15-17). Am 20.07.95 zeigte die Familie eine auffällig große HNI im Bereich von Erlenbrüchen innerhalb des Waldes.

Von geringerer Bedeutung waren die südlich angrenzende landwirtschaftliche Nutzfläche (1995/97: Weizen, 1998: Brache) und die Wiese im Südosten (Abb. 15-17). Die Verteilung weicht signifikant von den Erwartungswerten bei habitattypenunabhängiger Nutzung ab (1995: $\chi^2=1057,21$; $df=4$, $p<0,001$ - 1997: $\chi^2=693,12$; $df=3$, $p<0,001$ - 1998: $\chi^2=977,05$; $df=3$, $p<0,001$). Der direkte Flächenvergleich ergab ebenfalls signifikante Unterschiede (z. B. 1995: Wald / Weizen $\chi^2=319,34$; $df=1$, $p<0,001$ - 1997: Wiese / Weizen $\chi^2=23,04$; $df=1$, $p<0,001$ - 1998: Brache / Wald $\chi^2=551,29$; $df=1$, $p<0,001$).

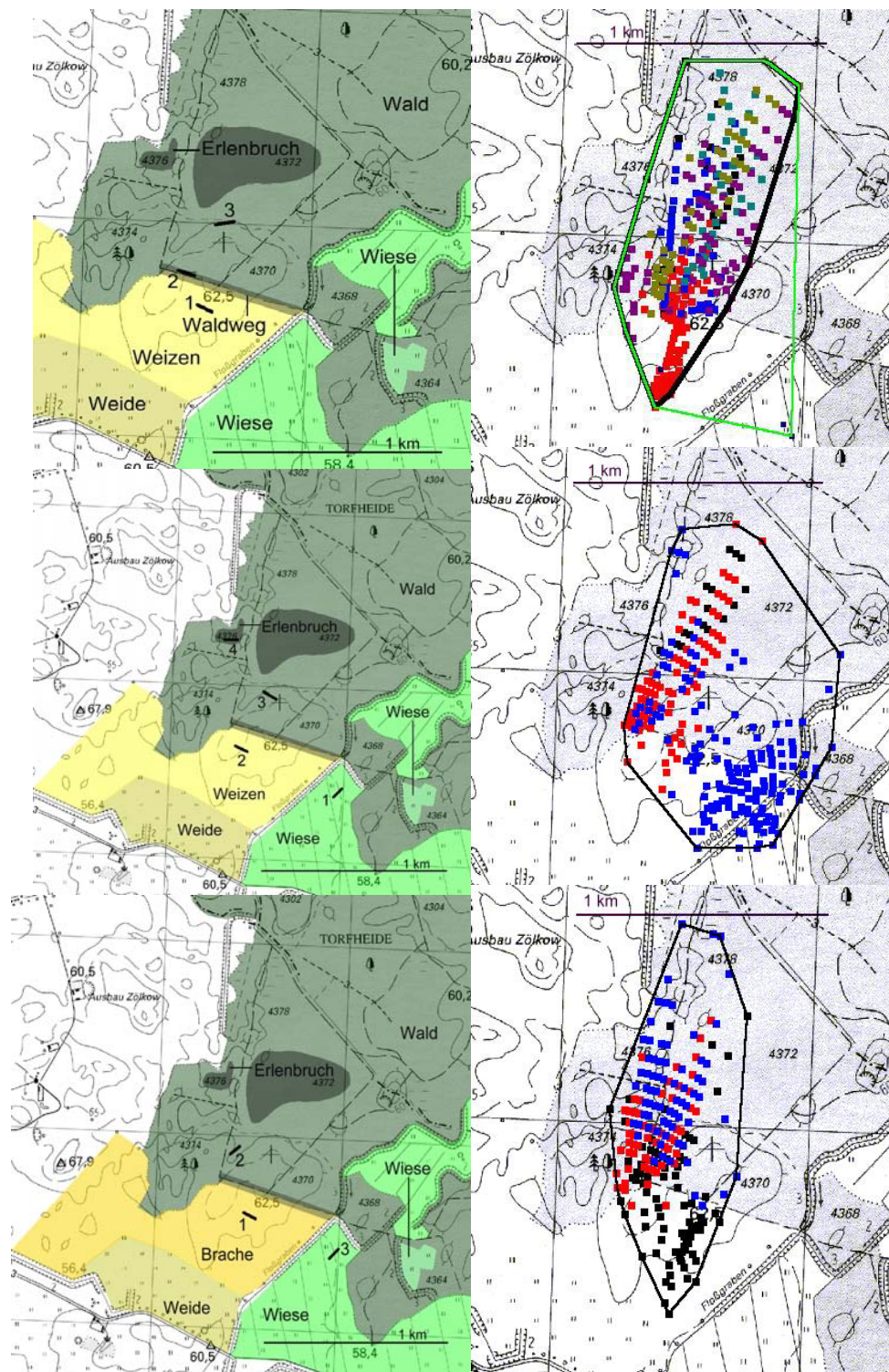


Abb. 15 (links): Landwirtschaftliche Flächennutzung und die Standorte der Barberfallen 1-3 bzw. 1-4 im Kranichrevier Hof Grabow 1995 (oben), 1997 (Mitte) und 1998 (unten).

Abb. 16 (rechts): Raumnutzung der Kranichfamilie Hof Grabow (1995: 12.07. schwarz n=54, 13.07. rot n=196, 14.07. blau n=75, 18.07. grün n=64, 19.07. violett n=173, 20.07. ocker n=70, 12.07. schwarz n=54; 1997: 14.07. schwarz n=61, 15.07. rot n=184, 16.07. blau n=183; 1998: 24.06. schwarz n=191, 25.06. rot n=192, 26.06. blau n=103 und Reviergröße nach der CCPM (1995: grün = unter Berücksichtigung des Brutplatzes).

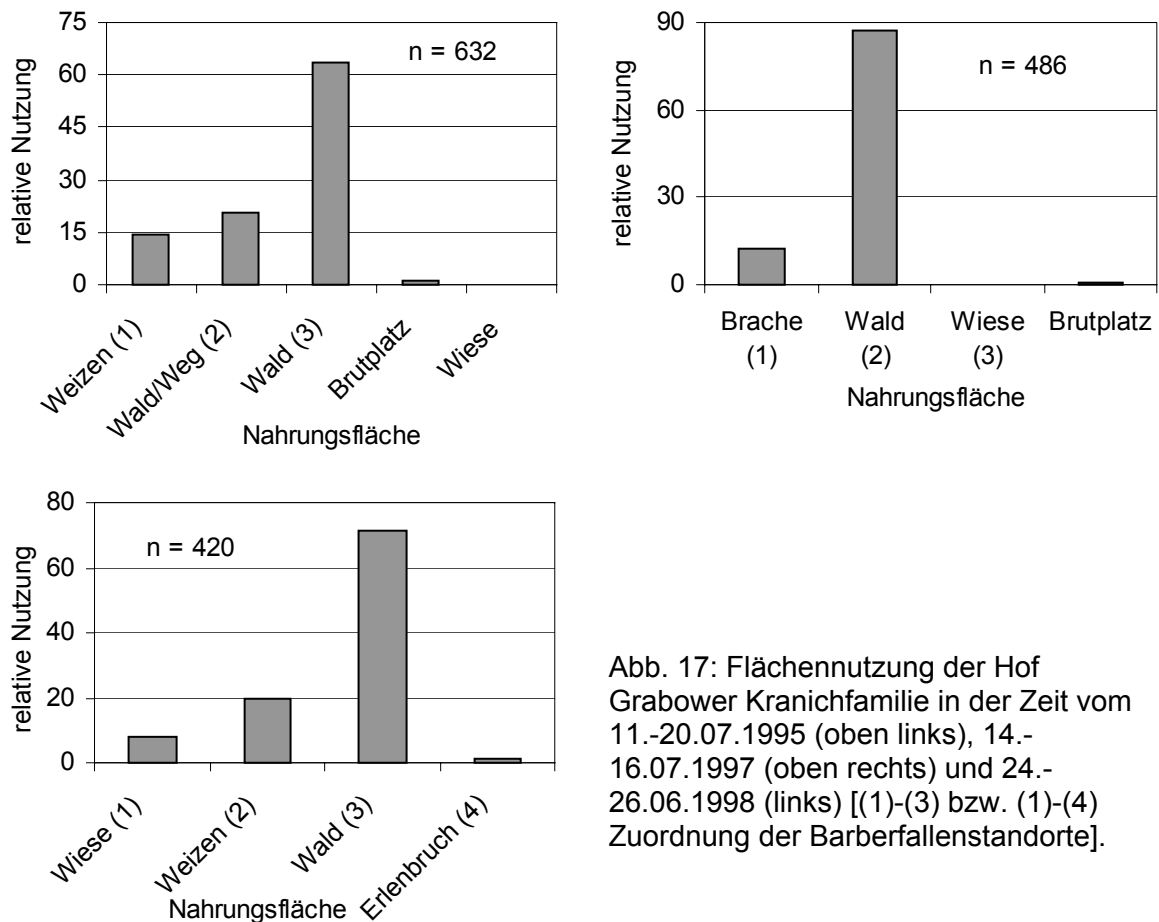


Abb. 17: Flächennutzung der Hof Grabower Kranichfamilie in der Zeit vom 11.-20.07.1995 (oben links), 14.-16.07.1997 (oben rechts) und 24.-26.06.1998 (links) [(1)-(3) bzw. (1)-(4) Zuordnung der Barberfallenstandorte].

Nahrungsverfügbarkeit: Sowohl die Anzahl der in den einzelnen Barberfallen gefangenen Käfer, als auch die addierten Körperlängen aller Käfer waren auf den Flächen verschieden (z. B. Käferanzahl: 1995: $df=1$, $\chi^2=41,51$; $p<0,001$ - 1997: $df=2$, $\chi^2=380,59$; $p<0,001$ - 1998: $df=2$, $\chi^2=132,53$; $p<0,001$).

Die höchsten Käferaktivitätsdichten wurden 1995 im Wald (1) und 1997/98 auf der Wiese (1/3) ermittelt. Arten der Familien Carabus, Pterostichus und Geotrupes dominierten.

Der direkte Vergleich der Anzahl gefangener Käfer verschiedener Standorte mit dem 4-Felder χ^2 - Test ergab für alle Paarungen hoch signifikante Unterschiede (z. B. 1997 Wald / Wiese: $df=1$, $\chi^2=51,64$; $p<0,001$), außer für Brache / Wald 1998 ($df=1$; $\chi^2=2,13$; $p=0,15$). Fünf (1995) bzw. sechs (1997, 1998) Käferarten dominierten (Abb. 18).

Der Fallenstandort Weizen (1) wurde 1995 in Folge landwirtschaftlicher Aktivitäten untergepflügt. Die Familie nutzte den Habitattyp (Buchenwald) mit der höheren Nahrungsverfügbarkeit (nach Barberfallenfängen; Abb. 17, 18). Für 1997 und 1998 stellte sich dieses Ergebnis nicht ein. Beim Eingraben der Barberfallen am 17.07.97 fielen auf der Fläche Weizen (2) eine große Dichte von Libellen (Odonata) und Schmetterlingen (Lepidoptera) auf, z. B. durchschnittlich 21 Heidelibellen *Sympetrum vulgatum* auf einem Transekt von 30 m Länge ($n=5$).

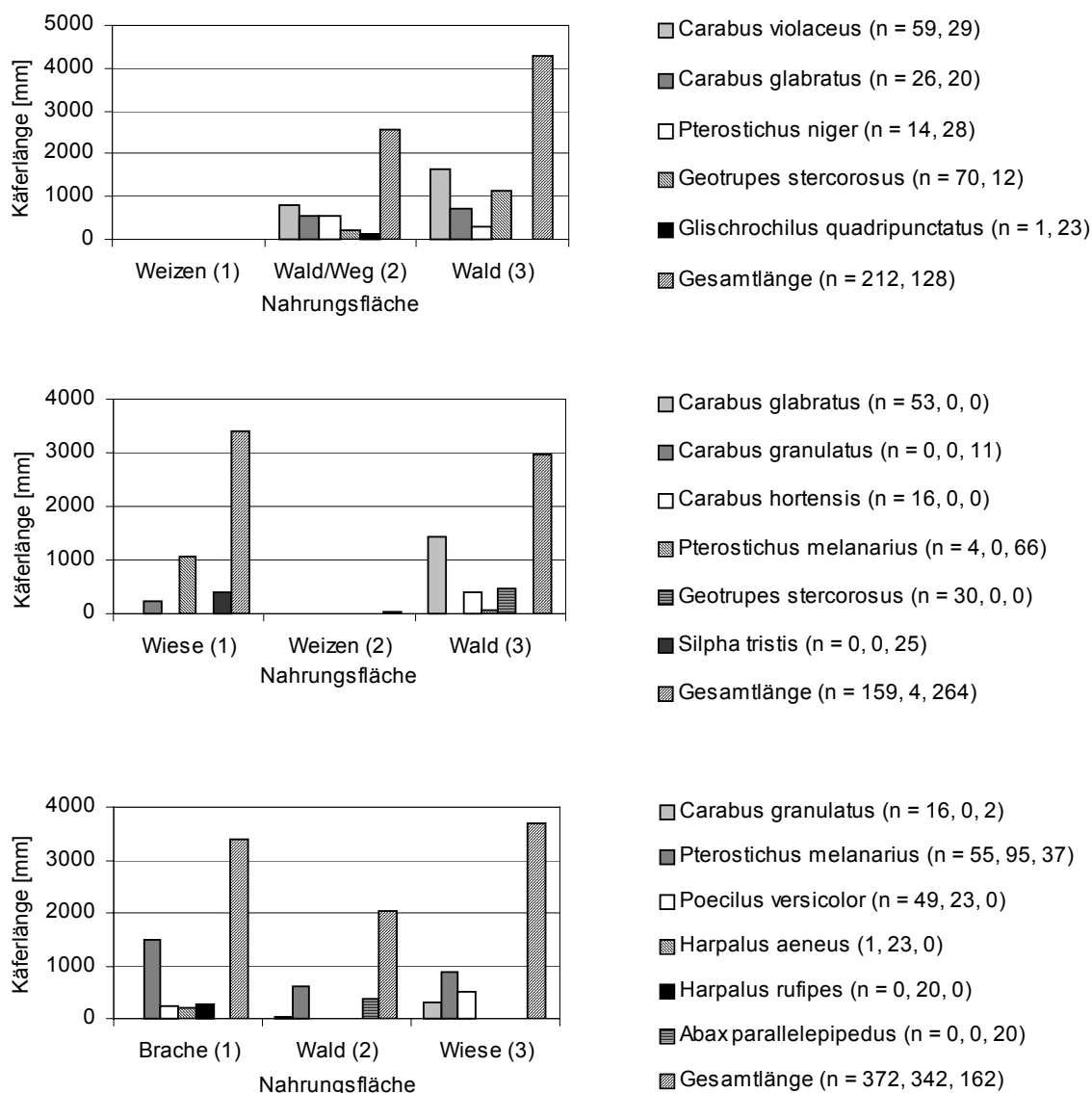


Abb. 18: Addierte Körperlängen (Coleoptera) und auffällige Käfervorkommen auf den verschiedenen Nahrungsflächen der Hof Grabower Kranichfamilie im Jahr 1995 (oben), 1997 (Mitte) und 1998 (nach Barberfallenfängen: (1)-(3) Zuordnung der Barberfallenstandorte).

Vegetationshöhe und –widerstand: Mit durchschnittlich 69 cm war Weizen (2) 1997 der Habitattyp mit der höchsten Vegetation und Wiese (1), mit ca. 36cm, die Fläche mit den niedrigsten Pflanzenhöhen (Tab. 5). Im Wald (2) wurden 1998 die geringsten Werte für die Vegetationshöhe, –widerstand und Käferaktivitätsdichte erfasst. Die Nutzungsintensität war hier maximal.

Da die Werte der Vegetationshöhe 1997 nicht normalverteilt waren, wurden die Datensätze mit dem nichtparametrischen Kruskal-Wallis-ANOVA getestet: Es gab signifikante Unterschiede im Vegetationswiderstand zwischen den einzelnen Habitattypen ($F=50;92$ $df=2$; $p<0,0001$). Der nachfolgende multiple Mittelwertsvergleich zeigte signifikante Unterschiede zwischen den Mittelwerten der Vegetationshöhe der 3 Habitattypen ($p<0,05$).

Tabelle 5: Vegetationshöhe und –widerstand verschiedener Revierbereiche 1997/98 (1-4 Zuordnung der Barberfallenstandorte, Vegetationshöhe [cm], Vegetationswiderstand [N]).

1997	Wiese (1) Veg.-höhe	Wiese (1) Widerstand	Weizen (2) Veg.-höhe	Weizen (2) (im Feld) Widerstand	Weizen (2) (in der Fahrspur) Widerstand	Erlenbruch (4) im Buchenwald Veg.-höhe
n:	25	25	25	25	25	25
Mittelwert:	36,2	1,1	82,6	2,6	0,7	64,5
Minimum:	9	0,5	62	0,5	0,3	40
25% Perzentil:	23	0,9	73	2	0,5	51
Median:	35	1,2	78	2,5	0,7	58
75% Perzentil:	44	1,5	84	3	0,8	70
Maximum:	78	1,8	122	5,5	1,1	112
1998	Brache (1) Veg.-höhe	Brache (1) Widerstand	Wald (2) Veg.-höhe	Wald (2) Widerstand	Wiese (3) Veg.-höhe	Wiese (3) Widerstand
n:	30	35	25	25	30	35
Mittelwert:	70,7	2,1	15,6	1,1	26,0	1,5
Minimum:	42	0,8	0	0,2	6	0,8
25% Perzentil:	54	1,6	3	0,6	19	1,4
Median:	69	2	10	0,8	24	1,5
75% Perzentil:	84	2,8	17	1,7	33	1,7
Maximum:	118	3	71	2,8	52	2,6

Der One-Way-ANOVA Test ermittelte für die Werte der Vegetationshöhe aus dem Jahr 1998 signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Habitattypen ($F=88,65$; $df=2$; $p<0,0001$). Der nachfolgende multiple Mittelwertsvergleich nach Scheffe analysierte zwei homogene Gruppen, bei denen sich die Mittelwerte der Vegetationshöhe nicht signifikant voneinander unterschieden ($p>0,05$):

1. Gruppe: Wald (2), Wiese (3)
2. Gruppe: Brache (1)

Die Flächen Wald (2) und Wiese (3) der homogenen ersten Gruppe (Vegetationshöhe), wurden 1997 unterschiedlich intensiv von der Kranichfamilie genutzt.

Da die Daten für den Vegetationswiderstand 1996 nicht normalverteilt waren, wurden die Datensätze mit dem nichtparametrischen Kruskal-Wallis-ANOVA getestet: Es gab signifikante Unterschiede im Vegetationswiderstand zwischen den einzelnen Habitattypen ($F=11,34$; $df=2$; $p<0,0001$). Der nachfolgende multiple Mittelwertsvergleich nach Scheffe zeigte zwei homogene Gruppen, bei denen sich die Mittelwerte nicht signifikant voneinander unterschieden ($p > 0,05$):

1. Gruppe: Mais (1) und Brache (3)
2. Gruppe: Mais (2).

Der One-Way-ANOVA Test ergab signifikante Unterschiede im Vegetationswiderstand zwischen den einzelnen Habitattypen (1997: $F=44,19$; $df=2$; $p<0,0001$ - 1998: $F=23,35$; $df=2$; $p<0,0001$). Der nachfolgende multiple Mittelwertsvergleich nach Scheffe ermittelte für 1997 zwei homogene Gruppen, bei denen sich die Mittelwerte der Vegetationshöhe nicht signifikant voneinander unterschieden ($p>0,05$):

1. Gruppe: Weizen (2) in der Fahrspur, Wiese (3)
2. Gruppe: Weizen (2) außerhalb der Fahrspur

Für die Werte von 1998 zeigte der nachfolgende multiple Mittelwertsvergleich nach Scheffe signifikante Unterschiede zwischen den Mittelwerten des Vegetationswiderstandes der 3 Habitattypen ($p < 0,05$).

Störreize und ihre Wirkungen: Am 11. und 12.07.95 wurde auf der Wiese zunächst Heu gewendet und später zu Ballen gepresst. Die Kranichfamilie nutzte die Wiese nicht für den Nahrungserwerb. Am 20.07.95 überflogen gegen 9.05 Uhr zwei Militärmaschinen mit Düsenantrieben das Revier. Die Familie befand sich innerhalb des Waldes. Bei der Analyse im Simulationsmodus (Tracker 1.1) wurde keine auffällige Bewegungsänderung der Kraniche festgestellt.

Am 16.10.97 überflog gegen 19.40 Uhr ein Hubschrauber in niedriger Höhe (200-300 m) das Kranichrevier. Mit dem Simulationsmodus wurde im Vergleich zur vorherigen Raumnutzung eine auffällige Bewegungsänderung bzw. eine Flucht der Vögel festgestellt. Sie veränderten von einer Peilung zur nächsten ihre Position um 410 m.

Vom 24.-26.06.98 mied die Kranichfamilie die Fläche Wiese (3), die kurz zuvor gemäht wurde (vgl. Abb. 17, Tab. 5).

Reproduktionserfolg: Das Hof Grabower Paar hatte zum Zeitpunkt des Besenderns am 16.06.1995 zwei Junge. Beide Jungvögel erreichten die Flugfähigkeit und wurden erstmalig am 19.09.1995 am Sammel- und Rastplatz „NSG Langenhägener Seewiesen“ beobachtet.

Zum Zeitpunkt des Markierens am 22.06.1997 hatte das Paar ein Junges. Es war erstmalig am 08.09.1997 am Sammel- und Rastplatz „NSG LHSW“.

Am 17.06.1998 erhielten beide Jungvögel des Paares eine Farbmarkierung und einen Sender. Sie erreichten die Flugfähigkeit und wurden erstmalig am 13.09.98 am Sammel- und Rastplatz „NSG LHSW“ festgestellt.

Zusammenfassung - Kranichpaar Hof Grabow: Während der Untersuchungen in den Jahren 1995, 1997 und 1998 nutzte das Kranichpaar Hof Grabow fast identische Revierbereiche (Abb. 14). Eine Präferenz für bestimmte Revierbereiche bzw. Habitattypen im Zusammenhang mit der höchsten Käferaktivitätsdichte lag nur 1995 vor (Abb. 17, 18). Vegetationshöhe und Vegetationswiderstand hatten vermutlich einen Einfluss auf die Habitatnutzung, da vor allem 1998 die günstigsten Messwerte beim Habitattyp höchster Nutzungsfrequenz vorlagen (Tab. 5, Abb. 17). Auffällig war in allen Jahren die große Bedeutung des lichten Buchenwaldes. Wegen landwirtschaftlicher Aktivitäten mied die Kranichfamilie zeitweilig die Wiese.

3.1.3 Brutpaar Granzin 1995

Der am 10.06.95 besenderte Jungvogel war bereits zu Beginn der telemetrischen Untersuchung am 25.07.95 flugfähig. (Hier erfolgten daher keine standardisierte Kreuzpeilungen im 5-Minuten-Takt. Peilungen wurden nur bei größeren Standortwechseln durchgeführt.) Vorrangig wurde das Verhalten der einzelnen Vögel mit der „focal-animal-sampling“ Methode nach ALTMANN (1974) im 10-Sekunden-Takt

erfasst (vgl. NOWALD 1994). Das Verhalten von Männchen, Weibchen und Jungem wurde synchron erfasst.

Reviergröße und -nutzung: Vom 10.06.-25.08.95 ergaben 56 Peilungen eine Reviergröße von 103,2 ha (Tab. 6) mit einer Ausdehnung von 0,97 km x 1,7 km (Nord-Süd x West-Ost).

Tabelle 6: Reviergröße und Aktivitätsmerkmale der Kranichfamilie Granzin.

Datum (1995)	tracking-, Beobach- tungszeit	Anzahl Peildaten n	Reviergröße [ha] bei x % der Daten innerhalb des Polygonzuges			Lauf- strecke [km]	1SA	1SU	Akt.- beginn	Akt.- ende
			100 %	90 %	80 %					
25.- 27.07.	7.45-20.30	38	29,3	13,6	9,3				(25.07.)	
01.- 03.08.	6.30-21.15	14	22,4	22,4	19,0				20.23	
10.06.- 25.08.		56	103,2 ²	42,9	20,1					

¹ nach Angaben des Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrographie

² berechnet unter Berücksichtigung des Fangortes und weiterer Peilungen im Anschluss an den Untersuchungszeitraum

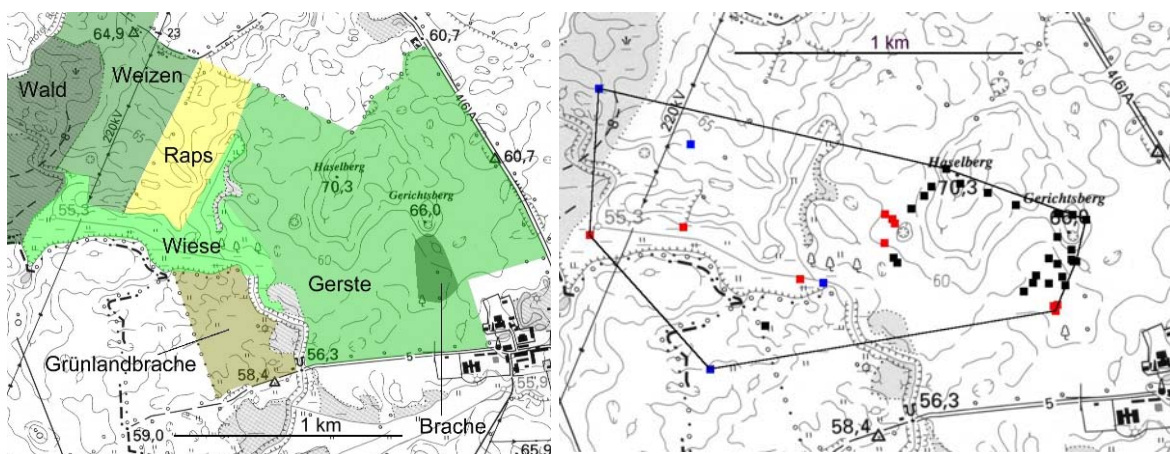


Abb. 19 (links): Landwirtschaftliche Flächennutzung im Bereich des Kranichrevieres im Juli/August 1995.

Abb. 20 (rechts): Raumnutzung der Kranichfamilie „Granzin“ (25.-27.07. schwarz n=38; 01.-03.08.95. rot n=14; 10.06./09.08./16.08./25.08.95 blau n=4 und Reviergröße nach der „core convex polygon“-Methode (10.06.-25.08.95).

Der Nahrungserwerb erfolgte überwiegend auf dem Gerstenstoppfeld im westlichen Bereich des Reviers, teilweise auf der Brache und zu geringen Anteilen auf der Wiese (Abb. 19, 20). Auf der Brache zeigten die Vögel zudem Komfortverhalten. Gelegentlich suchte die Familie hier auch nach Insekten und kleinen Wirbeltieren. Dreimal übergaben die Altvögel Kleinsäuger an den Jungvogel. Auf der Brache ruhten bzw. schliefen - teilweise gleichzeitig - alle drei Vögel liegend. Der Abstand zum nächsten Gebäude (Gemeinde Greven) betrug 455 m.

Am „Roten Bach“, der mitten durch die Wiese fließt, tranken und putzten sich die Kraniche. Die Rapsfläche wurde nicht aufgesucht. Vom Zentrum des Nahrungsreviers, d. h. vom Bereich mit der größten Nutzung, bis zum Brutplatz im Granziner Wald in westlicher Richtung musste eine Entfernung von über 1,5 km von dem gerade flügel gewordenen Jungen überwunden werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass eine Hochspannungsleitung die Flugstrecke kreuzt, so dass der noch ungeübte Jungkranich bei ungünstigen Witterungsverhältnissen einer erhöhten Unfallgefahr ausgesetzt war.

Zeitbudget: Die größten Verhaltensanteile wurden für den Nahrungserwerb (Jungvogel \bar{x} 33,6%; Männchen = \bar{x} 30,3%; Weibchen = \bar{x} 22,8%) und für das Sichern (Jungvogel \bar{x} 6%; Männchen = \bar{x} 29,9%; Weibchen = \bar{x} 27,6%) ermittelt (Abb. 21).

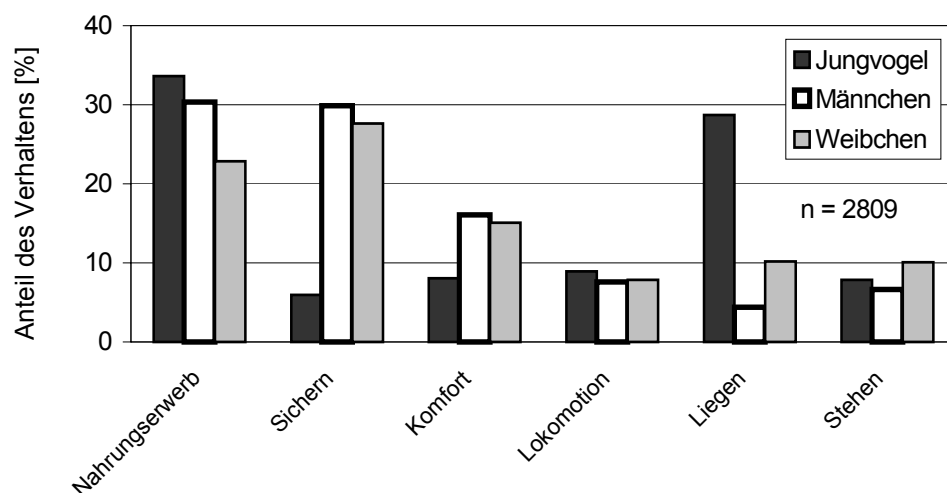


Abb. 21: Zeitbudget der Granziner Kranichfamilie (n = 2809 scans über 10 min Dauer je Kranich).

Mit bis zu 50% hatte der Nahrungserwerb morgens und in den frühen Nachmittagsstunden den größten Anteil im Zeitbudget (Bigeminus, Abb. 22). Die Verteilung wich signifikant von den Erwartungswerten bei tageszeitlich unabhängigem Anteil für den Nahrungserwerb ab (Jungvogel: $\chi^2=64,9$; $df=7$, $p<0,0001$ – Männchen: $\chi^2=62,1$; $df=7$, $p<0,0001$ – Weibchen: $\chi^2=56,8$; $df=7$, $p<0,0001$). Zwischen 08:00 und 10:00 Uhr erreichte der Zeitaufwand für den Nahrungserwerb und für das Sichern ein Minimum. Der Jungvogel investierte mehr Zeit in den Nahrungserwerb als die Altvögel (nicht signifikant; Mann-Whitney U-Test; $U_{8,14}=53$, $p=0,838$), während die Altvögel signifikant mehr Zeit für das Sichern ($U_{8,16}=11$, $z=-3,246$, $p<0,05$), bis zu 46%, aufwendeten. Der Unterschied im Nahrungserwerb zwischen Männchen und Weibchen war nicht signifikant (Mann-Whitney U-Test; $U_{7,7}=18$, $p=0,406$).

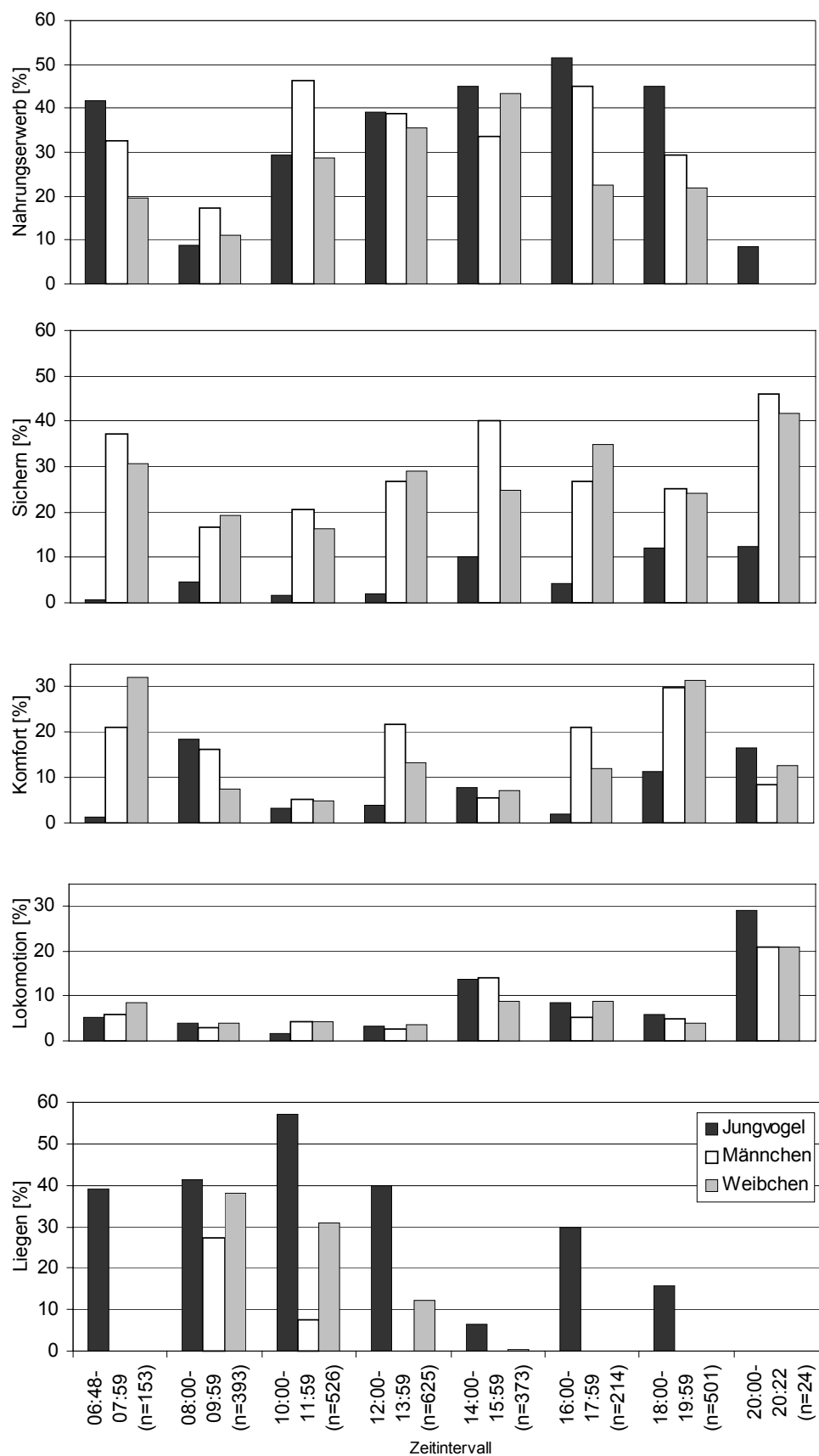


Abb. 22: Verhaltensanteile von Jung- und Altvögeln im Tagesverlauf (Kranichfamilie Granzin, 25.07.-03.08.95, n=2809 Datensätze je Kranich).

Am häufigsten sicherte die Familie nach 20:00 Uhr, hohe Anteile wurden auch morgens bis 08:00 Uhr registriert. Das Männchen sicherte nicht signifikant häufiger als das Weibchen ($U_{8,8}=30$; $z=-0,210$; $p=0,834$). Auffällig waren die großen Anteile „Liegen“ des Jungen in den Vormittagsstunden, die signifikant größer waren als bei den Altvögeln ($U_{7,14}=16,5$; $z=-2,472$; $p<0,05$). Vermutlich schlief oder ruhte der Jungkranich liegend. Durch die hohe Vegetation auf der Brache konnte nicht festgestellt werden, ob der Kopf auf den Rücken gelegt wurde. Die Komfortanteile bei den Altvögeln (bis 32%) waren nicht signifikant höher als beim Jungvogel (bis 19%, $U_{8,16}=40$; $z=-1,472$; $p=0,142$).

Störreize und ihre Wirkungen: Zur nördlich gelegenen Landstraße wurde ein Abstand von 400 m eingehalten, während zur im Süden gelegenen Kreisstraße der Abstand bei 350 m lag.

Als sich am 25.07.1995 (16.20 Uhr) ein „Mountainbiker“ auf dem Feldweg in der Grünlandbrache näherte, flog die Kranichfamilie auf und entfernte sich etwa 400 m vom Abflugort. Der Abstand zum Radfahrer betrug daraufhin 620 m. Am 26.07.1995 (10.13 Uhr) überflog ein „Sportmotorflugzeug“ in ca. 500 m Höhe die Familie - ein Altvogel merkte auf.

Gegen 16.40 Uhr (26.07.95) befuhren zwei Transporter den Feldweg am westlichen Rand des Gerstenfeldes. Die Kraniche erhöhten ihren Abstand zu den Fahrzeugen fliegend auf 600 m. Aufgrund von Mäh- und Entkrautungsarbeiten am kanalisierten Lauf des Roten Baches, im Bereich der Wiese (Abb. 19), mied die Familie diesen Raum (25./26./27.06.1995). Es handelte sich um einen Bereich, in dem zuvor häufiger Komfortverhalten gezeigt wurde.

Am 03.08.1995 begann die Rapsernte. Die Kraniche hielten einen Abstand von über 400 m zum Rapsfeld ein.

Reproduktionserfolg: Das Granziner Paar hatte zum Zeitpunkt des Besunders am 10.06.1995 ein Junges. Der Jungvogel erreichte die Flugfähigkeit und wurde erstmalig am 06.09.1995 am Sammel- und Rastplatz "NSG LHSW" beobachtet.

Zusammenfassung – Kranichfamilie Granzin: Der Jungvogel war bereits flugfähig. Der Nahrungserwerb der Familie erfolgte im Bereich höchster Nahrungsverfügbarkeit (Ernterückstände auf Gerstenstoppelfeld neben einer Brache). Das Verhalten des flugfähigen Jungvogels unterschied sich vom Verhalten nicht flügger Junge (vgl. NOWALD 2001).

3.1.4 Brutpaar Teufelsmoor 1996/97

Reviergröße: Vom 15.-17.07.96 nutzte die Familie mit beiden Jungen eine Fläche von 67,9 ha (CCPM; Tab. 7). Die maximale tägliche Laufstrecke betrug 12,1 km bei einer Revierausdehnung von 0,63 km x 1,39 km (Nord-Süd x West-Ost). Während des Trackings vom 07.-09.07.97 erfolgte der Nahrungserwerb auf einer Fläche von 6,7 ha

(0,39 km x 0,34 km). Unter Berücksichtigung des Fangplatzes am 17.06.97 hatte das Revier eine Größe von 51,9 ha. Der Beringungsort lag etwa 1,2 km westlich auf einer an ein Moor angrenzenden Wiese.

Tabelle 7: Reviergröße und Aktivitätsmerkmale der Kranichfamilie Teufelsmoor.

Datum	tracking-Zeit	Anzahl Peildaten n	Reviergröße [ha] bei x % der Daten innerhalb des Polygonzuges			Laufstrecke [km]	1SA	1SU	Akt.-beginn	Akt.-ende
			100 %	90 %	80 %					
1996										
15.07.	16.00-20.55	60	2,0	1,7	1,6	1,8	5.01	21.38		20.45
16.07.	4.20-21.40	205	23,9	14,4	9,1	12,1	5.03	21.37	4.55	>21.40
17.07.	8.45-21.45	157	15,0	6,5	5,5	5,1	5.04	21.35		20.40
15.-17.07.		422	67,9	61,9	61,6					
1997										
07.07.	17.40-22.10	32	0,4	0,3	0,1	0,6	4.52	21.45		
08.07.	4.45-20.00	184	0,9	0,7	0,6	2,5	4.53	21.44	4.50	>20.00
09.07.	4.45-20.00	181	6,7	6,4	6,3	3,6	4.54	21.44	< 4.45	19.55
07.-09.07.		397	6,7	6,2	1,9					
17.06.-10.07.		403	² 51,9	9,9	1,8					

¹ nach Angaben des Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrographie

² berechnet unter Berücksichtigung des Fangortes und weiterer Peilungen im Anschluss an den Untersuchungszeitraum

Revier- und Habitatnutzung: In den zwei Untersuchungsjahren beanspruchte das Kranichpaar vom Teufelsmoor mit ihren Nachkommen eine Fläche von insgesamt 84,47 ha, davon wurden 35,26 ha (Fläche innerhalb des schwarz-roten Polygonzuges im Zentrum des Reviers) in beiden Jahren genutzt (Abb. 23).

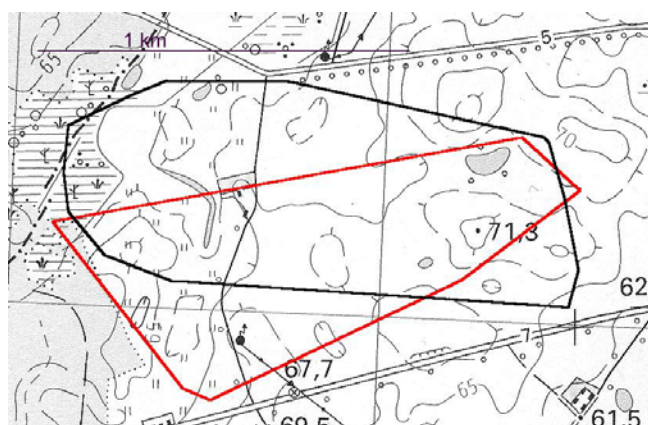


Abb. 23: Raumnutzung der Kranichfamilie vom Teufelsmoor. Reviergrenzen nach der CCPM vom 15.-17.07.1996 (schwarz) und 17.06.-10.07.1997 (rot).

Die Nutzungsintensität im Revier war heterogen (Abb. 25). Der Nahrungserwerb fand am 15. und 16.07.96 tagsüber auf der am Moor angrenzenden Weide (56,1%, Abb. 24, 25, 26) statt. In den frühen Morgen- und Abendstunden nutzte die Familie das Moor (9%). Am 17.07.96 befanden sich die Vögel im östlichen Teil des Reviers und hielten sich überwiegend im 20 m breiten Ackerrandstreifen auf (32,3%). In der Nacht schliefen sie nicht, wie die Tage zuvor am Brutplatz, sondern im Soll (Abb. 24). Während des gesamten Tages (Lichtzeit) waren sie aktiv.

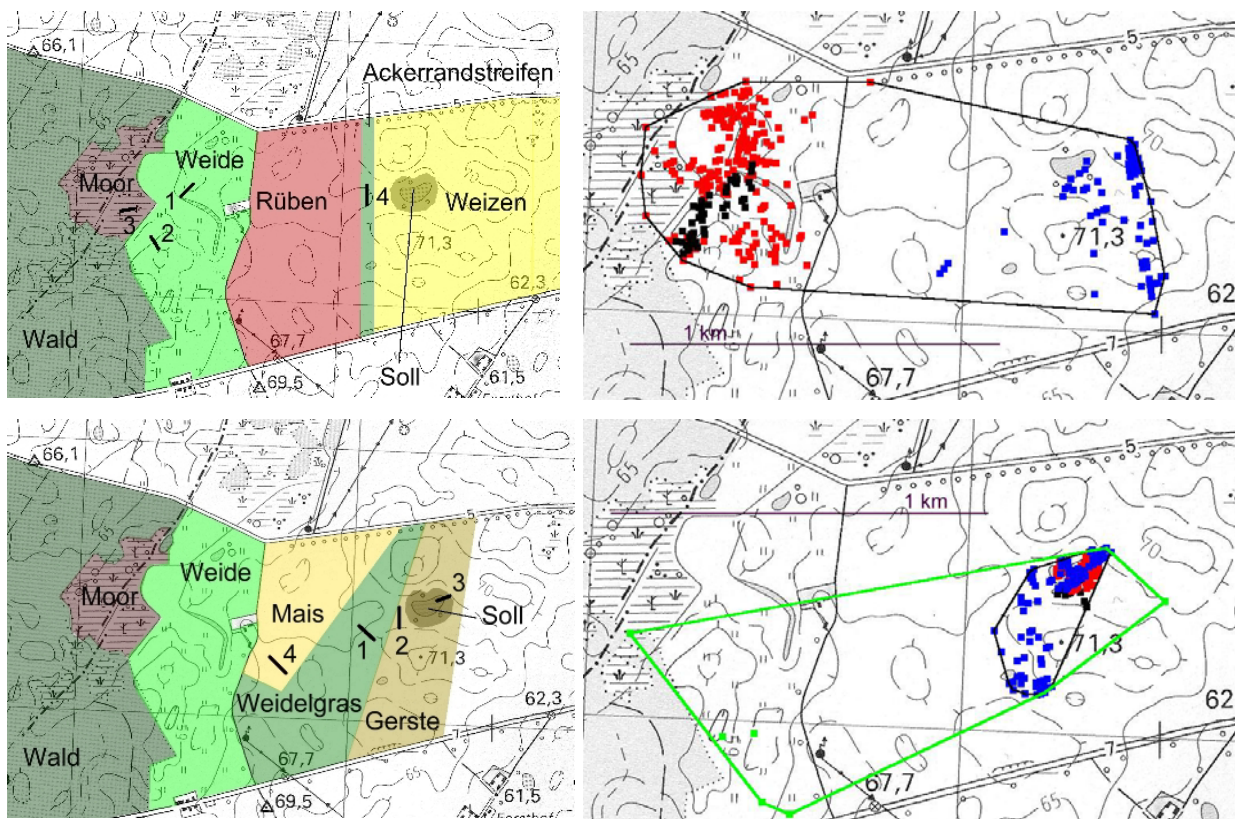


Abb. 24: Landwirtschaftliche Flächennutzung und Standorte der Barberfallen 1-4 im Bereich des Kranichreviers im Juli 1996 (links oben) und im Juli 1997 (links unten).

Abb. 25: Raumnutzung der Kranichfamilie „Teufelsmoor“ (1996 rechts oben: 15.07. schwarz n=60, 16.07. rot n=205, 17.07. blau n=157; 1997 rechts unten: 07.07. schwarz n=32, 08.07. rot n=184, 09.07. blau; n=181 sowie Reviergröße nach der CCPM (1997: grün=unter Berücksichtigung des Fangortes und weiterer Peilungen im Anschluss an den Untersuchungszeitraum).

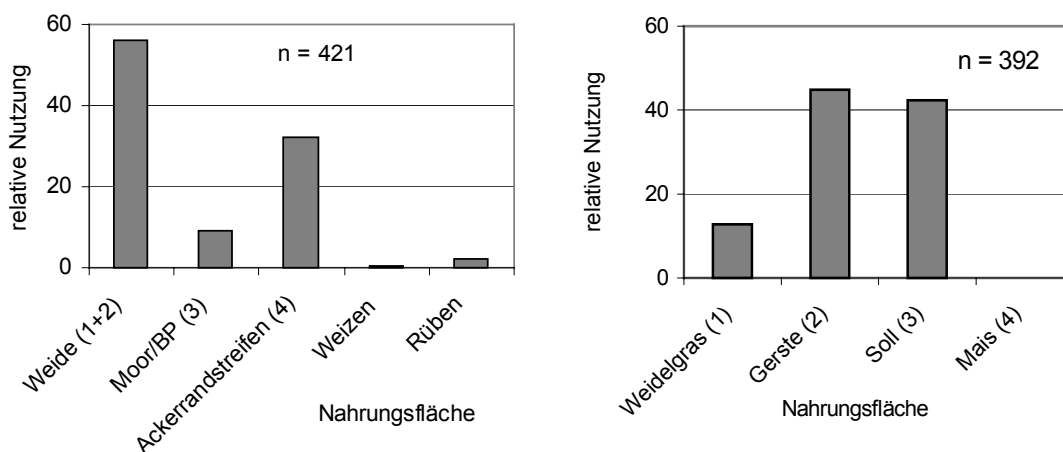


Abb. 26: Flächennutzung der Familie Teufelsmoor vom 15.-17.07.96 (links) und vom 07.-09.07.97 (rechts); [(1)-(4) Zuordnung der Barberfallenstandorte].

Vom 07.-09.07.97 nutzte die Kranichfamilie hauptsächlich das Gerstenfeld (44,9%, Abb. 26) und die Uferbereiche des Solls (42,4%). Der Nahrungserwerb in der Gerste erfolgte überwiegend in den lichtereren Bereichen. Die von den Kranichen genutzte Fläche befand sich hinter leichten Erhebungen und war von keiner Straße aus einsehbar (Abb. 25). Die Familie schlief im Soll und kehrte nachts nicht zum Brutplatz in das Moor zurück. Die Weide auf der die beiden Jungkraniche am 17.06.97 markiert wurden, wurde in diesem Zeitraum nicht für den Nahrungserwerb genutzt.

Die Verteilung wich signifikant von den Erwartungswerten bei habitattypenunabhängiger Nutzung ab (1996: $\chi^2=780,86$; $df=5$, $p<0,001$ - 1997: $\chi^2=112,62$; $df=2$, $p<0,001$).

Nahrungsverfügbarkeit: Die höchsten Käferaktivitätsdichten wurden 1996 auf dem Ackerrandstreifen (4) mit hohen Abundanzen von Gemeinem Windenknöterich *Fallopia convolvulus*, Echter Kamille *Matricaria chamomilla*, Duftlose Kamille *M. inodora*, Acker-Stiefmütterchen *Viola arvensis* sowie Hirtentäschelkraut und 1997 in der Gerste (2) ermittelt. Arten der Familien Pterostichus und Harpalus dominierten (Abb. 27). Die Anzahl der in den einzelnen Barberfallen gefangenen Käfer je Flächentyp und die addierten Körperlängen aller Käfer je Fallenstandort waren verschieden (z. B. Käferanzahl: 1996: $df = 3$, $\chi^2 = 18,56$; $p < 0,001$ - 1997: $df = 4$, $\chi^2 = 54,61$; $p < 0,001$).

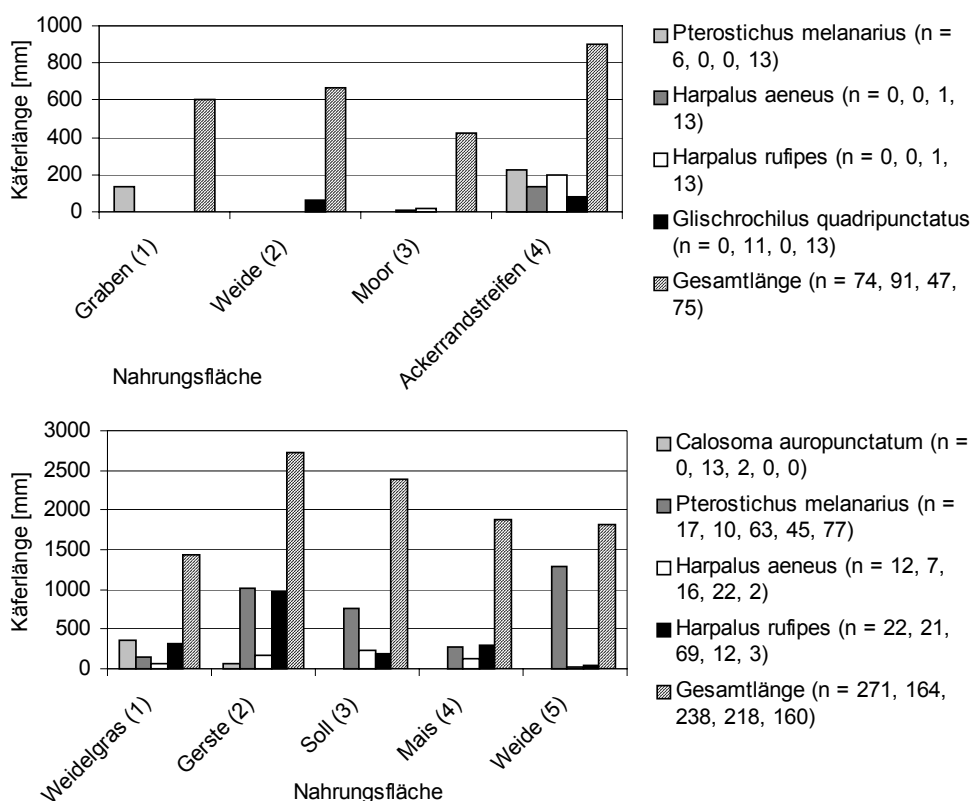


Abb. 27: Addierte Körperlängen (Coleoptera) und auffällige Käfervorkommen auf den verschiedenen Nahrungsflächen der Kranichfamilie Teufelsmoor im Jahr 1996 (oben) und 1997 (nach Barberfallenfängen; (1)-(5) Zuordnung der Barberfallenstandorte).

In beiden Jahren nutzte die Familie die Habitattypen (1996: Weide, Ackerrandstreifen – 1997: Gerste, Soll) mit der höchsten Käferaktivitätsdichte (Abb. 26, 27). Die hohe

Nutzungsfrequenz am Randbereich des Solls am 07. und 08.07.97 (Abb. 25, 26) fiel mit dem Schlupf von Skorpionsfliegen Panorpidae zusammen. Bei der Habitattypenkartierung am 10.07.97 wurden unzählige Exuvien von Skorpionsfliegen entdeckt, die auf eine Massenvermehrung schließen ließen.

Vegetationshöhe und –widerstand: Mit durchschnittlich ca. 72 cm war Weizen 1996 der Habitattyp mit der höchsten Vegetation und Weide (2), mit ca. 10 cm, die Fläche mit der niedrigsten Pflanzenhöhe (Tab. 8). Die Vegetationshöhen im Moor (3) wurden vom Rand aus geschätzt. Im Mais (4) wurden 1997 die geringsten Werte für die Vegetationshöhe ermittelt. Die durchschnittlich höchsten Werte, auch für den Vegetationswiderstand, waren in der Gerste (2), wo die größte Käferaktivitätsdichte und die intensivste Habitatnutzung durch die Kranichfamilie erfasst wurden.

Der One-Way-ANOVA Test ermittelte anhand der Werte der Vegetationshöhe signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Habitattypen (1996: $F=82,65$; $df=3$; $p<0,0001$ - 1997: $F=14,68$; $df=3$; $p<0,0001$). Der nachfolgende multiple Mittelwertsvergleich nach Scheffe analysierte drei homogene Gruppen, bei denen sich die Mittelwerte der Vegetationshöhe nicht signifikant voneinander unterschieden ($p>0,05$). Für 1996:

1. Gruppe: Graben (1) innerhalb der Weide und Ackerrandstreifen (4)
2. Gruppe: Zuckerrüben
3. Gruppe: Weizen

Für 1997:

1. Gruppe: Weidelgras (1) und Gerste (2)
2. Gruppe: Weidelgras (1) und Soll (3)
3. Gruppe: Soll (3) und Mais (4)

Der One-Way-ANOVA Test ergab signifikante Unterschiede im Vegetationswiderstand zwischen den einzelnen Habitattypen (1996: $F=36,36$; $df=4$; $p<0,0001$). Der nachfolgende multiple Mittelwertsvergleich nach Scheffe ermittelte für 1996 drei homogene Gruppen, bei denen sich die Mittelwerte der Vegetationshöhe nicht signifikant voneinander unterschieden ($p>0,05$):

1. Gruppe: Graben (1) innerhalb der Weide (2), Weide (2) und Ackerrandstreifen (4)
2. Gruppe: Graben (1) innerhalb der Weide (2) und Weizen
3. Gruppe: Zuckerrüben

Gerste (2) hatte 1997 im Vergleich zu Weidelgras (1) keinen signifikant höheren Vegetationswiderstand (Tab. 8; Mann-Whitney Wilcoxon U-Test, $U_{34,25}=363,5$, $z=-0,95$, $p=0,346$). Hier wurden die höchste Käferaktivitätsdichte und die intensivste Habitatnutzung durch die Kranichfamilie ermittelt.

Tabelle 8: Vegetationshöhe und –widerstand verschiedener Revierbereiche (1-4 Zuordnung der Barberfallenstandorte, Vegetationshöhe [cm], Vegetationswiderstand [N]).

1996	Graben (1)	Weide (2)	Moor (3)	Ackerrand- streifen (4)	Zuckerrüben	Weizen
Veg.-höhe [cm]						
n:	20	10	0	20	20	20
Mittelwert:	22,7	10 (gemäht)	(zwischen 0 und 150 cm)	13,2	43,5	71,6
Minimum:	0			0	26	60
25% Perzentil:	11			3	38,5	68
Median:	16,5			6,5	44,5	73,5
75% Perzentil:	32			15	48	76
Maximum:	61			51	59	78
1996	Graben (1)	Weide (2)	Moor (3)	Ackerrand- streifen (4)	Zuckerrüben	Weizen
Widerstand						
n:	33	34	nicht ermittelt	41	31	27
Mittelwert:	2,1	1,6		1,1	5,9	3,6
Minimum:	1,1	1		0,4	1	2
25% Perzentil:	1,4	1,3		0,9	2	2,5
Median:	1,8	1,6		1	5	3
75% Perzentil:	2,9	1,8		1,2	10	4
Maximum:	3	2,7		2,1	15	10
1997	Weidelgras (1) Veg.-höhe	Weidelgras (1) Widerstand	Gerste (2) Veg.-höhe	Gerste (2) Widerstand	Soll (3) Veg.-höhe	Mais (4) Veg.-höhe
n:	25	25	25	34	25	24
Mittelwert:	87	2,6	88	2,9	70	52
Minimum:	50	0,5	65	0,5	5	15
25% Perzentil:	85	1,5	80	2	50	42
Median:	90	2,5	90	2,8	60	55
75% Perzentil:	90	3	96	3,5	85	62,5
Maximum:	110	5	107	5,5	140	80

Störreize und ihre Wirkungen: Am 16.07.96 wurde von 5.30-6.30 Uhr ein Landwirt auf der Weide beobachtet, am 17.07.96 installierte er dort einen Elektrozaun. Die Kraniche mieden daraufhin die Weide und nutzten den östlichen Revierbereich für den Nahrungserwerb. Während der Nahrungssuche hielt die Kranichfamilie 1996 (1997) einen Mindestabstand von 55 m (196 m) zur B192 ein. Der Mittelwert der 20 dichtesten Abstände betrug 1996 181 m (1997: 218 m). Dabei erfolgte der Nahrungserwerb in einem von der Straße nicht einsehbaren Revierabschnitt nördlich einer Geländeerhebung.

Reproduktionserfolg: Das Kranichpaar vom Teufelsmoor hatte zum Zeitpunkt des Besunders am 26.06.1996 zwei Junge. Beide Jungvögel erreichten die Flugfähigkeit und wurden erstmalig am 22.09.1996 am Sammel- und Rastplatz „NSG LHSW“ beobachtet.

Am 17./19.06.1997 erhielten beide Jungvögel des Paares eine Farbmarkierung und zusätzlich einen Sender. Am 01.09.1997 befanden sie sich erstmalig am „NSG LHSW“.

Zusammenfassung - Kranichfamilie Teufelsmoor: Die Kranichfamilie Teufelsmoor zeigte in den Jahren 1996 und 1997 Präferenzen für die Habitattypen mit den größten Käferaktivitätsdichten (Abb. 26, 27). Zudem lagen in diesen Habitaten eine geringere Vegetationshöhe und ein geringerer Vegetationswiderstand vor (Tab. 8). In beiden Jahren nutzte die Kranichfamilie ab einem bestimmten Zeitpunkt den östlichen

Revierbereich mit dem Feldsoll als Schlafplatz (Abb. 24, 25). Landwirtschaftliche Aktivitäten beeinflussten die Raumnutzung der Kraniche.

3.1.5 Brutpaare Daschower Moor 1 und Daschower Moor 2 1996

Reviergrößen, Aktivität: Vom 22.-24.07.96 nutzte die Familie „Daschow 1“ mit beiden Jungen eine Fläche von 88,9 ha (Tab. 9). Die maximale tägliche Laufstrecke betrug 13,6 km. Das Revier hatte eine Nord-Süd-Ausdehnung von 1,08 km x 1,32 km (West-Ost). Kranichfamilie „Daschow 2“ hielt sich am 25.07.96 auf einer Fläche von 39,7 ha auf (0,9 km x 0,94 km). Dabei legte sie eine Strecke von 9,7 km zurück.

Beide Kranichfamilien begannen ihre Aktivitätsphase vor dem Sonnenaufgang. Diese endete bei Familie Daschow 1 erst nach dem Sonnenuntergang. Tagsüber wurden viermal keine messbaren Standortveränderungen in einer Zeit von mindestens 15 min Dauer ermittelt (22.07.96 15:10-15:30 Uhr; 23.07.96 18:50-19:15 Uhr, 24.07.96 12:05-12:25 Uhr, 17:20-17:40 Uhr). Ansonsten waren die Familien während des gesamten Tages mobil.

Tabelle 9: Reviergröße und Aktivitätsmerkmale der Kranichfamilien Daschower Moor 1 und 2.

Datum (1996)	Tracking- Zeit	Anzahl Peildaten n	Reviergröße [ha] bei x % der Daten innerhalb des Polygonzuges			Lauf- strecke [km]	1SA	1SU	Akt.- beginn	Akt.- ende
			100 %	90 %	80 %					
Daschow 1										
22.07.	14.05-21.50	86	56,8	38,3	28	6,6	5.11	21.29		>21.50
23.07.	4.50-21.45	204	32,2	18,2	6,2	12,0	5.13	21.27	5.00	>21.45
24.07.	4.40-22.05	211	67,5	12,8	11,3	13,6	5.14	21.26	<4.40	>22.05
22.- 24.07.		501	88,9	31,5	26,5					
Daschow 2										
25.07.	4.55-21.55	204	39,7	10,4	7,2	9,7	5.16	21.24	5.05	21.25
25.06.- 25.07.		205	42,3 ²							

¹ nach Angaben des Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrographie

² berechnet unter Berücksichtigung des Fangplatzes

Revier- und Habitatnutzung: Die Nutzungsintensität im Revier war heterogen (Abb. 29). Der Nahrungserwerb der Familie Daschow 1 fand überwiegend auf den Wiesen (1) und (2) (47% und 49,2%, Abb. 28, 29, 30) statt, während Familie 2 die westlich angrenzende Wiese und Wald-Moorbereiche (51,5% und 26,5%) nutzte. Der Nahrungserwerb von Familie 2 erfolgte nur gelegentlich auf den von Familie 1 beanspruchten Wiesen (1) und (2), aber nur zu Zeiten, wenn Familie 1 andere, außer Sicht liegende Revierbereiche, nutzte. Das Rapsfeld hatte für den Nahrungserwerb nur eine geringe Bedeutung. Familie 1 mied dieses, 6,4% der Peilungen von Familie 2 zeigten eine Nutzung des lichten Randbereiches von Raps (4). Hier wurde beim Aufstellen der Barberfallen ebenfalls eine Kotprobe gefunden (vgl. NOWALD & FLECKSTEIN 2001).

Bei beiden Familien weicht die Verteilung signifikant von den Erwartungswerten bei habitattypenunabhängiger Nutzung ab (Familie 1: $\chi^2=574,39$; $df=3$, $p<0,001$ – Familie

2: $\chi^2=272,33$; $df=5$, $p<0,001$). Der Unterschied in der Nutzungsintensität der Wiesen (1) und (2) war für das Paar Daschow 1 nicht signifikant ($\chi^2=0,48$; $df=1$, $p=0,48$).

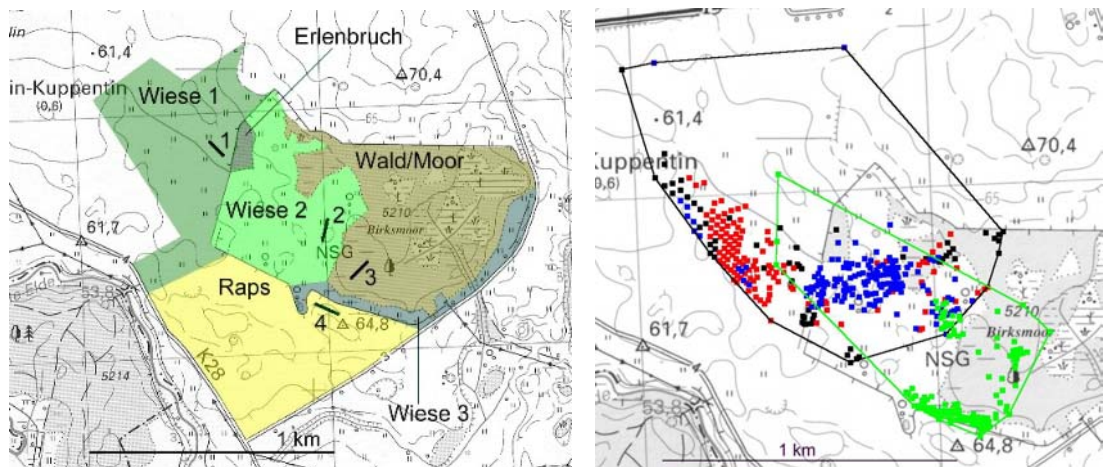


Abb. 28 (links): Landwirtschaftliche Flächennutzung und Standorte der Barberfallen 1-4 im Bereich der Kranichreviere Daschow 1 und 2 im Juli 1996.

Abb. 29 (rechts): Raumnutzung der Kranichfamilien Daschow 1 (22.07. schwarz $n=87$, 23.07. rot $n=204$, 24.07. blau; $n=211$) und Daschow 2 (25.07. grün $n=204$) im Jahr 1996 sowie Reviergröße nach der CCPM (Daschow 1 schwarzer Polygonzug).

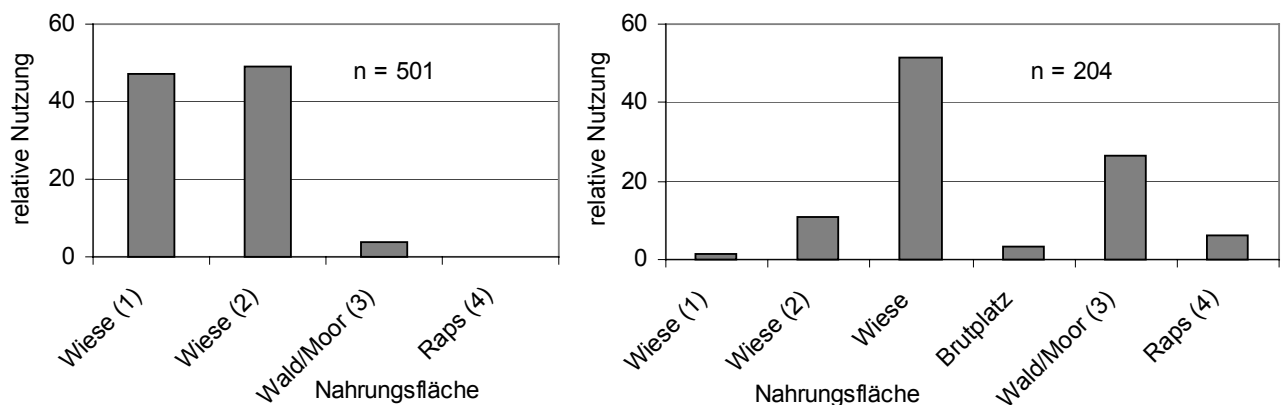


Abb. 30: Flächennutzung der Familien Daschow 1 (links) vom 22.-24.07.96 und Daschow 2 vom 25.07.96 [(1)-(4) Zuordnung der Barberfallenstandorte].

Nahrungsverfügbarkeit: Die höchste Käferaktivitätsdichte wurde im Wald/Moor (3) ermittelt (Abb. 31). Die Anzahl der in den einzelnen Barberfallen gefangenen Käfer je Flächentyp und die addierten Körperlängen aller Käfer je Fallenstandort waren verschieden (Käferanzahl: $df=3$, $\chi^2=183,65$; $p<0,001$ – addierte Käferlängen: $df=3$, $\chi^2=1296,06$; $p<0,001$). Vier Käferarten der Familien Pterostichus und Harpalus dominierten (Abb. 31). Ab dem 25.07.96 wurden die Wiesen (1) und (2) gemäht. Die Wald-Moorbereiche zeichneten sich durch eine hohe Amphibiendichte aus (vgl. NOWALD & FLECKSTEIN 2001).

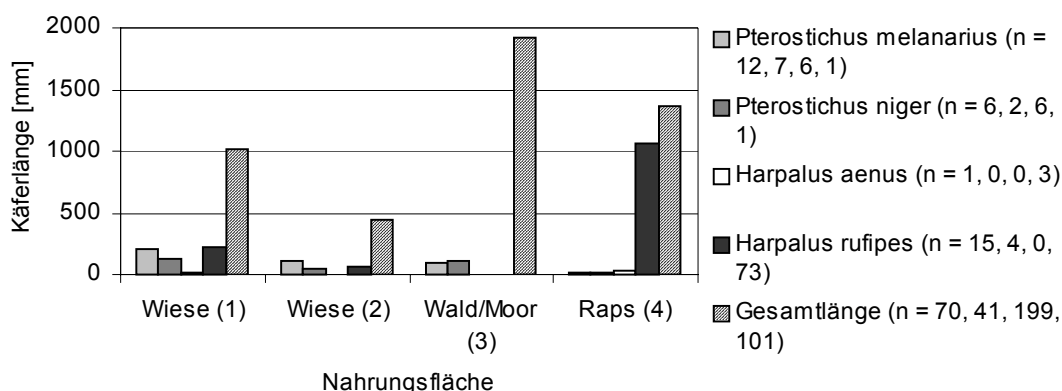


Abb. 31: Addierte Körperlängen (Coleoptera) und auffällige Käfervorkommen auf den verschiedenen Nahrungsflächen der Daschower Kranichfamilien (nach Barberfallenfängen).

Vegetationshöhe und –dichte: Vegetationshöhe und –dichte waren im Rapsfeld am höchsten (Tab. 10). Auf Wiese (2) wurden mit durchschnittlich 57 cm die zweitgrößten Vegetationshöhen erfasst.

Tabelle 10: Vegetationshöhe und –widerstand verschiedener Revierbereiche (1-4 Zuordnung der Barberfallenstandorte, Vegetationshöhe [cm], Vegetationswiderstand [N]).

Veg.-höhe	Wiese (1) (ungemäht)	Wiese (2) (ungemäht)	Wald/Moor (3) (feucht)	Wald/Moor (3) (trocken)	Raps (4)
n:	20	20	20	20	20
Mittelwert:	30	57	28	37	158
Minimum:	9	45	0	7	133
25% Perzentil:	15	53	11	13	151,5
Median:	20,5	58	18	23	157,5
75% Perzentil:	39,5	61	28	41	166
Maximum:	73	66	138	153	172
Widerstand	Wiese (1) (gemäht)	Wiese (1) (ungemäht)	Wiese (2) (ungemäht)	Wald/Moor (3)	Raps (4)
n:	42	32	25	25	25
Mittelwert:	1,2	2,1	3,1	0,7	4,8
Minimum:	0,5	1,3	1,8	0,1	0,8
25% Perzentil:	0,9	1,7	2,5	0,5	3
Median:	1,1	1,9	3	0,7	4,9
75% Perzentil:	1,4	2,5	4	1	7
Maximum:	1,9	3	5	1,4	9,5

Der One-Way-ANOVA Test ermittelte anhand der Werte der Vegetationshöhe signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Habitattypen ($F=93,47$; $df=4$; $p<0,0001$). Der nachfolgende multiple Mittelwertsvergleich nach Scheffe analysierte drei homogene Gruppen, bei denen sich die Mittelwerte der Vegetationshöhe nicht signifikant voneinander unterscheiden ($p>0,05$):

1. Gruppe: Wiese (1), feuchter Wald/Moor (3) Bereich und trockener Wald/Moor (3) Bereich
2. Gruppe: Wiese (2) und trockener Wald/Moor (3) Bereich
3. Gruppe: Raps (4)

Der niedrigste Vegetationswiderstand befand sich im trockeneren Wald/Moor (3) Bereich. Der One-Way-ANOVA Test ergab signifikante Unterschiede im Vegetationswiderstand zwischen den einzelnen Habitattypen ($F=56,27$; $df=4$; $p<0,0001$). Der nachfolgende multiple Mittelwertsvergleich nach Scheffe ermittelte vier homogene Gruppen, bei denen sich die Mittelwerte der Vegetationshöhe nicht signifikant voneinander unterschieden ($p>0,05$):

1. Gruppe: Wiese (1) gemähter Abschnitt und trockener Wald/Moor (3) Bereich
2. Gruppe: Wiese (1) ungemähter Abschnitt
3. Gruppe: Wiese (2) ungemähter Abschnitt
4. Gruppe Raps (4)

Trotz der signifikant höheren Vegetation und des signifikant höheren Vegetationswiderstandes sowie einer geringeren Käferaktivitätsdichte wurde Wiese (2) geringfügig häufiger genutzt (vgl. Abb. 30).

Störreize und ihre Wirkungen: Paar 1 nutzte am 23.07.1996 Wiese (1) für den Nahrungserwerb und startete hier ebenfalls am folgenden Tag. Gegen 7:50 Uhr erreichte ein Landwirt diese Wiese und mähte die Fläche bis 16:50 Uhr mit einem Kreiselmäher. Die Vögel wichen auf Wiese (2) mit der geringeren Käferaktivitätsdichte aus und kehrten auch nach 16:50 Uhr nicht auf Wiese (1) zurück (vgl. Abb. 28, 29).

Am 24.-25.07.1997 waren zwischen 5:30 Uhr und 7:30 Uhr Jäger im Waldbereich des Daschower Moores. Die Kraniche mieden die entsprechenden Bereiche innerhalb ihres Nahrungsreviers. Zusätzlich warnten sie mehrfach mit dem Doppelruf. Die Weiden am Daschower Moor wurden durch Stacheldraht- und Elektrozäune begrenzt, was ein erhöhtes Unfallrisiko darstellt. In zwei Fällen wurden Kranichfedern im Stacheldraht gefunden.

Reproduktionserfolg: Das Daschower Paar (Familie 1) hatte zum Zeitpunkt des Besunders am 27.06.1996 zwei Junge. Beide Jungvögel erreichten die Flugfähigkeit und wurden erstmalig am 20.08.1996 am Sammel- und Rastplatz „NSG LHSW“ beobachtet. Zum Zeitpunkt des Markierens am 25.06.1996 hatte Familie 2 ein Junges. Am 19.08.1996 wurde des Sender des Jungen in der Nähe des Brutplatzes geborgen. Die Todesursache konnte nicht festgestellt werden, da nur noch wenige Federn (abgebissen) vorhanden waren.

Zusammenfassung – Kranichfamilien Daschower Moor: Die Raumnutzung der Kranichfamilie Daschow 1 war vermutlich vor allem durch Mäharbeiten auf den Wiesen (1) und (2) beeinflusst, während die Familie Daschow 2 Präferenzen für die Habitattypen mit der größten Nahrungsverfügbarkeit zeigte (Abb. 30, 31). Hier lagen zudem die günstigen Messwerte zur Vegetationshöhe und zum Vegetationswiderstand vor (Tab. 10).

3.1.6 Brutpaar Großer Serrahn 1996

Reviergröße, Landnutzung, Aktivität: Vom 30.07.-01.08.96 nutzte das Kranichpaar mit ihrem Jungen eine Fläche von 116,1 ha (Tab. 11). Die maximale Laufstrecke

betrug 11 km/Tag bei einer maximalen Revierausdehnung von 1,51 km x 1,23 km (Nord-Süd x West-Ost).

Die Kranichfamilie war bereits vor dem Sonnenaufgang aktiv. Ihre Aktivitätsphase endete etwa 20 min vor dem Sonnenuntergang. Während der Untersuchung wurde zweimal keine messbare Standortveränderung in einer Zeit von mindestens 15 min Länge ermittelt (31.07.96 10:00-10:25 Uhr und 11:50-12:10 Uhr). Ansonsten war die Familie während des gesamten Tages mobil.

Tabelle 11: Reviergröße und Aktivitätsmerkmale der Kranichfamilie Großer Serrahn

Datum (1996)	Tracking-Zeit	Anzahl Peildaten n	Reviergröße [ha] bei x % der Daten innerhalb des Polygonzuges			Laufstrecke [km]	1 ^{SA}	1 ^{SU}	Akt.-beginn	Akt.-ende
			100 %	90 %	80 %					
30.07.	9.45-21.00	96	78,3	45,7	22,0	10,9	5.24	21.16		20.40
31.07.	4.25-21.10	201	56,7	32,6	28,0	11,0	5.26	21.14	< 4.25	20.55
01.08.	4.30-18.15	153	27,4	26,4	20,1	7,2	5.27	21.12	4.45	
30.07.-01.08.		450	116,1	42,8	32,0					

¹ nach Angaben des Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrographie

Revier- und Habitatnutzung: Die Nutzungsintensität im Revier war heterogen (Abb. 33).

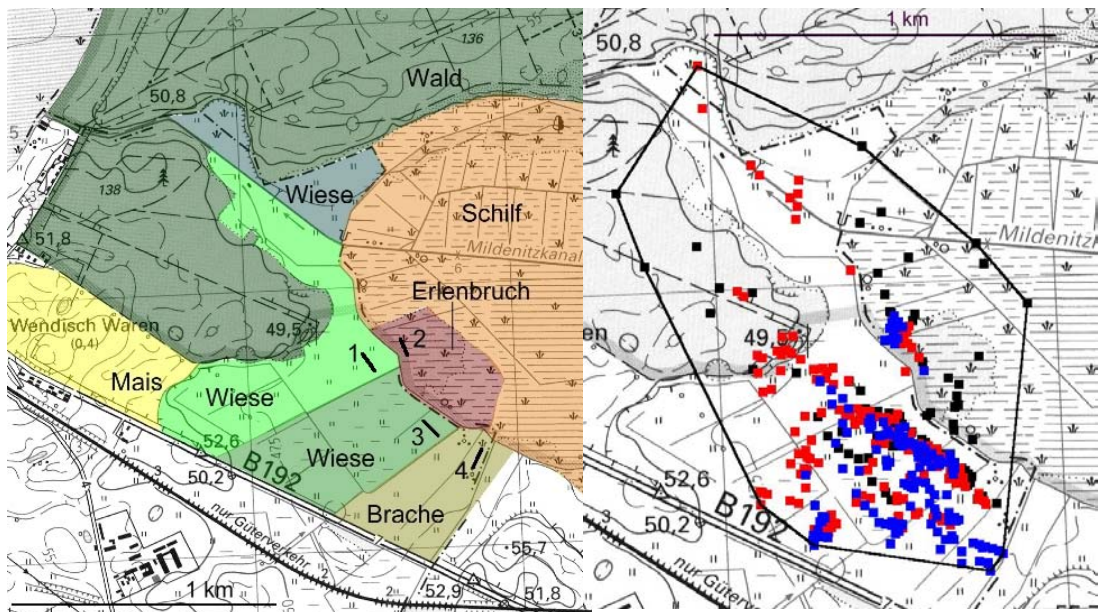


Abb. 32 (links): Landwirtschaftliche Flächennutzung und Standorte der Barberfallen 1-4 im Bereich des Kranichreviers im Juli/August 1996.

Abb. 33 (rechts): Raumnutzung der Kranichfamilie Großer Serrahn (30.07. schwarz n=96, 31.07. rot n=201, 01.08.96 blau n=153) und Reviergröße nach der CCPM (schwarzer Polygonzug).

Der Nahrungserwerb fand in der offenen Landschaft auf den verschiedenen Wiesen, die auch als Weiden genutzt wurden, statt. Das Grünland war durch ein Entwässerungs-Grabensystem strukturiert (Gräben z. T. > 1 m tief und > 4 m breit). Die

Wiese mit dem Fallenstandort (3) wurde am häufigsten frequentiert (55,6%), während der Buchen-Eichen-Wald zu 2,2% genutzt wurde (Abb. 34).

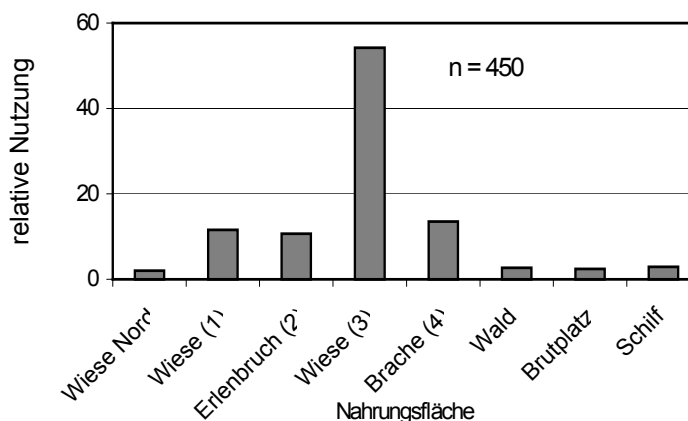


Abb. 34: Flächennutzung der Familie Großer Serrahn vom 30.07.-01.08.96; [(1)-(4) Zuordnung der Barberfallenstandorte].

Die Verteilung wich signifikant von den Erwartungswerten bei habitattypenunabhängiger Nutzung ab ($\chi^2=883,14$; $df=7$, $p<0,001$).

Nahrungsverfügbarkeit: Die größten Käferaktivitätsdichten befanden sich auf Wiese (3) und im Erlenbruch (2) (Abb. 35). Sowohl die Anzahl der in den einzelnen Barberfallen gefangenen Käfer, als auch die addierten Körperlängen aller Käfer waren auf den Flächen signifikant verschieden (Käferanzahl: $\chi^2=133,57$; $df=3$, $p<0,001$ - addierten Körperlängen aller Käfer: $\chi^2=1577,9$; $df=3$, $p<0,001$). *Pterostichus melanarius* wurde in allen Habitattypen gefangen.

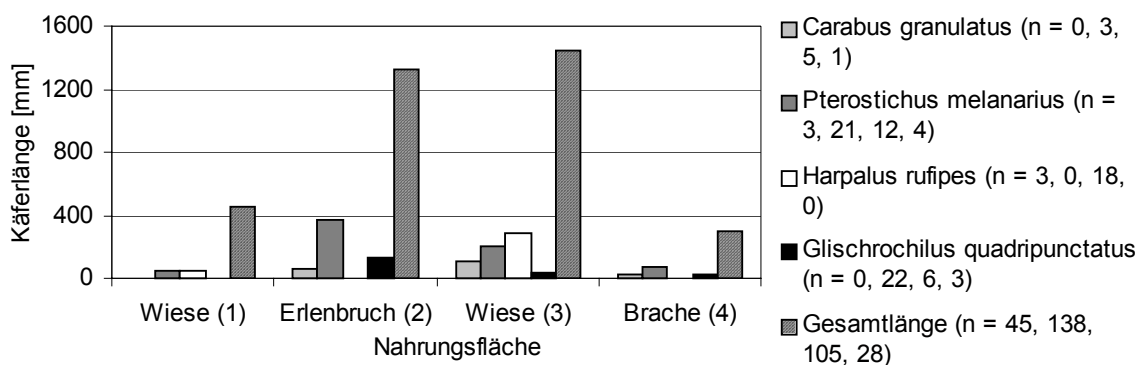


Abb. 35: Fallenfänge und auffällige Käfervorkommen auf den verschiedenen Nahrungsflächen [(1)-(4) Zuordnung der Barberfallenstandorte].

Auffällig war die hohe Dichte an Heuschrecken (*Saltatoria*) auf den Wiesenhabitaten, vor allem auf Wiese (3) mit durchschnittlich 90 aufspringenden Individuen je 10 m Erfassungswegstrecke (Tab. 12; vgl. NOWALD & FLECKSTEIN 2001). Der One-Way-ANOVA Test ermittelte für die Heuschreckenanzahlen signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Habitattypen ($F=20,93$; $df=2$; $p<0,0001$). Der nachfolgende multiple Mittelwertsvergleich nach Scheffe analysierte zwei homogene Gruppen, bei

denen sich die Mittelwerte der Vegetationshöhe nicht signifikant voneinander unterscheiden ($p > 0,05$):

1. Gruppe: Wiese (1) und Brache (4)
2. Gruppe: Wiese (3)

Die größte Nutzungsintensität der Kranichfamilie erfolgte auf dem Habitattyp Wiese (3), wo die größte Käferaktivitätsdichte und Heuschreckendichte erfasst wurden.

Tabelle 12: Geschätzte Anzahlen von Heuschrecken in den verschiedenen Grünlandbereichen (aufspringende Individuen je 10 m Erfassungswegstrecke; vgl. NOWALD & FLECKSTEIN 2001).

	Wiese (1)	Wiese (3)	Brache (4)
n:	10	10	10
Mittelwert:	33	90	20
Minimum:	10	25	7
25% Perzentil:	30	60	8
Median:	32,5	97,5	15
75% Perzentil:	41	120	25
Maximum:	52	156	50

Vegetationshöhe und –widerstand: Mit durchschnittlich 46 cm war Wiese (1) der Habitattyp mit der höchsten Vegetation und Wiese (3), mit 15 cm, die Fläche mit den niedrigsten Pflanzenhöhen (Tab. 13).

Tabelle 13: Vegetationshöhe und –widerstand verschiedener Revierbereiche (1-4 Zuordnung der Barberfallenstandorte, Vegetationshöhe [cm], Vegetationswiderstand [N]).

	Wiese (1) Veg.-höhe	Wiese (1) Widerstand	Erlenbruch (2) Veg.-höhe	Erlenbruch (2) Widerstand	Wiese (3) Veg.-höhe	Brache (4) Veg.-höhe	Brache (4) Widerstand
n:	20	30	20	30	20	sehr	30
Mittelwert:	46	146	41	154	15	stark	780
Minimum:	10	60	6	40	0	strukturiert	200
25% Perzentil:	23	110	24,5	115	8	von	500
Median:	47,5	150	36,5	150	13,5	20	750
75% Perzentil:	59	170	54,5	200	17,5	bis	900
Maximum:	102	250	104	250	38	200	1500

Der One-Way-ANOVA Test ermittelte für die Werte der Vegetationshöhe signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Habitattypen ($F=12,18$; $df=2$; $p < 0,0001$). Der nachfolgende multiple Mittelwertsvergleich nach Scheffe analysierte zwei homogene Gruppen, bei denen sich die Mittelwerte der Vegetationshöhe nicht signifikant voneinander unterscheiden ($p > 0,05$):

1. Gruppe: Wiese (1) und Erlenbruch (2)
2. Gruppe: Wiese (3)

Die Flächen Wiese (1) und Erlenbruch (2) der homogenen 1. Gruppe, wurden unterschiedlich intensiv von der Kranichfamilie genutzt.

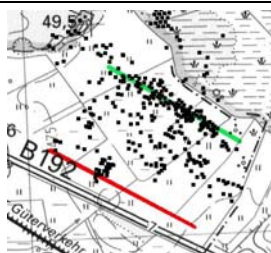
Für den Vegetationswiderstand errechnete der One-Way-ANOVA Test signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Habitattypen ($F=66,71$; $df=2$; $p < 0,0001$). Der

nachfolgende multiple Mittelwertsvergleich nach Scheffe ermittelte zwei homogene Gruppen, bei denen sich die Mittelwerte der Vegetationshöhe nicht signifikant voneinander unterschieden ($p > 0,05$):

1. Gruppe: Wiese (1) und Erlenbruch (2)
2. Gruppe: Brache (4)

Störreize und ihre Wirkungen: Während des Nahrungserwerbs hielt die Familie zur stark befahrenen Bundesstraße B192 einen durchschnittlichen Mindestabstand von 112 m ein (Tab. 14; vgl. Abb. 32, 33). Das Anhalten von Fahrzeugen an der auf einem Damm gelegenen Bundesstraße mit regelmäßigen fließenden Verkehr war kaum möglich. Der Abstandsmittelwert vom Revierbereich größter Nutzung zur Straße betrug 464 m.

Tabelle 14: Abstände der Kranichfamilie zur Bundesstraße B192 während des Nahrungserwerbs (1. Minimale Abstände; 2. Abstände zum Bereich größter Nutzungsintensität)

	Mindestabstände [m] [ROT]	Abstände vom Nutzungsschwerpunkt [m] [GRÜN]	Skizze: Abstände zur Bundesstraße
n:	20	20	
Mittelwert:	112	464	
Minimum:	65	426	
25% Perzentil:	94	449	
Median:	111	463	
75% Perzentil:	136	479	
Maximum:	151	497	

Am 31.07.1996 näherten sich (15:38 Uhr) weidende Kühe der Kranichfamilie. Die Familie wechselte ihre Nahrungsfläche von Wiese (3) auf Wiese (1) mit der geringeren Käferaktivitätsdichte und den ungünstigeren Werten zur Vegetationshöhe und zum Vegetationswiderstand. Gegen 18:10 Uhr fielen am gleichen Tag drei Schüsse (jagdliche Aktivitäten). Die Vögel bewegten sich spontan um mindestens 165 m von Wiese (3) auf Brache (4).

Reproduktionserfolg: Das Serrahner Paar hatte zum Zeitpunkt des Besunders am 27.06.1996 ein etwa sechs Wochen altes Junges. Der Jungvogel erreichte die Flugfähigkeit und wurde erstmalig am 25.08.1996 am Sammel- und Rastplatz „NSG LHSW“ beobachtet.

Zusammenfassung – Kranichfamilie Großer Serrahn: Die häufigste Habitatnutzung der Kranichfamilie Großer Serrahn wurde auf Wiese (3) ermittelt, die auch die größte Käferaktivitätsdichte und Heuschreckendichte sowie die geringste Vegetationshöhe aufwies (Abb. 32-35, Tab. 12, 13). Brache (4) mit dem höchsten Vegetationswiderstand und der geringsten Käferaktivitätsdichte war für die Habitatnutzungsintensität der Kraniche von untergeordneter Bedeutung.

Erhebliche Auswirkungen zeigten der Weidebetrieb (die Kranichfamilie wich der Herde aus) und der permanente Einfluss der Bundesstraße (Abb. 33, Tab. 14).

3.1.7 Brutpaar Zidderich 1996

Reviergröße, Landnutzung, Aktivität: Vom 05.08.-07.08.96 nutzte die Kranichfamilie mit ihrem Jungen eine Fläche von 74 ha (CCPM; Tab. 15). Bei der Nahrungssuche wurden täglich maximal 13,8 km zurückgelegt. Die Revierausdehnung betrug 2,06 km x 0,83 km (Nord-Süd x West-Ost).

Die Kranichfamilie startete ihre Aktivitätsphase vor dem Sonnenaufgang. Sie endete erst nach dem Sonnenuntergang. Während der Untersuchung wurde dreimal keine messbare Standortveränderung in einer Zeit von mindestens 15 min Dauer ermittelt (05.08.96 17:55-18:15 Uhr; 06.08.96 14:05-14:30 Uhr und 19:15-19:35 Uhr; 07.08.96 keine „Passivitätsphasen“). Ansonsten war die Familie während des gesamten Tages mobil. Nachts wurden keine messbaren Standortveränderungen registriert. Am 07.08.96 schliefen sie am Neststandort im Erlenbruch, zuvor war der Schlafplatz in einem Feldsoll im Lein/Weizen.

Tabelle 15: Reviergröße und Aktivitätsmerkmale der Kranichfamilie Zidderich.

Datum (1996)	Tracking- Zeit	Anzahl Peildaten n	Reviergröße [ha] bei x % der Daten innerhalb des Polygonzuges			Lauf- strecke [km]	¹SA	¹SU	Akt.- beginn	Akt.- ende
			100 %	90 %	80 %					
05.08.	14.30-21.55	90	9,3	7,2	3,8	4,0	5.34	21.05		21.25
06.08.	4.20-21.55	212	20,1	10,5	8,3	9,2	5.36	21.03	4.55	>21.55
07.08.	4.20-21.10	203	71,3	54	48,5	13,8	5.37	21.01	4.55	>21.10
05.- 07.08.		505	74,0	46,1	29,8					

¹ nach Angaben des Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrographie

Revier- und Habitatnutzung: Die Nutzungsintensität im Revier war heterogen (Abb. 38). Die Fläche mit der Flachs-Weizen-Mischkultur (44,8%) wurde stärker genutzt als die Flachs-Monokultur (37%) oder das Gerstenfeld (3,4%) (vgl. Abb. 36-38). Die Verteilung wich signifikant von den Erwartungswerten bei habitattypenunabhängiger Nutzung ab ($\chi^2=664,8$; $df=5$, $p<0,001$).

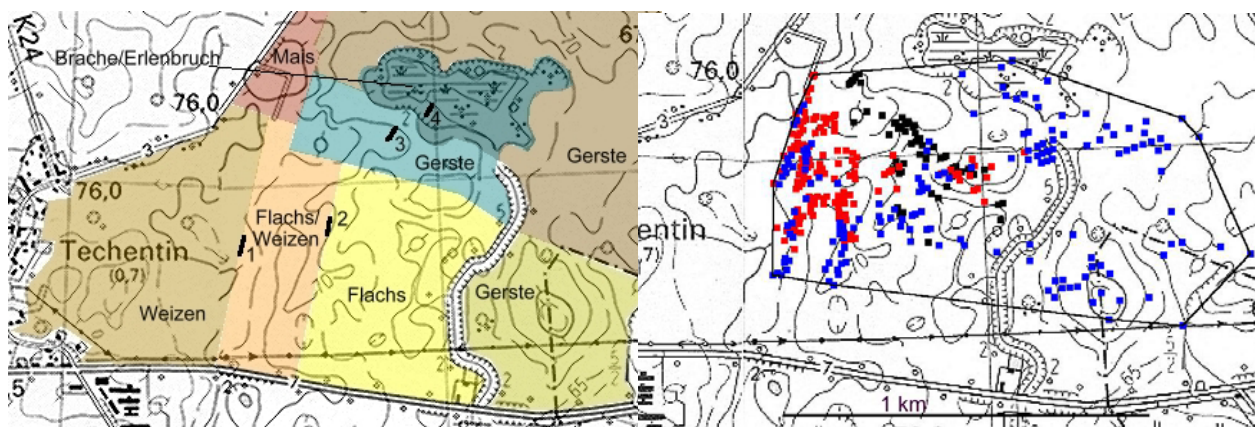
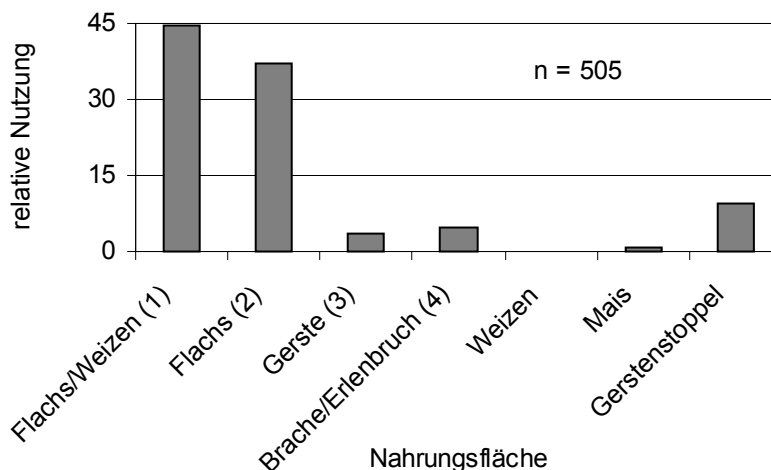


Abb. 36 (links): Landwirtschaftliche Flächennutzung und Standorte der Barberfallen 1-4 im Bereich des Kranichreviers.

Abb. 37 (rechts): Raumnutzung der Kranichfamilie „Zidderich“ (05.08. schwarz; n=90, 06.08. rot n=212 und 07.08.1996 blau n=203) und Reviergröße nach der CCPM (schwarzer Polygonzug).

Abb. 38:
Flächennutzung in der
Zeit vom 05.-
07.08.1996; [(1)-(4)
Zuordnung der
Barberfallenstandorte].



Nahrungsverfügbarkeit: Auf der Flachs-Weizen-Mischkultur wurden die meisten Käfer (n=706) gefangen (Abb. 39). Auffällig waren die großen Populationen von *Pterostichus melanarius* und *Glischrochilus quadripunctatus*. Nach dem Ende der Erntearbeiten am 07.08.1996, begab sich die Kranichfamilie auf das Gerstenstoppelfeld und suchte nach Ernterückständen (vgl. NOWALD & FLECKSTEIN 2001).

Sowohl die Anzahl der in den einzelnen Barberfallen gefangenen Käfer, als auch die addierten Körperlängen aller Käfer waren auf den Flächen verschieden (Anzahl Käfer: $\chi^2=516,5$; $df=3$; $p<0,001$ – addierten Körperlängen aller Käfer: $\chi^2=4860,5$; $df=3$; $p<0,00$).

Am Rande der Flachs-Weizen-Mischkultur fielen während der Habitattypenkartierung zahlreiche Raupen und Puppen der Art *Phytomera gamma* auf (vgl. NOWALD & FLECKSTEIN 2001).

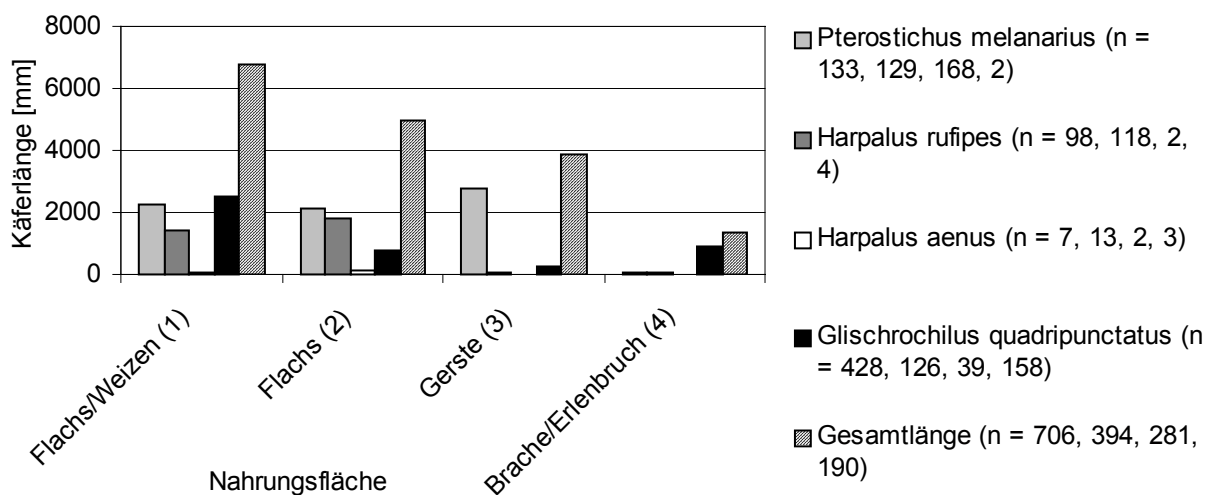


Abb. 39: Fallenfänge und auffällige Käfervorkommen auf den verschiedenen Nahrungsflächen [(1)-(4) Zuordnung der Barberfallenstandorte].

Vegetationshöhe und –widerstand: Mit durchschnittlich 70 cm war Flachs (2) der Habitattyp mit der höchsten Vegetation und die Flachs-Weizen-Mischkultur (1), mit 40

cm, die Fläche mit den niedrigsten Pflanzenhöhen (Tab. 16). Auf dem Gerstenstoppelfeld wurde keine Vegetationshöhe ermittelt.

Da die Werte der Vegetationshöhe nicht normalverteilt waren, wurden die Datensätze mit dem nichtparametrischen Kruskal-Wallis-ANOVA getestet: Es gab keine signifikanten Unterschiede in der Vegetationshöhe zwischen den einzelnen Habitattypen ($F=2,87$; $df=2$; $p=0,0676$). Der nachfolgende multiple Mittelwertsvergleich zeigte keine paarweise signifikanten Unterschiede zwischen den Mittelwerten der Vegetationshöhe der 3 Habitattypen ($p>0,05$).

Für den Vegetationswiderstand errechnete der One-Way-ANOVA Test signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Habitattypen ($F=71,72$; $df=2$; $p<0,0001$). Der nachfolgende multiple Mittelwertsvergleich nach Scheffe zeigte signifikante Unterschiede zwischen den Mittelwerten des Vegetationswiderstandes der 3 Habitattypen ($p<0,05$).

Tabelle 16: Vegetationshöhe und –widerstand verschiedener Revierbereiche (1-4 Zuordnung der Barberfallenstandorte, Vegetationshöhe [cm], Vegetationswiderstand [N]).

	Flachs / Weizen (1) (trockenes Soll) Veg.-höhe	Flachs (2) Veg.-höhe	Flachs (2) Widerstand	Gerste (3) (Stoppel- fläche) Widerstand	Brache (4) Veg.-höhe	Brache (4) Widerstand
n:	20	5	30	58	20	39
Mittelwert:	37	70	4,1	1,2	41	3,3
Minimum:	0	68	2	0,7	2	1
25% Perzentil:	10	70	2,5	1	14,5	2
Median:	19	70	3,8	1,1	32	3,5
75% Perzentil:	57	70	5	1,4	62,5	4,5
Maximum:	154	72	7	1,7	130	7

Trotz der höheren Vegetation (nicht signifikant) und des signifikant größeren Vegetationswiderstandes (Tab. 16), wurde das Flachsfeld von der Kranichfamilie intensiver genutzt, als die Brache (4) mit dem Gehölz bestandenen Soll oder die Gerstenfelder.

Störreize und ihre Wirkungen: Während des Nahrungserwerbs hielt die Familie zur stark befahrenen Bundesstraße B192 einen durchschnittlichen Mindestabstand von 255 m ein (Mittelwert der 20 dichtesten Abstände zur B192; $\min=185$ m, $\max=275$ m).

Am 05.08.1996 begann ab 14:45 Uhr auf der Gerste zwei Mähdrescher mit der Ernte (vgl. Abb. 36). Die Kranichfamilie wich daraufhin 275 m auf dem Flachsfeld nach Westen aus. Die Erntearbeiten wurden am 06.08.1996 fortgesetzt.

Reproduktionserfolg: Das Ziddericher Paar hatte zum Zeitpunkt des Besunders am 28.06.1996 ein Junges. Der Jungvogel erreichte die Flugfähigkeit und wurde erstmalig am 18.08.1996 am Sammel- und Rastplatz "NSG Langenhägener Seewiesen" beobachtet.

Zusammenfassung - Kranichfamilie Zidderich: Die Kranichfamilie Zidderich präferierte die Habitattypen mit der größten Käferaktivitätsdichte (Abb. 38, 39), obwohl dort die Vegetation hoch und der Vegetationswiderstand groß waren (Tab. 16). Die Raumnutzung wurde zusätzlich durch Erntearbeiten und durch die Bundesstraße beeinflusst (vgl. Abb. 37).

3.1.8 Brutpaar Mühlenhof 1997

Reviergröße, Landnutzung, Aktivität: Die Kranichfamilie bei Mühlenhof nutzte vom 21.-23.07.1997 eine Revierfläche von über 51 ha (CCPM; Tab. 17) mit einer Revierausdehnung von 1,49 km x 1,05 km (Nord-Süd x West-Ost). Der Maximalwert für die tägliche Flächennutzung betrug 27,4 ha, die zurückgelegte Laufstrecke 19,5 km. Unter Einbeziehung des Fangortes vom 20.06.1997 betrug die Reviergröße ca. 107 ha.

Tabelle 17: Reviergröße und Aktivitätsmerkmale der Kranichfamilie Mühlenhof.

Datum (1997)	Tracking- Zeit	Anzahl Peildaten n	Reviergröße [ha] bei x % der Daten innerhalb des Polygonzuges			Lauf- strecke [km]	¹ SA	¹ SU	Akt.- beginn	Akt.- ende
			100 %	90 %	80 %					
21.07.	16.15-20.00	46	1,8	1,5	1,0	1,6	5.10	21.30		
22.07.	4.45-22.00	186	15,8	6,1	3,8	7,8	5.11	21.29	<4.45	>20.30 ³
23.07.	4.45-20.10	159	27,4	22,4	9,1	19,5	5.13	21.27	5.00	
21.- 23.07.		391	51,6	41,4	39,2					
20.06.- 23.07.		392	² 107,1	41,4	39,2					

¹ nach Angaben des Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrographie

² berechnet unter Berücksichtigung des Fangortes

³ ab 20.30 Uhr im 15-Minuten-Takt.

Die Kranichfamilie startete ihre Aktivitätsphase vor dem Sonnenaufgang. Während der Untersuchung wurde zweimal keine messbare Standortveränderung in einer Zeit von mindestens 15 min Dauer ermittelt (22.07.97 15:15-15:45 Uhr; 23.07.97 12:15-12:35 Uhr und 15:00-15:25 Uhr). Ansonsten war die Familie während des gesamten Tages mobil. Nachts wurden keine Standortveränderungen registriert, die Vögel schliefen in einem Feldsoll innerhalb des Gerstenfeldes. Der Brutplatz dieses Paares war nicht bekannt. Die Familie wurde erstmals Anfang Juni '97 entdeckt. Bei verschiedenen Kontrollfahrten im Juni, auch am Fangtag, dem 20.06.1997, befand sich die Familie auf der südwestlich gelegenen Wiese (Abb. 40).

Revier- und Habitatnutzung: Die Verteilung der Peilpunkte (Abb. 41) zeigte eine heterogene Raumnutzung mit einer Bevorzugung der Gerste und des Buchen-Eichenwaldes (Abb. 42). Für die Standorte (2) und (4) in der Gerste erfolgte keine Unterscheidung. Standort (4) lag im Bereich eines trockenen Feldsolls. Das Rapsfeld mied die Familie konsequent. Zum Zeitpunkt des radio trackings erfolgten keine Peilungen auf der südwestlich gelegenen Wiese, welche noch im Juni für den Nahrungserwerb genutzt wurde. Die Verteilung weicht signifikant von den

Erwartungswerten bei habitattypenunabhängiger Nutzung ab ($\chi^2=1057,2$; $df=4$, $p<0,001$).

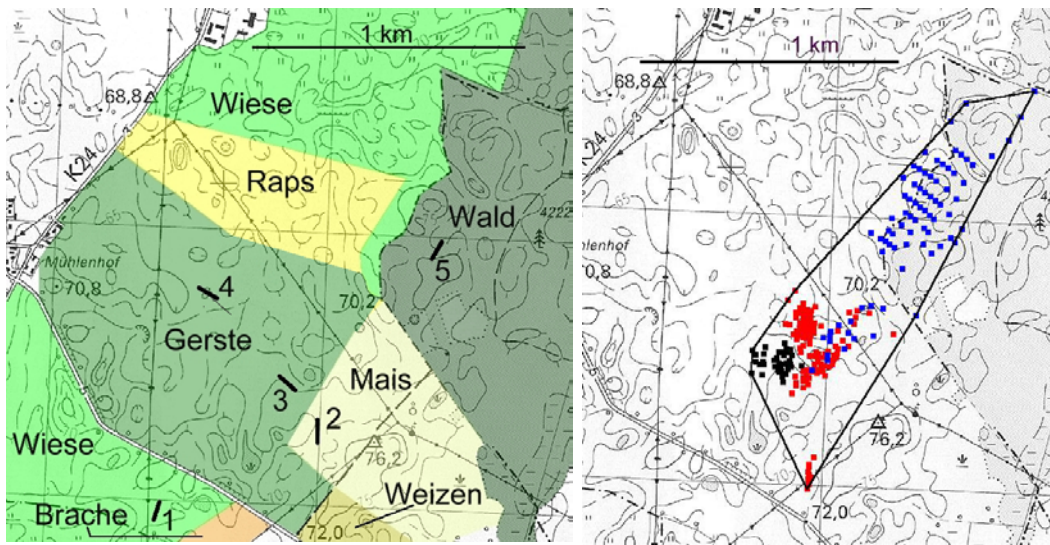
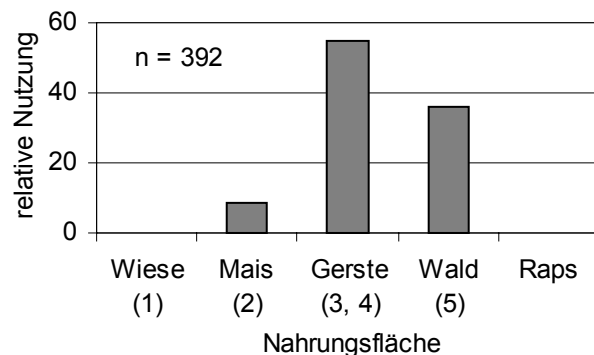


Abb. 40 (links): Landwirtschaftliche Flächennutzung und die Standorte der Barberfallen 1-5 im Kranichrevier Mühlenhof 1997.

Abb. 41 rechts): Raumnutzung der Kranichfamilie Mühlenhof (21.07. schwarz $n=46$, 22.07. rot $n=186$, 23.07.1997 blau $n=159$) und Reviergröße nach der „core convex polygon“-Methode (schwarzer Polygonzug).

Abb. 42: Flächennutzung der Mühlenhofer Kranichfamilie in der Zeit vom 21.-23.07.1997 [(1)-(5) Zuordnung der Barberfallenstandorte].



Nahrungsverfügbarkeit: Auf der Fläche Gerste (4) wurden die meisten Käfer ($n=316$) gefangen (Abb. 43). Auffällig waren die großen Aktivitätsdichten von *Pterostichus melanarius* und *Harpalus rufipes*. In den Barberfallen von Gerste (3) wurde zu etwa 80% ausschließlich *Pterostichus melanarius* gefangen. Sowohl die Anzahl der in den einzelnen Barberfallen gefangenen Käfer, als auch die addierten Körperlängen aller Käfer waren auf den Flächen verschieden (Anzahl Käfer: $\chi^2=231,4$; $df=4$; $p<0,001$ – addierte Körperlängen aller Käfer: $\chi^2=1398,8$; $df=4$; $p<0,00$).

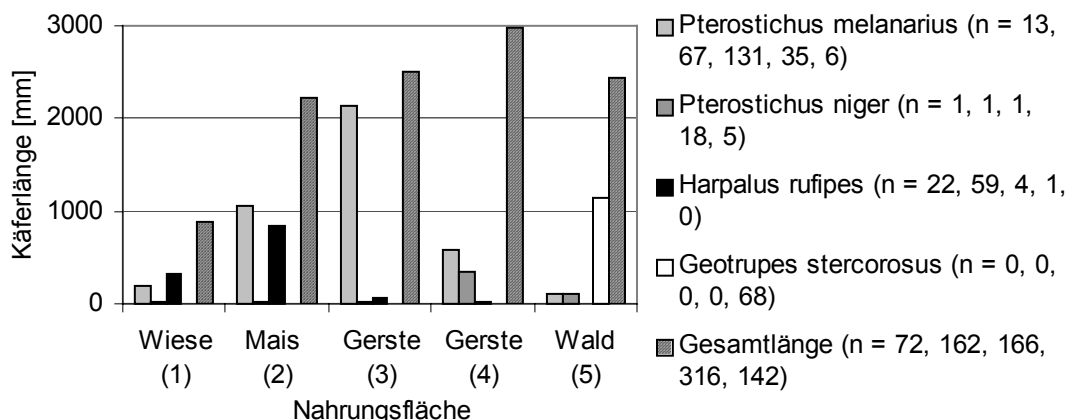


Abb. 43: Fallenfänge und auffällige Käfervorkommen auf den verschiedenen Nahrungsflächen [(1)-(5) Zuordnung der Barberfallenstandorte].

Vegetationshöhe und –widerstand: Mit durchschnittlich 142 cm war Raps der Habitattyp mit der höchsten Vegetation und Wiese (1), mit 38 cm, die Fläche mit den niedrigsten Pflanzenhöhen (Tab. 18).

Der One-Way-ANOVA Test ermittelte für die Werte der Vegetationshöhe signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Habitattypen ($F=164,50$; $df=3$; $p<0,0001$). Der nachfolgende multiple Mittelwertsvergleich nach Scheffe zeigte signifikante Unterschiede zwischen den Mittelwerten der Vegetationshöhe der 4 Habitattypen ($p<0,05$).

Für den Vegetationswiderstand errechnete der One-Way-ANOVA Test signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Habitattypen ($F=41,31$; $df=2$; $p<0,0001$). Der nachfolgende multiple Mittelwertsvergleich nach Scheffe zeigte zwei homogene Gruppen, bei denen sich die Mittelwerte nicht signifikant voneinander unterschieden ($p>0,05$):

1. Gruppe: Wiese (1) und Mais (2)
2. Gruppe: Gerste (3).

Trotz der signifikant höheren Vegetation und des signifikant größeren Vegetationswiderstandes, wurde das Gerstenfeld (3) von der Kranichfamilie intensiver genutzt, als Mais (2) oder Wald (5). Während der Habitattypenkartierung am 24.07.1997 wurden die Kraniche bei der Nahrungssuche in den Fahrspuren der Bearbeitungsmaschinen beobachtet.

Tabelle 18: Vegetationshöhe und –widerstand verschiedener Revierbereiche (1-4 Zuordnung der Barberfallenstandorte, Vegetationshöhe [cm], Vegetationswiderstand [N]).

	Wiese (1) Veg.-höhe	Wiese (1) Widerstand	Mais (2) Veg.-höhe	Mais (2) Widerstand	Gerste (3) Veg.-höhe	Gerste (3) Widerstand	Raps Veg.-höhe
n:	25	25	25	25	25	25	25
Mittelwert:	37,9	1,1	94,2	1,3	73,7	3,1	142,5
Minimum:	0	0,4	61	0,6	18	1	120
25% Perzentil:	32	0,8	81	0,8	70	2	137
Median:	42	1	92	1,4	75	3,5	143
75% Perzentil:	48	1,1	108	1,6	82	4	148
Maximum:	67	1,9	148	1,9	103	5,5	162

Störreize und ihre Wirkungen: Störreize hatten ihren Ursprung vor allem im Verkehr auf den Zerschneidungselementen in der Landschaft. Aufgrund der Habitatnutzung am 23.07.1997 blieben die Störreize durch Fahrzeuge ohne Wirkung, da sich die Familie im nördlichen Revierbereich, in großer Entfernung zum Feldweg, aufhielt (Tab. 19). Vermutlich erfolgte der Nahrungserwerb am 23.07.1997 überwiegend im Buchen-Eichen-Wald, da auf dem Gerstenfeld die Erntearbeiten begannen.

Tab. 19: Störreize und ihre Wirkungen.

Datum	Uhrzeit	Störreiz	Reaktion auf Störreiz
22.07.97	11:10	Pkw fuhr Feldweg (Maisfeld) entlang	Kranichfamilie (KF) erhöhte den Abstand zum Weg von 275 m auf 420 m
23.07.97	7:35	Pkw fuhr Feldweg (Maisfeld) entlang	KF befand sich innerhalb des Waldes (700 m entfernt), keine Reaktion
23.07.97	9:00	Pkw fuhr Feldweg (Maisfeld) entlang	KF befand sich innerhalb des Waldes (750 m entfernt), keine Reaktion
23.07.97	10:10	Freischneidearbeiten durch die Straßenmeisterei an der Kreis-Straße	KF befand sich innerhalb des Waldes (1250 m entfernt), keine Reaktion
23.07.97	13:35	Düsenjäger überflog das Revier in über 400 m Höhe	KF ruft
23.07.97	14:20	Erntearbeiten mit dem Mähdrescher auf dem Gerstenfeld	Gerstenfeld wurde nicht für den Nahrungserwerb genutzt
23.07.97	19:00	Motorrad fuhr Feldweg (Maisfeld) entlang	KF befand sich innerhalb des Waldes (700 m entfernt), keine Reaktion

Das Nahrungsrevier wurde von Energieleitungstrassen durchschnitten. Bei ungünstigen Witterungs- bzw. Sichtbedingungen, können diese vor allem für den ungeübten Jungkranich eine große Gefährdung darstellen.

Reproduktionserfolg: Das Mühlenhofer Paar hatte zum Zeitpunkt des Besenderns am 20.06.1997 ein Junges. Der Jungvogel erreichte die Flugfähigkeit und wurde erstmalig am 22.08.1997 am Sammel- und Rastplatz „NSG Langenhägener Seewiesen“ beobachtet.

Zusammenfassung – Kranichfamilie Mühlenhof: Die Kranichfamilie von Mühlenhof präferierte die Habitattypen mit der größten Käferaktivitätsdichte (Abb. 42, 43). Für die Vegetationshöhe und den -widerstand ergaben sich nicht die günstigsten Messdaten (Tab. 18). Die Raumnutzung wurde zusätzlich durch Erntearbeiten beeinflusst (Tab. 19). Die Telemetriedaten zeigten keine Auswirkung der Stromleitungstrassen auf die Raumnutzung der Kraniche (Abb. 41).

3.1.9 Brutpaar Zahrener Wiesenmoor 1998

Reviergröße, Landnutzung, Aktivität: Vom 01.-03.07.98 nutzte die Familie mit einem überlebenden Jungen eine Fläche von 95,6 ha (Tab. 19). Unter Berücksichtigung des Fangplatzes am 16.06.98 betrug die Reviergröße 102,1 ha mit einer Nord-Süd-Ausdehnung von 1,31 km x 1,16 km (West-Ost). Die maximale tägliche Laufstrecke betrug 15,8 km.

Die Kranichfamilie startete ihre Aktivitätsphase vor dem Sonnenaufgang. Während der Untersuchung wurde nur am 02.07.98, 19:05-19:25 Uhr, keine messbare Standortveränderung ermittelt. Ansonsten war die Familie während des gesamten Tages mobil. Nachts wurden keine Standortveränderungen registriert, die Vögel schliefen am Brutplatz in einem kleinen Erlenbruch.

Tabelle 19: Reviergröße und Aktivitätsmerkmale der Kranichfamilie Zahrener Wiesenmoor.

Datum (1998)	tracking-Zeit	Anzahl Peildaten n	Reviergröße [ha] bei x % der Daten innerhalb des Polygonzuges			Lauf-Strecke [km]	¹ SA	¹ SU	Akt.-beginn	Akt.-ende
			100 %	90 %	80 %					
01.07.	18.50-21.00	27	8,3	7,7	7,4	1,6	4.47	21.48		20.55
02.07.	4.30-21.15	202	22,7	10,2	7,8	10,4	4.47	21.48	4.40	>21.15
03.07.	4.30-20.00	182	66,3	52,6	50,3	15,8	4.48	21.48	<4.30	>20.00
01.-03.07.		411	95,6	75,3	55,9					
16.06.-03.07.		412	² 102,1	79,1	62,5					

¹ nach Angaben des Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrographie

² berechnet unter Berücksichtigung des Fangortes

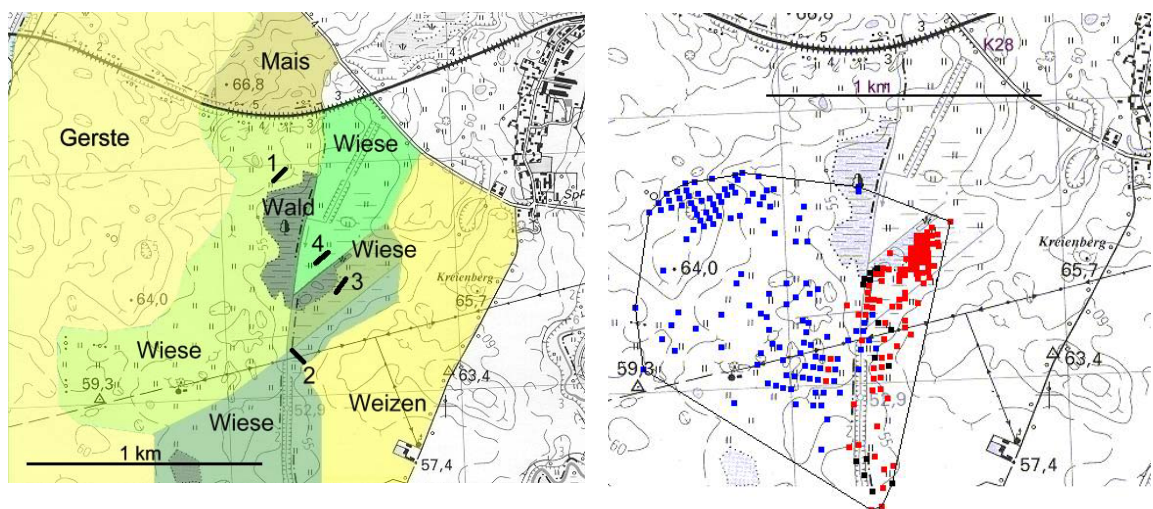
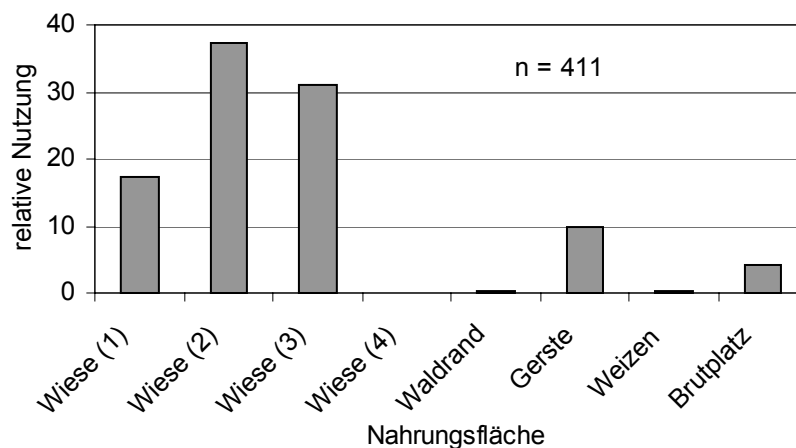


Abb. 44 (links): Landwirtschaftliche Flächennutzung und die Standorte der Barberfallenreihen 1-4 im Kranichrevier.

Abb. 45 (rechts): Raumnutzung der Kranichfamilie „Zahrener Wiesenmoor“ (01.07. schwarz n=27, 02.07. rot n=202 und 03.07.1998 blau n=182) sowie Reviergröße nach der CCPM (schwarzer Polygonzug).

Revier- und Habitatnutzung: Die Verteilung der Peilpunkte (n=411, Abb. 45) zeigt eine heterogene Raumnutzung mit bevorzugten Bereichen. Für den Nahrungserwerb nutzten die Vögel überwiegend die Grünlandbereiche (Wiese 1-3, Nutzung 17,3%, 37,2% und 31,1%). Getreideflächen waren von geringer Bedeutung (Abb. 44). Die Verteilung wich signifikant von den Erwartungswerten bei habitattypenunabhängiger Nutzung ab ($\chi^2=650,7$, $df=8$, $p<0,001$). Lediglich im direkten Flächenvergleich Wiese (2) zu Wiese (3) lag kein signifikanter Unterschied vor ($\chi^2=0,2$, $df=1$, $p=0,65$).

Abb. 46: Flächennutzung in der Zeit vom 01.-03.07.98 [(1)-(4) Zuordnung der Barberfallenstandorte].



Nahrungsverfügbarkeit: Besonders häufig befand sich *Pterostichus melanarius* in den Barberfallen (Abb. 47). Sowohl die Anzahl der in den einzelnen Barberfallen gefangenen Käfer, als auch die addierten Körperlängen aller Käfer waren auf den Flächen verschieden. Wiese (4) verfügte über ein signifikant geringeres Nahrungsangebot von Käfern als die Wiese (1) bis (3) (z.B. Flächenvergleich Wiese (2) zu Wiese (4); $\chi^2=26,4$, $df=1$, $p<0,001$). Wiese (4) grenzte zudem an die nordöstlich gelegene Kreisstraße K28 an, auf welcher unregelmäßiger Verkehr floss und wurde entsprechend gemieden (Abb. 48). Bei acht Kontrollfahrten (01.-12.06.98; mdl. Mitt. T. Fichtner, V. Günther) vor und drei Kontrollen während der Fangaktion (13.-15.06.98), wurde die Familie nicht auf Wiese (4) beobachtet.

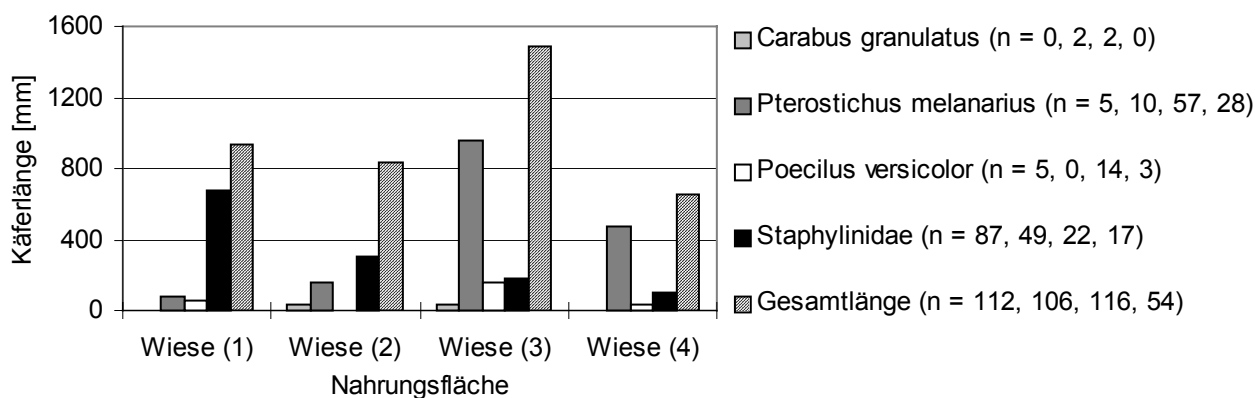


Abb. 47: Fallenfänge und auffällige Käfervorkommen auf den verschiedenen Nahrungsflächen [(1)-(4) Zuordnung der Barberfallenstandorte].

Vegetationshöhe und -widerstand: Mit durchschnittlich 54 cm war Wiese (2) der Habitattyp mit der höchsten Vegetation und Wiese (3) mit 8 cm, die Fläche mit den niedrigsten Pflanzenhöhen (Tab. 20).

Der One-Way-ANOVA Test ermittelte für die Werte der Vegetationshöhe signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Habitattypen ($F=142,66$; $df=2$; $p<0,0001$). Der nachfolgende multiple Mittelwertsvergleich nach Scheffe zeigte signifikante Unterschiede zwischen den Mittelwerten der Vegetationshöhe der drei Wiesenhabitats ($p<0,05$).

Die Messung des Vegetationswiderstandes erfolgte nur auf den ungemähten Bereichen von Wiese (2).

Tabelle 20: Vegetationshöhe und –widerstand verschiedener Revierbereiche (1-4 Zuordnung der Barberfallenstandorte, Vegetationshöhe [cm], Vegetationswiderstand [N]).

	Wiese (1) Veg.-höhe	Wiese (2) Veg.-höhe	Wiese (2) Widerstand	Wiese (3) Veg.-höhe
n:	20	21	29	20
Mittelwert:	22	54	1,5	8
Minimum:	12	34	0,6	2
25% Perzentil:	18	43	1,4	5
Median:	22	52	1,5	8
75% Perzentil:	22,5	62	1,8	11,5
Maximum:	35	78	2,2	20

Störreize und ihre Wirkungen: Störreize hatten ihren Ursprung vor allem im Verkehr auf den Zerschneidungselementen (Kreisstraße, Bahnlinie) in der Landschaft. Das Verkehrsaufkommen auf der K28 im Tagesverlauf (Abb. 48) zeigte signifikante Unterschiede ($\chi^2=31,35$; $df=14$; $p=0,005$). Da die Allee sehr schmal war, mussten einige Fahrzeuge stoppen, um den Gegenverkehr vorbeizulassen. Es gab keinen regelmäßig fließenden Straßenverkehr, an den sich die Kraniche gewöhnen konnten. Die Familie hielt einen Mindestabstand von 370 m zur Kreisstraße und von 490 m zum Bahndamm ein.

Am 03.07.1998 wurde ab 7:29 Uhr auf Wiese (3) und Wiese (4) Heu gewendet. Die Kranichfamilie mied daraufhin Wiese (3), welche am Vortag intensiv für den Nahrungserwerb genutzt wurde und begab sich auf Wiese (1).

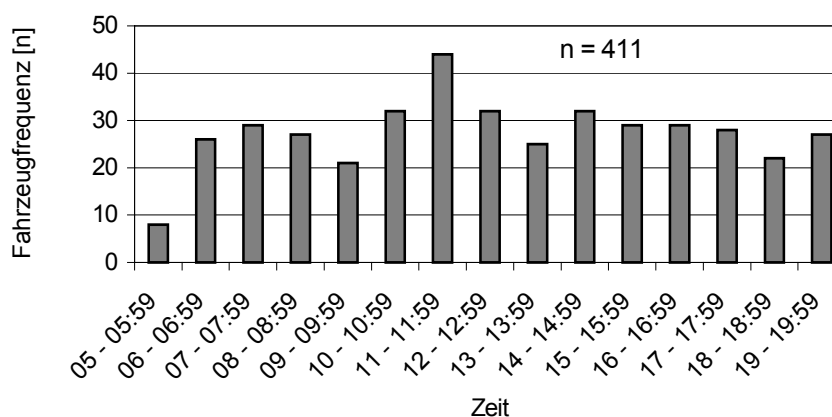


Abb. 48:
Fahrzeugaufkommen
auf der Kreisstraße
K28 am 03.07.98.

Reproduktionserfolg: Das Zahrener Paar hatte zum Zeitpunkt des Besunders am 16.06.1998 zwei etwa 7 Wochen alte Junge. Der Sender des Jungen „BuBkG“ wurde am 01.07.1998 direkt an einem Stacheldrahtzaun geborgen, welcher den Brutplatz von Wiese (4) abgrenzt. Die Todesursache konnte nicht festgestellt werden, da neben dem Sender nur noch wenige abgebissene Federn vorhanden waren. Der Jungvogel „BuGBk“ erreichte die Flugfähigkeit und wurde erstmalig am 23.08.1998 am Sammel- und Rastplatz „NSG LHSW“ beobachtet.

Zusammenfassung – Kranichfamilie Zahrender Wiesenmoor: Die Vegetationshöhe (Tab. 20) hatte keinen oder nur geringen Einfluss auf die unterschiedliche Nutzung, da Wiese (4) frisch gemäht war und auf Wiese (2) mit der höchsten Vegetation die größte Aktivität registriert wurde. Die Raumnutzung wurde durch die Nahrungsverfügbarkeit (Abb. 46, 47), landwirtschaftliche Aktivitäten und den Sicherheitsabstand zur Kreisstraße bestimmt.

3.1.10 Brutpaare Darzer Moor I 1998 und Darzer Moor II 1996 und 1998

Reviergröße, Aktivität: Familie „Darze I“ nutzte mit ihren beiden Nachkommen vom 08.-10.07.98 eine Fläche von 36,9 ha (Tab. 21). Das Revier hatte eine Ausdehnung von 0,6 km x 0,83 km (Nord-Süd x West-Ost). Die maximale tägliche Laufstrecke betrug 10,6 km. Die Familie war während des Tages ohne Unterbrechungen mobil, mit Ausnahme vom 10.07.98 (12:50 bis 13:20 Uhr).

Tabelle 21: Reviergröße und Aktivitätsmerkmale der Kranichfamilie Darzer Moor I (Mitte) und Darzer Moor II (Dorf) 1996 und 1998

Datum	Tracking-Zeit	Anzahl Peildaten n	Reviergröße [ha] bei x % der Daten innerhalb des Polygonzuges			Laufstrecke [km]	1SA	1SU	Akt.-beginn	Akt.-ende
			100 %	90 %	80 %					
1998										
Darze I										
08.07.	16.32-21.12	15	1,8	1,3	1,1	0,9	5.00	21.39		>21.12
09.07.	4.32-20.10	180	23,7	17,0	13,7	10,4	5.01	21.38	4.52	>20.10
10.07.	4.35-20.00	186	30,8	17,8	12,7	10,6	5.03	21.37	< 4.35	
08.-10.07.		381	36,9	18,6	15,8					
1996										
Darze II										
12.08.	14.15-21.20	85	8,8	8,4	5,8	3,8	5.46	20.51		21.10
13.08.	4.45-21.00	192	78,4	55,3	40,9	16,6	5.48	20.49	4.55	20.40
14.08.	4.50-21.40	180	60,1	45,0	17,1	11,2	5.50	20.46	5.35	21.30
12.-14.08.		457	96,7	58,9	39,0					
1998										
Darze II										
08.07.	13.30-21.00	90	3,1	2,5	2,0	3,9	5.00	21.39		>21.00
09.07.	4.30-5.25	10					5.01	21.38		
10.07.	5.12-19.59	23					5.03	21.37		
08.-10.07.		123	37,5	13,4	7,9					

¹ nach Angaben des Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrographie

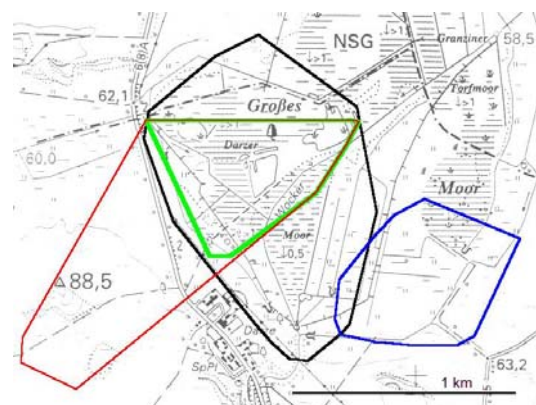


Abb. 49: Raumnutzung der Kranichfamilien Darze I (08.-10.07.98; Reviergrenze nach der CCPM in blau) und Darze II (12.08.-14.08.96; Reviergrenze nach der CCPM in schwarz - 08.-10.07.98; Reviergrenze nach der CCPM in grün; Home range nach der CCPM in rot).

Die Raumnutzung des Brutpaares „Darze II“ wurde 1996 und 1998 untersucht. Vom 12.-14.08.96 erfolgte der Nahrungserwerb auf einer Fläche von 96,7ha (1,45 km x 1,05 km), während sich vom 08.-10.07.98 eine Revierfläche von 37,5 ha errechnete. Am 09. und 10.07.98 befand sich die Familie meist außerhalb der Sender-Receiver-Empfangsreichweite der stationären Antennenstationen. Mit Hilfe einer mobilen Antennen-Empfängereinheit wurden die Kraniche 2,55 km westlich des Brutreviers auf einem Erbsenfeld entdeckt. Der Jungvogel hatte seine Flugfähigkeit erlangt, nachdem er am Morgen des 09.07.98 zwischen 7:00 und 8:00 Uhr mehrfach Flugversuche unternahm. Der Nahrungserwerb der Familie erfolgte danach überwiegend außerhalb des Brutreviers. Die Fläche des home range betrug 89,2 ha (innerhalb der roten Linie; Abb. 49).

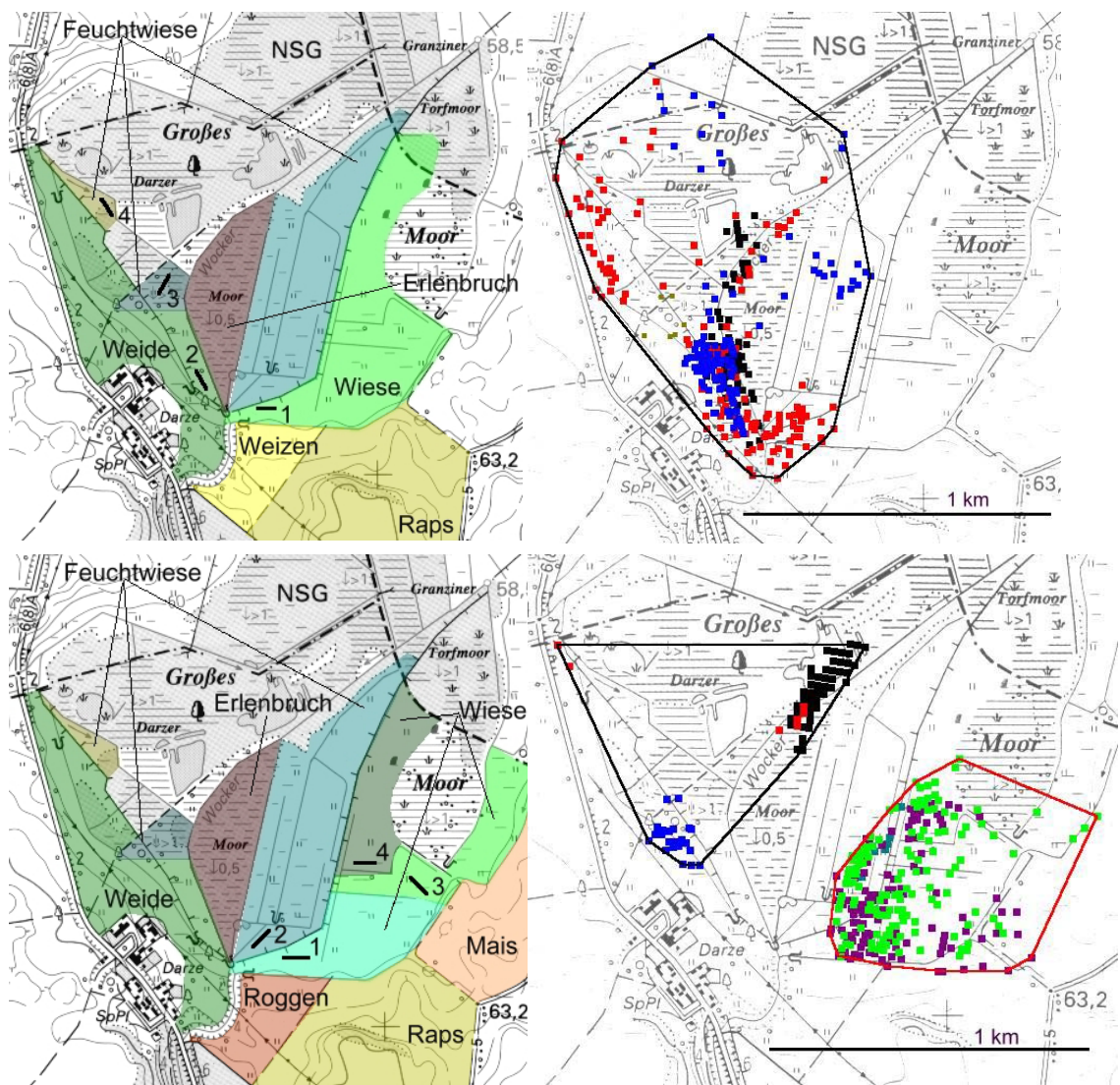


Abb. 50: Landwirtschaftliche Flächennutzung und Standorte der Barberfallen 1-4 im Bereich des Kranichreviers Darze II 1996 (links oben) und der Reviere Darze I und II 1998 (links unten).

Abb. 51: Raumnutzung der Kranichfamilien Darze II (1996 rechts oben: 12.08. schwarz n=85, 13.08. rot n=192, 14.08. blau; n=180; 1998 rechts unten: 08.07. schwarz n=90, 09.07. rot; n=10, 10.07. blau; n=23) und Darze I (1998: 08.07. dunkelgrün n=15, 09.07. violett n=180, 10.07.98 grün n=186) sowie Reviergrößen nach CCPM (Darze II mit schwarzem Polygonzug).

Während des Tages wurden mit Ausnahme vom 13.08.96, 14:20 bis 14:45 Uhr, keine Ruhephasen ermittelt. Nachts erfolgten keine messbaren Standortveränderungen.

Bei den Paaren Darze I und II gab es im Jahr 1998 keine Revierüberlappungen (Abb. 51). Vergleicht man die Reviergrenzen von 1998 (Darze I) und 1996 (Darze II) gäbe es eine kleine Überschneidung (Abb. 49). Die 1998 erfasste Revierfläche (Darze II) befand sich innerhalb des 1996 ermittelten Reviers.

Revier- und Habitatnutzung: Die Nutzungsintensität im Revier war heterogen (Abb. 51). Wiesen wurden landwirtschaftlichen Anbauflächen vorgezogen. Der Nahrungserwerb von Familie Darze I erfolgte 1998 vor allem auf den Wiesen (1, 2, 4; Abb. 52). Das Mais- (3,2%) und das Rapsfeld (1,1%) wurden seltener genutzt als Wiese (4). Die Habitatnutzungsintensität war signifikant verschieden ($\chi^2=400,02$; $df=5$; $p<0,001$). Obwohl Wiese (3) die geringste Vegetationshöhe und den geringsten Vegetationswiderstand (Tab. 22) aufwies, wurde sie weniger besucht, als Wiese (4).

Abb. 52 (rechts):
Flächennutzung der
Familie Darze I vom
08.-10.07.98 [(1)-(4)
Zuordnung der
Barberfallenstandorte].

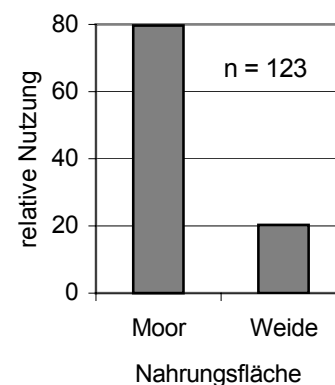
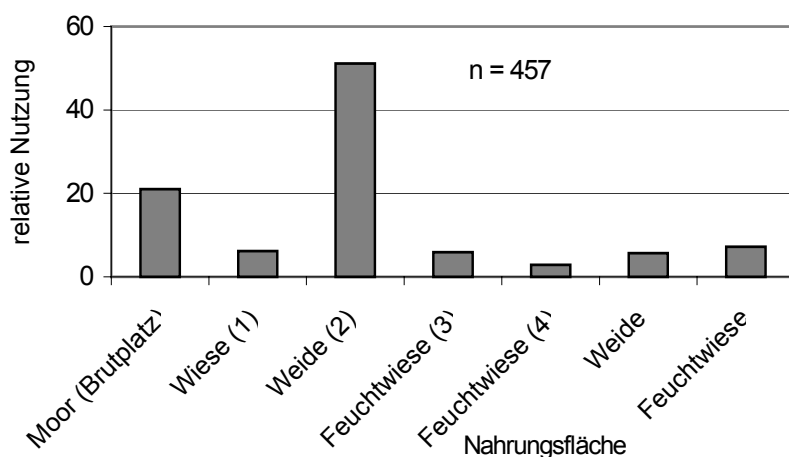
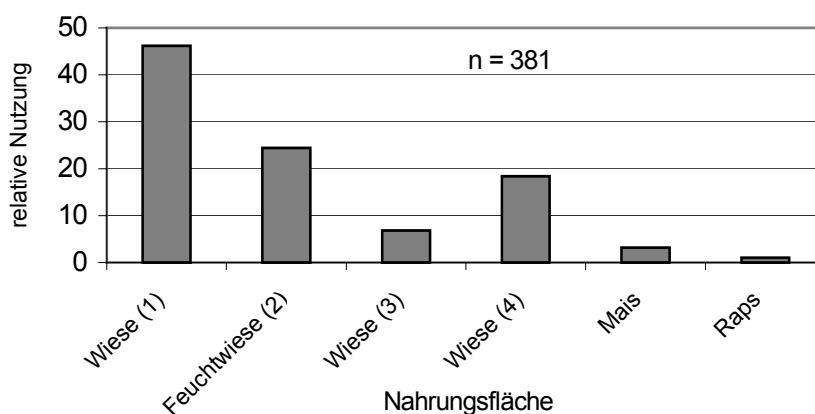


Abb. 53: Flächennutzung der Familie Darze II vom 12.-14.08.96 [links; (1)-(4) Zuordnung der Barberfallenstandorte] und 08.-10.07.98 (rechts).

Für die Familie Darze II waren 1996 vor allem die Weide (2) [51,1%] und das Moor [21,1%] mit dem Brutplatz von Bedeutung (Abb. 53), während am 08.07.98 das Moor [79,7%] für den Nahrungserwerb dominierte. Die Habitatnutzungsintensität war 1996

signifikant verschieden ($\chi^2=1661,11$; $df=6$; $p<0,001$). Das Moor wurde im Jahr 1996 gegen 6:00 Uhr verlassen und ab 20:00 Uhr wieder aufgesucht.

Nahrungsverfügbarkeit: Die größte Käferaktivitätsdichte war 1996 auf Feuchtwiese (3) und 1998 auf Feuchtwiese (2). Die Anzahl der in den einzelnen Barberfallen gefangenen Käfer je Flächentyp und die addierten Körperlängen aller Käfer je Fallenstandort waren signifikant verschieden (Abb.54; z. B. Käferanzahl: 1996: $\chi^2=287,1$; $df=3$, $p<0,001$ und 1998: $\chi^2=38,42$; $df=4$, $p<0,001$). In beiden Untersuchungsjahren dominierte die Art *Pterostichus melanarius* (Abb. 54).

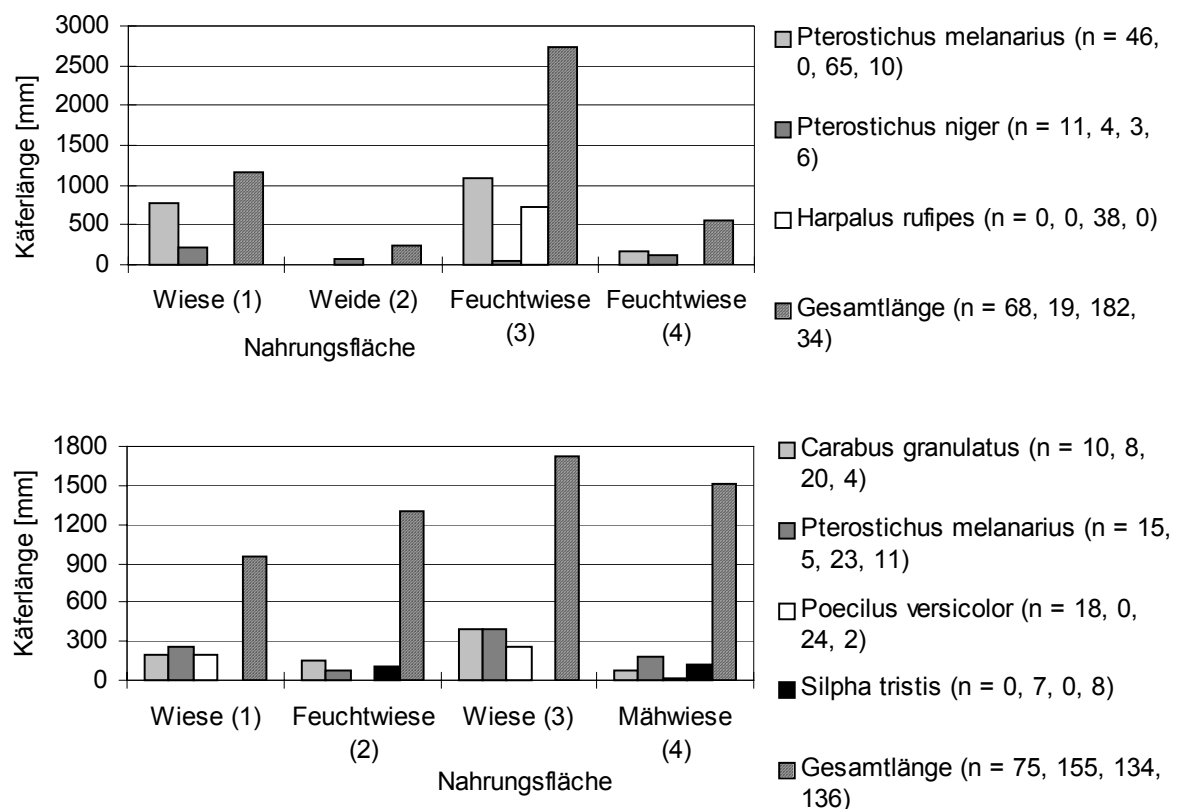


Abb. 54: Addierte Körperlängen (Coleoptera) und auffällige Käfervorkommen auf den verschiedenen Nahrungsflächen der Kranichfamilien Darzer Moor im Jahr 1996 (oben) und 1998 (nach Barberfallenfängen; (1)-(4) Zuordnung der Barberfallenstandorte).

Vegetationshöhe und –widerstand: Mit durchschnittlich 56 cm war Feuchtwiese (3) im Jahr 1996 der Habitattyp mit der höchsten Vegetation und Weide (2) mit ca. 6 cm, die Fläche mit den niedrigsten Pflanzenhöhen (Tab. 22). Der One-Way-ANOVA Test ermittelte für die Werte der Vegetationshöhe signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Habitattypen ($F=25,26$; $df=4$; $p<0,0001$). Der nachfolgende multiple Mittelwertsvergleich nach Scheffe analysierte zwei homogene Gruppen, bei denen sich die Mittelwerte der Vegetationshöhe nicht signifikant voneinander unterschieden ($p>0,05$):

1. Gruppe: Wiese (1), Weide (2) und Weide (westl. des Entwässerungsgrabens)
2. Gruppe: Feuchtwiese (3) und Feuchtwiese (4)

Die Flächen Wiese (1), Weide (2) und Weide der homogenen ersten Gruppe wurden unterschiedlich intensiv von der Kranichfamilie genutzt (Abb. 53).

Für den Vegetationswiderstand ermittelte der One-Way-ANOVA Test signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Habitattypen ($F=32,25$; $df=4$; $p<0,0001$). Der nachfolgende multiple Mittelwertsvergleich nach Scheffe analysierte drei homogene Gruppen, bei denen sich die Mittelwerte der Vegetationshöhe nicht signifikant voneinander unterschieden ($p>0,05$):

1. Gruppe: Wiese (1) und Weide
2. Gruppe: Weide (2)
3. Gruppe: Feuchtwiese (3) und Feuchtwiese (4)

Tabelle 22: Vegetationshöhe und –widerstand verschiedener Revierbereiche (1-4 Zuordnung der Barberfallenstandorte, Vegetationshöhe [cm], Vegetationswiderstand [N]).

Darzer Moor 1996	Wiese (1)	Weide (2)	Feuchtwiese (3)	Feuchtwiese (4)	Weide ¹			
Veg.-höhe								
n:	20	20	20	20	20			
Mittelwert:	21,4	5,6	56,0	44,6	12,3			
Minimum:	0	0	0	8	2			
25% Perzentil:	7	3	30,5	32,5	6,5			
Median:	16,5	5,5	54	48,5	12			
75% Perzentil:	37,5	8	77	56,5	16,5			
Maximum:	43	13	132	85	26			
Widerstand 1996	Wiese (1)	Weide (2)	Feuchtwiese (3)	Feuchtwiese (4)	Weide ¹			
n:	38	37	33	25	40			
Mittelwert:	1,6	0,8	2,6	2,7	1,5			
Minimum:	1	0,4	1	1	1			
25% Perzentil:	1,2	0,6	2	1,5	1,2			
Median:	1,5	0,7	2,5	2,5	1,4			
75% Perzentil:	1,8	0,8	3	3,5	1,7			
Maximum:	2,9	1,5	5	6,5	2,6			
Darzer Moor 1998	Wiese (1) Veg.- höhe	Wiese (1) Wider- stand	Feucht- wiese (2) Veg.- höhe	Feucht- wiese (2) Wider- stand	Wiese (3) Veg.- höhe	Wiese (3) Wider- stand	Wiese (4) Veg.- höhe	Wiese (4) Wider- stand
n:	30	30	25	25	30	30	30	25
Mittelwert:	32,5	1,4	83,8	2,1	25,7	1,1	37,3	1,6
Minimum:	18	0,8	22	0,6	10	0,5	13	0,8
25% Perzentil:	26	1,1	62	1,5	19	0,7	32	1,4
Median:	30	1,5	85	2	23,5	1	34,5	1,6
75% Perzentil:	35	1,6	103	2,5	30	1,5	42	1,7
Maximum:	72	2	169	3	60	1,8	76	2,1

¹ = westl. des Entwässerungsgrabens

Mit durchschnittlich 84 cm war Feuchtwiese (2) im Jahr 1998 der Habitattyp mit der höchsten Vegetation und Wiese (3) mit 26 cm, die Fläche mit den niedrigsten Pflanzenhöhen (Tab. 22). Der One-Way-ANOVA Test ermittelte für die Werte der Vegetationshöhe signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Habitattypen ($F=47,5$; $df=3$; $p<0,0001$). Der nachfolgende multiple Mittelwertsvergleich nach Scheffe

analysierte zwei homogene Gruppen, bei denen sich die Mittelwerte der Vegetationshöhe nicht signifikant voneinander unterschieden ($p > 0,05$):

1. Gruppe: Wiese (1), Wiese (3) und Wiese (4)
2. Gruppe: Feuchtwiese (2)

Die Flächen Wiese (1), Wiese (3) und Wiese (4) der homogenen ersten Gruppe wurden unterschiedlich intensiv von der Kranichfamilie genutzt (Abb. 52).

Für den Vegetationswiderstand ermittelte der One-Way-ANOVA Test signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Habitattypen ($F=25,4$; $df=3$; $p < 0,0001$). Der nachfolgende multiple Mittelwertsvergleich nach Scheffe analysierte drei homogene Gruppen, bei denen sich die Mittelwerte der Vegetationshöhe nicht signifikant voneinander unterschieden ($p > 0,05$):

1. Gruppe: Wiese (1) und Wiese (4)
2. Gruppe: Wiese (1) und Wiese (3)
3. Gruppe: Feuchtwiese (2)

Die Flächen Wiese (1) und Wiese (4) der homogenen ersten Gruppe sowie die Flächen Wiese (1) und Wiese (3) der homogenen zweiten Gruppe wurden unterschiedlich häufig von der Kranichfamilie genutzt (Abb. 52).

Tab. 23: Störreize in den Jahren 1996 und 1998 und ihre Wirkungen (KF I = Kranichfamilie I, KF II = Kranichfamilie II).

Datum	Uhrzeit	Störreiz ¹	Reaktion auf Störreiz
12.08.96	18:15	2 Personen auf der Wiese	Kranichfamilie II (KF II) auf Feuchtwiese (2), keine Bewegungsänderung
12.08.96	18:45	2 Jäger auf der Wiese	KF II innerhalb des Moores, keine Bewegungsänderung
13.08.96	17:25	2 Jäger auf der Wiese	KF II am Rand Moor/Wiese, KF bewegt sich 310 m ins Moor hinein
14.08.96	06:20	2 Landwirte auf der Weide	KF II am Rand Moor/Weide, keine Bewegungsänderung
14.08.96	18:20	2 Landwirte auf der Weide	KF II innerhalb des Moores, keine Bewegungsänderung
08.07.98	14:10	Motorrad befuhr Feldweg	KF II innerhalb des Moores, keine Bewegungsänderung
08.07.98	14:40	2 Pkw befuhren den Weg	KF II innerhalb des Moores, keine Bewegungsänderung
08.07.98	15:50	Jäger fuhr zum Rand des Moores	KF II innerhalb des Moores, keine Bewegungsänderung
08.07.98	19:30	Fahrzeug befuhr Feldweg zwischen Roggen- und Rapsfeld Richtung Wiesen	KF I innerhalb Feuchtwiese (2), KF II innerhalb des Moores, keine Bewegungsänderung
08.07.98	20:15	Jäger mit Pkw auf den Wiesen	KF I innerhalb Feuchtwiese (2), KF II innerhalb des Moores, keine Bewegungsänderung
09.07.98	08:35-09:30	Jäger fuhr ins Moor und zurück	KF I lief an den Rand der Feuchtwiese (2)
09.07.98	ab 11:35	Heuernte	KF I lief in die Feuchtwiese (2)
09.07.98	15:45	Pkw auf den Wiesen	KF I lief in die Feuchtwiese (2)
10.07.98	06:40	Fahrradfahrer auf dem Feldweg	KF I wich zum Maisfeld aus
10.07.98	08:00	Pkw fuhr über die Wiesen zu den Kühen	keine Bewegungsänderung
10.07.98	16:35	Fußgänger auf dem Feldweg	KF I lief in die Feuchtwiese (2)

¹ = Positionskordinaten der Störreize nicht ermittelt (Ort war nur optisch und daher nicht exakt abzuschätzen. Daher erfolgte keine Berechnung von Schwellenwerten, d. h. Mindestabstände mit sichtbarer Reaktion).

Störreize und ihre Wirkungen: Störreize hatten ihren Ursprung vor allem in landwirtschaftlichen und jagdlichen Aktivitäten (Tab. 23). Eine längerfristige Auswirkung auf die Habitatnutzung der Kranichfamilie Darzer Moor II erfolgte 1998 vor allem durch die Heuernte.

Reproduktionserfolg: Das Darzer Paar (Familie I) hatte zum Zeitpunkt des Besunders am 15.06.1998 zwei Junge. Beide Jungvögel erreichten die Flugfähigkeit und wurden erstmalig am 23.08.1998 am Sammel- und Rastplatz „NSG LHSW“ beobachtet.

Zum Zeitpunkt des Markierens am 28.06.1996 hatte Familie II zwei Junge, die für ihr Alter (5-6 Wochen) ein zu geringes Gewicht aufwiesen (1700 g, 2200 g). Während der Telemetrie und der Habitattypenkartierung vom 12.-15.08.1996 wurde der im Vergleich zum Geschwister um 23 % leichtere Jungvogel „WRY“, welcher nur farbig markiert war, nicht mehr mit seiner Familie gesehen. „GRY“ erreichte die Flugfähigkeit und wurde erstmalig am 29.08.1996 am Sammel- und Rastplatz „NSG LHSW“ beobachtet.

Kranichfamilie II hatte zum Zeitpunkt des Besunders am 18.06.1998 ein Junges. Dieses erreichte die Flugfähigkeit und wurde erstmalig am 14.08.1998 am Sammel- und Rastplatz „NSG LHSW“ beobachtet.

Zusammenfassung - Kranichfamilien Darze: Kranichfamilie Darzer Moor II zeigte im Jahr 1996 keine Präferenz für Feuchtwiese (3) mit der größten Käferaktivitätsdichte (Abb. 54). Diese Fläche wies die größte Vegetationshöhe und hohe Werte für den Vegetationswiderstand auf (Tab. 22). Weide (2), mit der höchsten HNI durch die Kranichfamilie (Abb. 53) und das Moor mit dem Erlenbruch zeichneten sich nicht durch hohe Käferaktivitätsdichten aus (Abb. 54), aber durch eine große Amphibiendichte (Eucaudata) (vgl. NOWALD & FLECKSTEIN 2001). Weide (2) hatte auch die geringsten Vegetationshöhen und den geringsten Vegetationswiderstand. Der Vergleich der HNI mit den beeinflussenden Faktoren ergab für die Kranichfamilie Darzer Moor I im Jahr 1998 ein ähnliches Bild. Mäharbeiten auf Wiese (4) hatten vermutlich einen Einfluss auf die HNI (Tab. 23).

3.1.11 Brutpaar Karpfenteiche 1998

Reviergröße, Aktivität: Vom 14.-16.07.98 nutzte das Paar mit ihren beiden Jungen eine Fläche von 29,8 ha (Tab. 24). Die maximale tägliche Laufstrecke betrug 10,8 km. Unter Berücksichtigung des Fangplatzes am 19.06.98 betrug die Reviergröße 94,9 ha mit einer Ausdehnung von 2,06 km x 0,83 km (Nord-Süd x West-Ost).

Die Vögel waren während des gesamten Tages mobil. Am 15.07.98, 19:00-19:20 Uhr, und in der Nacht wurden keine messbaren Standortveränderungen registriert. Mit Aktivitätsbeginn und zum Aktivitätseende fand der Nahrungserwerb im Bereich der alten verlandenden Karpfenteiche mit dichtem Rohrkolbenbestand (Typhaceae) statt. Die Vögel schliefen am Brutplatz im Karpfenteich innerhalb des Buchen-Eichen-Mischwaldes.

Tabelle 24: Reviergröße und Aktivitätsmerkmale der Kranichfamilie Karpfenteiche.

Datum (1998)	Tracking-Zeit	Anzahl Peildaten n	Reviergröße [ha] bei x % der Daten innerhalb des Polygonzuges			Laufstrecke [km]	1SA	1SU	Akt.-beginn	Akt.-ende
			100 %	90 %	80 %					
14.07.	17.30-18.55	17	5,6	5,5	5,2	1,5	5.00	21.39		
15.07.	12.30-20.35	97	9,2	6,7	6,6	5,0	5.01	21.38		20.15
16.07.	4.25-20.00	184	27,3	20,4	18,5	10,8	5.03	21.37	< 4.25	19.30
14.07.-16.07.		298	29,8	21,1	18,5					
19.06.-16.07.		299	² 94,9	21,2	18,5					

¹ nach Angaben des Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrographie,

² berechnet unter Berücksichtigung des Fangortes

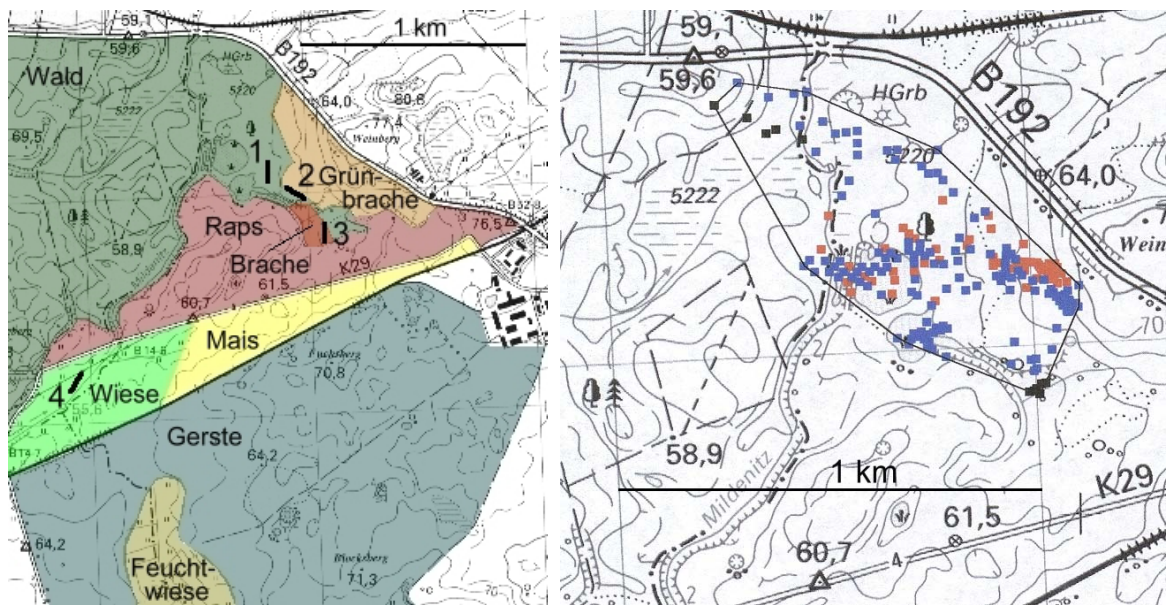


Abb. 55 (links): Landwirtschaftliche Flächennutzung im Bereich des Kranichreviers. Eingezeichnet sind die Standorte der Barberfallen 1-4.

Abb. 56 (rechts): Raumnutzung der Kranichfamilie Karpfenteiche (14.07. schwarz n=17, 15.07. rot n=97, 16.07.1998 blau n=184) und Reviergröße nach der CCPM.

Revier- und Habitatnutzung: Der Fangplatz (19.06.98) auf einer Feuchtwiese innerhalb eines Gerstenfeldes war 1,66km vom Brutplatz entfernt (Abb. 55). Die Familie hatte demnach die Kreisstraße überquert. Für den Juni waren keine Daten zur Nahrungsverteilung bzw. zu besonderen Störreizen im Bereich des Brutplatzes sowie der angrenzenden Flächen verfügbar.

Während der Telemetrie nutzte die Familie vor allem den Wald (39,7%), einen Eichen-Buchen-Mischwald (*Quercus petraea*, *Q. robur*, *Fagus sylvatica*), das östlich angrenzende Gerstenfeld (33%) und den Brutplatz (19,7%) in einem Karpfenteich (vgl. Abb. 57). Die Verteilung wich signifikant von den Erwartungswerten bei habitattypenunabhängiger Nutzung ab ($\chi^2=172,1$; $df=4$, $p<0,001$).

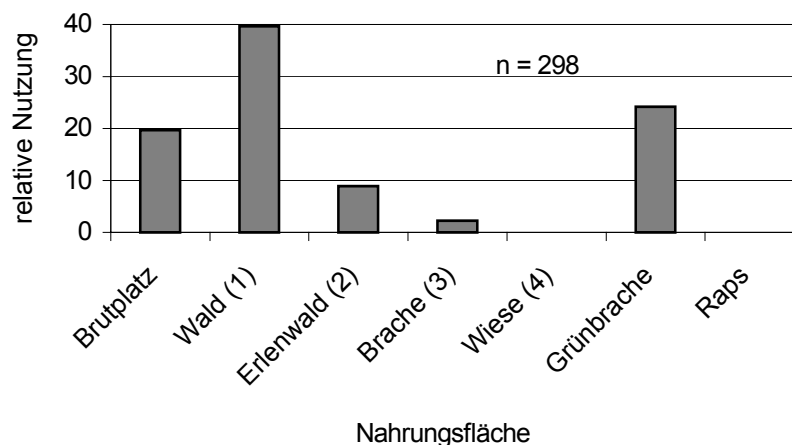


Abb. 57: Flächennutzung der Kranichfamilie Karpfenteiche in der Zeit vom 14.-16.07.98 [(1)-(4) Zuordnung der Barberfallenstandorte].

Nahrungsverfügbarkeit: Sowohl die Anzahl der in den einzelnen Barberfallen gefangenen Käfer, als auch die addierten Körperlängen aller Käfer waren auf den Flächen verschieden (Anzahl Käfer: $\chi^2=58,84$; $df=3$; $p<0,001$ – addierte Körperlängen aller Käfer: $\chi^2=1082,9$; $df=3$; $p<0,001$; vgl. Abb. 58).

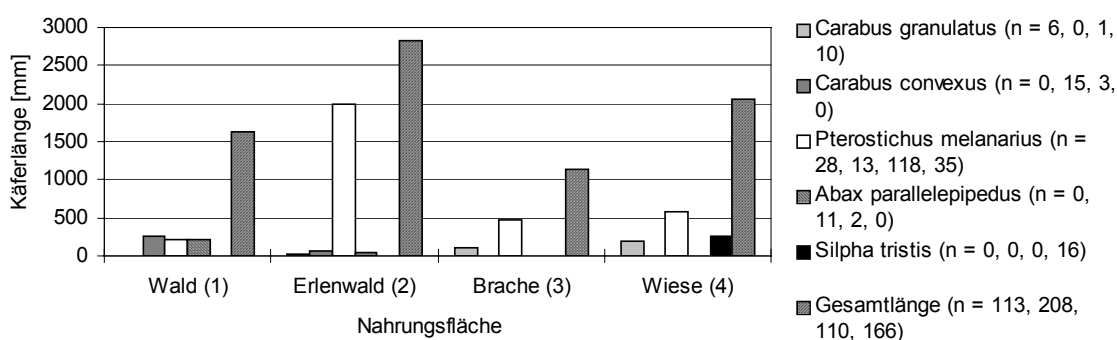


Abb. 58: Fallenfänge und auffällige Käfervorkommen auf den verschiedenen Nahrungsflächen [(1)-(4) Zuordnung der Barberfallenstandorte].

Die geringste Käferaktivitätsdichte wurde auf der Brache (3), eine Brennnesselflur *Urtica dioica*, südöstlich des Brutplatzes, ermittelt ($n_{\text{Käfer/Brache}}=110$). Die Habitatnutzungsfrequenz durch die Kranichfamilie war hier, neben den Werten für das Rapsfeld und der Wiese (4), am geringsten (Abb. 57). Die hier gefangenen Coleoptera waren vergleichsweise klein, da die addierte Gesamtlänge aller an diesem Fallenstandort gefangenen Exemplare den geringsten Wert aufwies. Die Gesamtlänge aller im Erlenwald (2) gefangenen Käfer ($n_{\text{Käfer/Erlenwald}}=208$) war größer, als auf den Flächen Wiese (4) und Wald (1) – ($n_{\text{Käfer/Wiese}}=166$, $n_{\text{Käfer/Wald}}=110$).

Vegetationshöhe und –widerstand: Mit durchschnittlich 67 cm war Brache (3) der Habitattyp mit der höchsten Vegetation und Erlenwald (2) mit ca. 10 cm, die Fläche mit den niedrigsten Pflanzenhöhen (Tab. 25). Der One-Way-ANOVA Test ermittelte für die Werte der Vegetationshöhe signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Habitattypen ($F=32,83$; $df=3$; $p<0,0001$). Der nachfolgende multiple

Mittelwertvergleich nach Scheffe analysierte zwei homogene Gruppen, bei denen sich die Mittelwerte der Vegetationshöhe nicht signifikant voneinander unterschieden ($p > 0,05$):

1. Gruppe: Wald (1) und Erlenwald (2)
2. Gruppe: Brache (4) und Wiese (4)

Die Flächen Wald (1) und Erlenwald (2) der homogenen ersten Gruppe wurden unterschiedlich intensiv von der Kranichfamilie genutzt (Abb. 57).

Der Vegetationswiderstand war in der dichten, feuchten Brennesselflur nicht messbar. Es war unmöglich, gleichmäßig mit dem Messkörper durch die Vegetation zu schreiten. Man blieb in den miteinander verflochtenen Pflanzen des stark eutrophierten Biotops hängen (z. B. Große Brennessel *Urtica dioica*, Gewöhnlicher Geißfuß *Aegopodium podagraria*, Sumpf-Segge *Carex acutiformis*, Kohl-Kratzdistel *Cirsium oleraceum*, Bach-Labkraut *Galium aparine*, Wiesen-Bärenklau *Heracleum sphondylium*, ...). Die Brache wurde von den Kranichen wenig und nur im Randbereich genutzt. Der Vegetationswiderstand zwischen Brache (3) und Wiese (4) war signifikant verschieden (Wilcoxon-Mann-Whitney-U-Test: $U_{25,25} = 88,5$; $z = -4,47$; $p < 0,001$).

Tabelle 25: Vegetationshöhe und –widerstand verschiedener Revierbereiche (1-4 Zuordnung der Barberfallenstandorte, Vegetationshöhe [cm], Vegetationswiderstand [N]).

	Wald (1) Veg.-höhe	Wald (1) Widerstand	Erlenwald (2) Veg.-höhe	Brache (3) Veg.-höhe	Brache (3) Widerstand	Wiese (4) Veg.-höhe	Wiese (4) Widerstand
n:	25	25	25	25	5	25	25
Mittelwert:	13,1	1	10,3	67,4	>3	53,7	1,8
Minimum:	0	0,2	0	13	>3	22	0,9
25% Perzentil:	3	0,6	2	35,5		31	1,5
Median:	7	1,1	4	72,5		45	1,7
75% Perzentil:	22	1,4	18	92		66	2,2
Maximum:	48	2	38	130		114	3

Störreize und ihre Wirkungen: Störreize gingen hauptsächlich vom Verkehr auf den Zerschneidungselementen (Kreisstraße, Bahnlinie) aus. Das Verkehrsaufkommen auf der K29 im Tagesverlauf (Abb. 59) zeigte signifikante Unterschiede ($\chi^2=38,4$; $df=15$; $p < 0,001$). Die Familie hielt zur Kreisstraße einen Mindestabstand von 292 m ein. Zur stark befahrenen Bundesstraße B192 hielt die Familie während des Nahrungserwerbs einen durchschnittlichen Mindestabstand von 116 m ein (Mittelwert der 20 dichtesten Abstände der Familie zur B192; min = 84 m, max = 140 m; Nahrungserwerb auf Grünbrache, vgl. Abb. 55, 56). Das Anhalten von Fahrzeugen auf der von einem hohen Erdwall eingefassten Bundesstraße mit regelmäßigen fließenden Verkehr war kaum möglich.

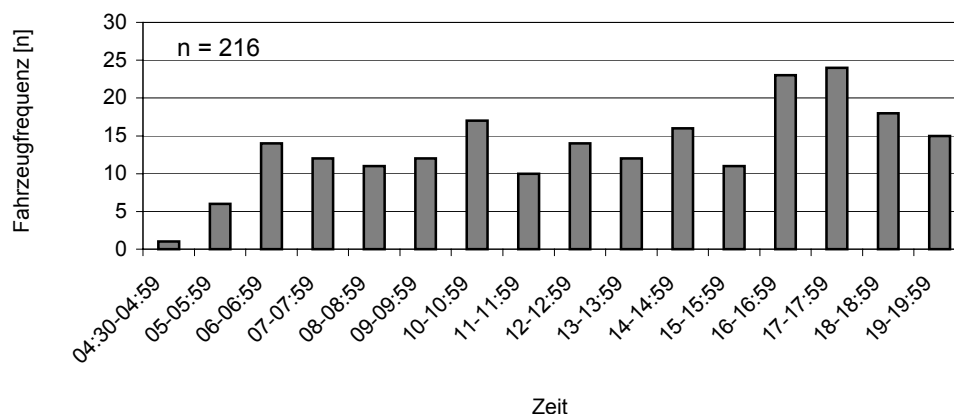


Abb. 59: Fahrzeugaufkommen auf der Kreisstraße K29 am 16.07.1998.

Reproduktionserfolg: Das Brutpaar „Karpfenteiche“ hatte zum Zeitpunkt des Besunders am 19.06.1998 zwei etwa sieben Wochen alte Junge. Ein Junges wurde markiert. Beide Jungvögel erreichten die Flugfähigkeit und wurden erstmalig am 23.08.1998 am Sammel- und Rastplatz „NSG LHSW“ beobachtet.

Zusammenfassung - Kranichfamilie Karpfenteiche: Die Kranichfamilie von den Karpfenteichen präferierte nicht den Habitattyp mit der größten Käferaktivitätsdichte (Abb. 57, 58), sondern das Habitat mit der geringsten Vegetationshöhe (Tab. 25). Die Raumnutzung wurde zusätzlich durch die Kreis- und Bundesstraße beeinflusst.

3.1.12 Brutpaar Kuhlrade 2000

Reviergröße, Aktivität: Vom 10.-12.07.00 nutzte die Familie mit ihren beiden Jungen eine Fläche von 131,8 ha (Tab. 26). Die maximale tägliche Laufstrecke betrug 27,6 km. Unter Berücksichtigung des Fangplatzes am 04.07.00 hatte das Revier eine Größe von 135,3 ha mit einer Ausdehnung von 1,43 km x 1,39 km (Nord-Süd x West-Ost). Der Fangplatz lag etwa 640 m vom westlich in einem Erlen-Birkenbruch gelegenen Brutplatz auf einer Wiese.

Tabelle 26: Reviergröße und Aktivitätsmerkmale der Kranichfamilie „Kuhlrade“.

Datum (2000)	tracking-Zeit	Anzahl Peildaten n	Reviergröße [ha] bei x % der Daten innerhalb des Polygonzuges			Laufstrecke [km]	¹ SA	¹ SU	Akt.-beginn	Akt.-ende
			100 %	90 %	80 %					
10.07.	16.05-21.15	49	108,2	90,1	72,6	11,6	4.55	21.43		21.05
11.07.	4.55-20.00	171	100,4	76,1	35	27,6	4.56	21.42	4.50	20.00
12.07.	4.45-20.30	176	93,2	70,8	17,7	19,2	4.58	21.41	4.50	20.15
10.-12.07.		396	131,8	86,8	58,7					
04.-12.07.		397	² 135,3	86,9	61,3					

¹ nach Angaben des Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrographie

² berechnet unter Berücksichtigung des Fangortes

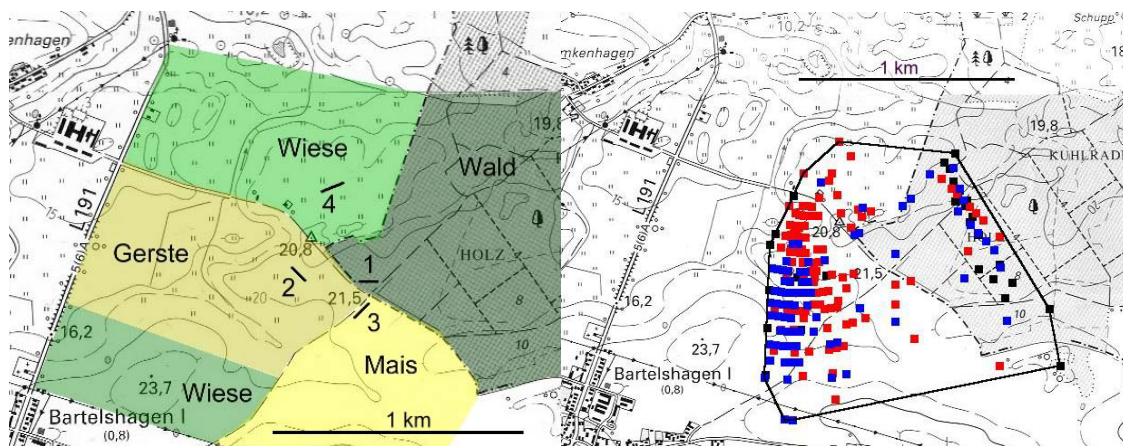


Abb. 60 (links): Landwirtschaftliche Flächennutzung und Standorte der Barberfallen 1-4 im Bereich des Kranichreviers.

Abb. 61 (rechts): Raumnutzung der Kranichfamilie „Kuhlrade“ (10.07. schwarz n=49, 11.07. rot n=171 und 12.07.2000 blau n=176) und Reviergröße nach der CCPM.

Die Vögel waren während des gesamten Tages mobil (11.07./12.07.2000, keine „Passivitätsphasen“). Nachts wurden keine messbaren Standortveränderungen registriert, die Vögel schliefen am Brutplatz im ca. 0,6 ha großem lichten Erlen-Birkenbruch mit dichtem Rohrkolben- (Typhaceae) und Großseggenbestand (Cyperaceae) innerhalb des Waldes.

Revier- und Habitatnutzung: Die Nutzungsintensität im Revier war heterogen (Abb. 61). Der Nahrungserwerb erfolgte in den Morgen- und Abendstunden im Wald (19,4%, Abb. 60, 62). Tagsüber nutzte die Familie die offenen Habitate, vor allem das Gerstenfeld (61,9%). Die Verteilung wich signifikant von den Erwartungswerten bei habitattypenunabhängiger Nutzung ab ($\chi^2=575,9$; $df=4$; $p<0,001$). Im Vergleich zu den anderen Habitattypen waren die Vegetationshöhe und der Vegetationswiderstand der Gerste am höchsten (Tab. 27). In die Barberfallen des Gerstenfeldes fielen die meisten Käfer.

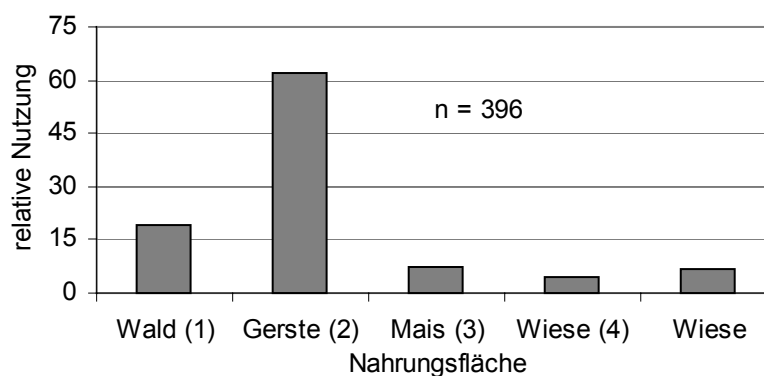


Abb. 62: Flächennutzung der Kuhlraeder Kranichfamilie in der Zeit vom 10.-12.07.00 [(1)-(4) Zuordnung der Barberfallenstandorte].

Nahrungsverfügbarkeit: Sowohl die Anzahl der in den einzelnen Barberfallen gefangenen Käfer als auch die addierten Körperlängen aller Käfer waren auf den Flächen verschieden (Anzahl Käfer: $\chi^2=136,8$; $df=3$; $p<0,001$ - addierte Körperlängen aller Käfer: $\chi^2=4100,1$; $df=3$; $p<0,001$). Der Nahrungserwerb der Kranichfamilie erfolgte überwiegend auf Gerste (2) mit der größten Käferaktivitätsdichte (Abb. 62, 63) und mit reifer Gerste (Erntebeginn am 13.07.2000). Mit 597 Individuen wurde die Art *Pterostichus melanarius* am häufigsten gefangen, 355 Ex. mit einer durchschnittlichen Körperlänge von 17,5 mm entfielen auf den Fallenstandort Gerste (2).

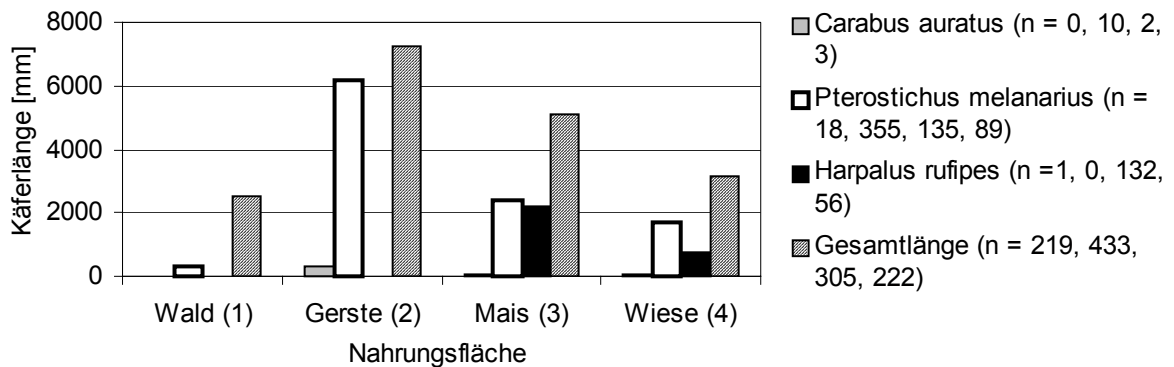


Abb. 63: Fallenfänge und auffällige Käfervorkommen auf den verschiedenen Nahrungsflächen [(1)-(4) Zuordnung der Barberfallenstandorte].

Vegetationshöhe und -widerstand: Mit durchschnittlich 144 cm war Mais (3) der Habitattyp mit der höchsten Vegetation und Wiese (4) mit ca. 24 cm, die Fläche mit der niedrigsten Pflanzenhöhe (Tab. 27). Der One-Way-ANOVA Test ermittelte für die Werte der Vegetationshöhe signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Habitattypen ($F=60,82$; $df=3$; $p<0,0001$). Der nachfolgende multiple Mittelwertsvergleich nach Scheffe analysierte drei homogene Gruppen, bei denen sich die Mittelwerte der Vegetationshöhe nicht signifikant voneinander unterschieden ($p>0,05$):

3. Gruppe: Wald (1) und Wiese (4)
4. Gruppe: Gerste (2)
5. Gruppe: Mais (3)

Die Flächen Wald (1) und Wiese (4) der homogenen ersten Gruppe wurden unterschiedlich intensiv von der Kranichfamilie genutzt (Abb. 62).

Für den Vegetationswiderstand ermittelte der One-Way-ANOVA Test signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Habitattypen ($F=23,07$; $df=3$; $p<0,0001$). Der nachfolgende multiple Mittelwertsvergleich nach Scheffe analysierte zwei homogene Gruppen, bei denen sich die Mittelwerte der Vegetationshöhe nicht signifikant voneinander unterschieden ($p>0,05$):

4. Gruppe: Wald (1), Mais (3) und Wiese (4)
5. Gruppe: Gerste (2)

Die Flächen Wald (1), Mais (3) und Wiese (4) der homogenen ersten Gruppe wurden unterschiedlich intensiv von der Kranichfamilie genutzt (Abb. 62; $\chi^2=70,01$; $df=2$; $p<0,001$).

Tabelle 27: Vegetationshöhe und –widerstand verschiedener Revierbereiche (1-4 Zuordnung der Barberfallenstandorte, Vegetationshöhe [cm], Vegetationswiderstand [N]).

	Wald (1) Veg.- höhe	Wald (1) Wider- stand	Gerste (2) Veg.- höhe	Gerste (2) Wider- stand	Mais (3) Veg.- höhe	Mais (3) Wider- stand	Wiese (4) Veg.- höhe	Wiese (4) Wider- stand
n:	25	25	25	25	25	25	25	25
Mittelwert:	27,9	1,1	56,9	3,3	144,2	0,6	24,2	1,3
Minimum:	2	0,2	44	0,5	16	0,2	10	0,6
25% Perzentil:	20	0,6	50	1	86	0,4	20	1
Median:	28	0,9	55	3	185	0,5	22	1,4
75% Perzentil:	35	1,5	60	5	189	0,7	27	1,5
Maximum:	66	3	90	8	198	1,5	42	2,4

Störreize und ihre Wirkungen: Störreize hatten ihren Ursprung vor allem in landwirtschaftlichen Aktivitäten und dem Verkehr auf dem Feldweg (Tab. 28).

Tab. 28: Störreize und ihre Wirkungen (KF = Kranichfamilie).

Datum	Uhrzeit	Störreiz	Reaktion auf Störreiz
11.07.00	06:30-13:30	Düngen der Wiese	Kranichfamilie (KF) verließ um 06:05 Uhr die Wiese und kehrte an diesem Tag nicht auf diese zurück
11.07.00	08:10	Landwirt versetzte den E-Zaun an der Wiese	KF war zu diesem Zeitpunkt im Gerstenfeld; keine Reaktion
11.07.00	14:05	Landwirt kontrollierte den E-Zaun an der Wiese	KF war zu diesem Zeitpunkt im nördl. Bereich des Gerstenfeldes; KF bewegte sich um 375 m in südl. Richtung
12.07.00	15:23	Mopedfahrer befuhr Feldweg zwischen Gersten- und Maisfeld	KF merkte auf
12.07.00	15:26	Fahrradfahrer befuhr Feldweg zwischen Gersten- und Maisfeld	KF war zu diesem Zeitpunkt im Gerstenfeld und zeigte keine Reaktion
12.07.00	15:46	Fahrradfahrer befuhr Feldweg zwischen Gersten- und Maisfeld	KF war zu diesem Zeitpunkt im Gerstenfeld und zeigte keine Reaktion
13.07.00	11:25	Düsenjet durchbrach die Schallmauer	KF merkte auf
13.07.00	11:42	Fahrzeug befuhr Feldweg zwischen Gersten- und Maisfeld	Altvögel merkten auf
13.07.00	11:45	Mähdrescher begann mit der Ernte der Gerste	KF merkte auf

Reproduktionserfolg: Das Brutpaar „Kuhlrade“ hatte zum Zeitpunkt des Besenderns am 04.07.2000 zwei etwa 7-8 Wochen alte Junge. Beide Jungvögel erreichten die Flugfähigkeit und wurden erstmalig am 12.09.2000 am Schlafplatz „Kirr“ der Rastregion „Bock-Rügen“ beobachtet. Der Jungvogel „GYR“ wurde am 31.09.2000 tot unter einer Mittelspannungsleitung bei Bresewitz geborgen.

Zusammenfassung - Kranichfamilie Kuhlrade: Die Kranichfamilie von Kuhlrade bevorzugte die Habitattypen mit der größten Käferaktivitätsdichte (Abb. 62, 63). Für die Vegetationshöhe und den -widerstand ergaben sich hier nicht die günstigsten Messdaten (Tab. 27). Die Raumnutzung wurde zusätzlich durch landwirtschaftliche Aktivitäten beeinflusst (Tab. 28).

3.2 Zusammenfassung der Ergebnisse

3.2.1 Habitatnutzung und Habitatpräferenzen

Die Kranichfamilien nutzten fast alle Habitattypen innerhalb ihres Reviers (Tab. 29). Die Nutzungsfrequenz bzw. -intensität war jedoch sehr verschieden. Alle Familien zeigten deutliche Präferenzen für bestimmte Habitattypen.

Sieben der 18 jungführenden Paare bevorzugten Wiesenhabitats; lichte Buchen- bzw. Buchen-Eichen-Mischwälder waren für drei Familien am attraktivsten (Abb. 64). Hohe Nutzungsdichten wurden auf einem Ackerrandstreifen, an einem Soll sowie zum Aktivitätsbeginn und -ende auch am Brutplatz festgestellt. Felder mit Gerste wurden in drei Revieren, Mais- und Leinflächen jeweils einmal am häufigsten genutzt.

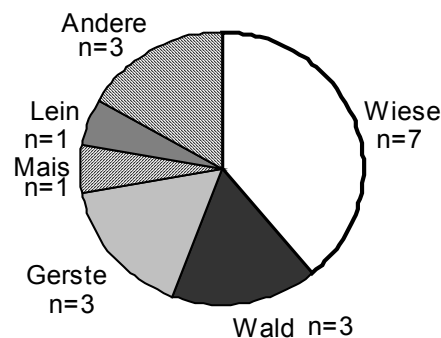


Abb. 64: Bevorzugte Habitattypen von Kranichfamilien für den Nahrungserwerb in ihren Revieren in Nordostdeutschland (18 Kranichfamilien in z. T. verschiedenen Jahren, n=18 Habitate mit der größten HNI je Familie).

Geringe Werte für die Habitatnutzung wurden ebenfalls bei Mais-, Weizen-, Gerste-, Brachen-, Wiesen- und Waldflächen ermittelt. Raps wurde im Juni/Juli/August praktisch vollständig gemieden.

Die Kranichfamilien bevorzugten naturnahe bzw. extensiv genutzte Habitate (z. B. Brutplatz/Schlafplatz, Moor, Wald, Brache, Wiese). Der Unterschied der Nutzungsfrequenzen zu intensiv bewirtschafteten landwirtschaftlichen Nutzflächen (z. B. Gerste, Weizen, Mais, Raps) war signifikant (Mann-Whitney-Wilcoxon U-Test; $U_{51,32} = 597,5$; $z = -2,045$; $p = 0,041$).

Tab. 29: Habitate und Habitatnutzungsintensität [%] von Kranichfamilien (Maximalwerte wurden fett gedruckt und grau markiert).

Kranichfamilie (Untersuchungszeitraum)	n	Brutplatz/ Schlafplatz	Moor	Wald	Brache	Wiese	Gerste	Weizen	Mais	Raps	Sonstige
Techentin (27.06.-06.07.1995)	686	7,9	12,9	0,9	5,3	6,5	2,8	3,5	23,9		
(08.-10.07.1996)	402	6,5	11,9		36,4		15,7		6,7		
(28.-30.07.1997)	380	11,8	7,4	25,5	0,5	23,9		0,3	48,0		0,8 (Lein)
Hof Grabow (11.-20.07.1995)	632	1,4		20,4		0		14,6			
(14.-16.07.1997)	420	0,9		63,6		8,1		19,5			
(24.-26.06.1998)	486	0,4		71,4	12,1	0					
Teufelsmoor (15.-17.07.1996)	421	9,1				56,1		0,48			32,3 (Acker- randstreifen)
(07.-09.07.1997)	392						44,9		0		2,1 (Rüben- rand) 42,4 (Soll- rand) 12,8 (Weidel- gras)
Daschower Moor 1 (22.-24.07.1996)	501			3,8		47,0					0
						49,2					
Daschower Moor 2 (25.07.1997)	204	3,4		26,5		1,5				6,37	
						10,8					
						51,5					
Großer Serrahn (30.07.-01.08.1996)	450	2,1		2,2	14,2	2,1					1,6 (Schilffläche)
						11,8					10,3 (Erlenbruch)
						55,6					
Zidderich (05.-07.08.1996)	505				4,8		3,4	0	0,8		37,0 (Lein)
											44,8 (Lein/ Weizen)
											9,31 (Ger- stenstoppel)
Mühlenhof (21.-23.07.1997)	391			36,2		0	7,4		8,7	0	
							47,7				
Zahrener Wiesenmoor (01.-03.07.1998)	411	4,1		0,2		0	9,7	0,2			
						17,3					
						31,1					
						37,2					
Darzer Moor I (08.-10.07.1998)	380					6,8			3,2	1,1	
						18,4					
						24,4					
						46,2					
Darzer Moor II (12.-14.08.1996)	457	21,1				2,9					
						5,7					
						5,9					
						6,1					
						7,2					
						51,1					
Karpfenteiche (14.-16.07.1998)	298	19,7		39,7	2,2	0			0	0	8,9 (Erlenbruch)
					24,1						
Kuhlrade (10.-12.07.2000)	396			19,4		4,6	61,8		7,6		
						6,6					

3.2.2 Reviergröße, Raumnutzung und Laufstrecke

Die Berechnung der Reviergröße, der Raumnutzung und der Laufstrecke erfolgte anhand der Daten aus Abschnitt 3.1. Auf die Werte der Familie Granzin (vgl. 3.1.3) und Darze I 1998 (vgl. 3.1.10) wurde hier verzichtet, da die Jungvögel zum Zeitpunkt der Telemetrie-Blöcke ihre Flugfähigkeit erlangten bzw. fliegen konnten. Diese Familien nutzten eventuell Bereiche außerhalb ihres Reviers (home range).

Während der Untersuchungen von Ende Juni bis Anfang August nutzten Kranichfamilien in Mecklenburg-Vorpommern Reviere mit einer durchschnittlichen Größe von 69,7 ha (n=18).

Die Erweiterung des Datenpools mit Peilungen, die außerhalb des Zeitfensters der einzelnen Telemetrie-Blöcke erfolgten, ergab eine durchschnittliche Reviergröße von 82,6 ha (n=18; max=135,3 ha). Hier wurden beispielsweise die Aufenthaltsorte der Jungen im Revier zum Zeitpunkt des Fanges ergänzt (Abb. 65). Der Unterschied der Reviergrößen mit und ohne Erweiterung war nicht signifikant (Wilcoxon-Mann-Whitney U-Test, $U_{18,18} = 121,5$; $p=0,2$).

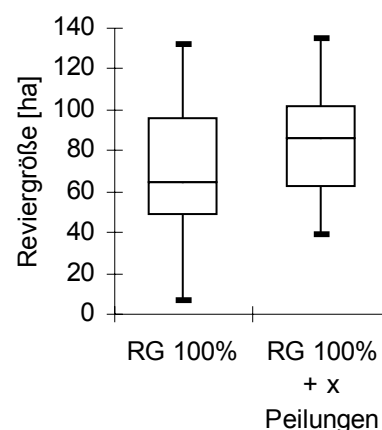


Abb. 65: Reviergröße von Kranichfamilien [CCPM: Peilungen während der Untersuchungsblöcke (RG 100 %) bzw. RG 100 % mit zusätzlichen Lokalisationen vor- und nachher (RG 100 % + x Peilungen).

Innerhalb ihrer Reviere bevorzugten Kranichfamilien bestimmte Bereiche, die als „Kernbereiche mit größter Nutzung“ bezeichnet werden. Die inhomogene Raumnutzung wurde durch die vergleichende Analyse der Reviergröße (RG) mit der Größe von Kernbereichen (RGKB) unter Berücksichtigung von x % der Peilungen innerhalb des Polygonzuges verdeutlicht (Tab. 30). Die von der Kranichfamilie genutzte Fläche nahm im Vergleich zur Reduzierung des Anteils der Peildaten überproportional ab.

Für den Vergleich der Reviergrößen unter Berücksichtigung verschiedener Anteile an Peilungen (RG 100 % + x, RG 100 %, RGKB 90 %, RGKB 80 %) ermittelte der One-Way-ANOVA Test signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Reviergrößen ($F=14,71$; $df=3$; $p<0,0001$). Der nachfolgende multiple Mittelwertsvergleich nach Scheffe analysierte zwei homogene Gruppen, bei denen sich die Mittelwerte der Reviergrößen nicht signifikant voneinander unterschieden ($p>0,05$):

6. Gruppe: RG 100 % + x und RG 100 %
7. Gruppe: RGKB 90 % und RGKB 80 %

Tab. 30: Reviergröße (RG) von Kranichfamilien bzw. Größe von Kernbereichen (RGKB) unter Berücksichtigung von x % der Peilungen innerhalb des Polygonzuges sowie der Ergänzung mit Aufenthaltsorten, außerhalb des Zeitfensters der Telemetrie-Blöcke (RG 100 % + x).

	RG 100 % + x [ha]	RG 100 % [ha]	RGKB 90 % [ha]	RGKB 80 % [ha]
n:	18	18	18	18
Mittelwert:	82,6	69,7	44,6	32,5
Minimum:	39,6	6,7	6,2	1,9
25% Perzentil:	62,3	48,7	31,5	18,5
Median:	86,6	65,1	42	32,3
75% Perzentil:	102,1	95,6	59,4	42,4
Maximum:	135,3	131,8	87,5	61,6

Die Ergebnisse zur Raumnutzungsintensität deuten an, dass eine Bevorzugung für Kernbereiche meist aufgrund einer günstigen Nahrungsverfügbarkeit hervorgerufen wurde (vgl. Abschnitte 3.1.1 - 3.1.12). Die unterschiedlichen Reviergrößen der einzelnen Kranichfamilien sind somit auch auf die unterschiedlich weiten Entfernungen der präferierten Kernbereiche zu den Schlafplätzen zurückzuführen.

Reviergröße in Abhängigkeit von der Familiengröße: Die mittlere Reviergröße von Kranichfamilien mit einem Jungen betrug 84,8 ha und bei zwei Jungen 80,2 ha (je: n=9 - Zugrundegelegt wurden die Reviergrößen mit dem erweiterten Datenpool, Zahl der Jungen während der Telemetrie). Die Reviergröße in Abhängigkeit von der Familiengröße war nicht signifikant verschieden (Wilcoxon-Mann-Whitney U-Test, $U_{9,9}=35$; $p=0,627$).

Reviergröße in Abhängigkeit von der innerartlichen Konkurrenz: Die Reviergrößen von Kranichfamilien mit oder ohne direkte Kranichnachbarn (Tab. 31) unterschieden sich nicht signifikant (Wilcoxon-Mann-Whitney U-Test, $U_{10,8}=32$; $p=0,477$; Zugrundegelegt wurden die Reviergrößen mit dem erweiterten Datenpool).

Tab. 31: Reviergrößen [ha] von Kranichfamilien mit oder ohne direkte Kranichnachbarn.

	ohne Nachbarpaare	mit Nachbarpaaren
n:	10	8
Minimum:	51,9	36,9
25t% Perzentil:	67,9	48,7
Median:	86,1	86,6
75% Perzentil:	103,2	92,8
Maximum:	116,1	135,3

Laufstrecke: Die Kranichfamilien liefen täglich 3,6 bis 27,6 km (n=22; arithmetischer Mittelwert = 14,6 km). Durchschnittlich liefen Kranichfamilien mit einem Jungen täglich 15,2 km und mit zwei Jungen 14,1 km (je n=9, arithmetischer Mittelwert - Zugrundegelegt wurden die maximal erfassten täglichen Laufstrecken je Kranichfamilie). Die Werte unterschieden sich nicht signifikant (Wilcoxon-Mann-Whitney U-Test, $U_{9,9}=31$; $p=0,402$).

3.2.3 Einfluss von anthropogenen Störreizen und Prädatoren

In Abbildung 66 werden die verschiedenen Störreiztypen dargestellt, welche in den einzelnen Kranichrevieren auftraten und eine Wirkung zeigten (3.1.1-3.1.12). Hier erfolgte keine quantitative Auswertung der einzelnen Störreize, die sich in der Intensität und Dauer unterschieden. Als Hauptstörquelle wurden landwirtschaftliche Aktivitäten ermittelt, die in 11 von 18 Kranichrevieren registriert wurden (Abb. 65). Unter die sonstigen anthropogenen Störreize fielen z. B. Knallkörper oder Entkrautungsarbeiten an Gräben.

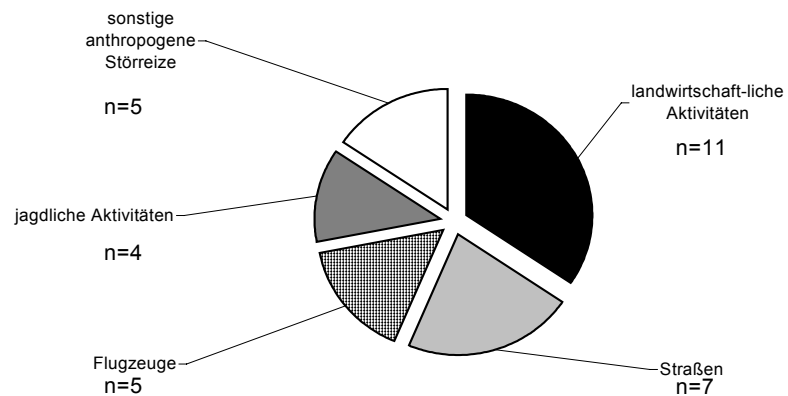


Abb. 66:
Dokumentierte
Störreiztypen in 18
Kranichrevieren.

Straßen waren im Vergleich zu den übrigen in Abbildung 65 genannten Störreiztypen permanent wirksam, während Flugzeuge und die meisten sonstigen anthropogenen Störreize die Habitatnutzung der Kranichfamilien kurzfristig beeinflussten (einige Minuten). Landwirtschaftliche Aktivitäten, vor allem Erntearbeiten, waren überwiegend von längerer Dauer mit großer Wirkung (ein bis mehrere Tage). Aufgrund von Mäharbeiten wurden z. B. Wiesen innerhalb der Reviere nicht genutzt (z. B. 3.1.1, 3.1.5, 3.1.9). Auch an den folgenden Tagen fand auf den gemähten Grünlandflächen kein Nahrungserwerb statt (z. B. 3.1.2, 3.1.8). In Abbildung 67 wurde die Wirkung verschiedener Störreiztypen auf die HNI unter Berücksichtigung aller Beobachtungen (vgl. 3.1.1-3.1.12) qualitativ abgeschätzt. Eine Berechnung einer Störrate erfolgte nicht, da die unterschiedlichen Störreize in ihrer Qualität bzw. Wirkung, vor allem hinsichtlich der Dauer dieser Ereignisse zu sehr schwankten. Es erschien daher sinnvoller, die Effekte qualitativ zu beschreiben. Erntearbeiten zeigten hier den größten Effekt auf die HNI der Kraniche.

Straßen und Straßenverkehr verursachten ebenfalls einen Flächenverlust für den Nahrungserwerb, da die Kraniche einen Sicherheitsabstand einhielten, der bei Kreisstraßen größer war (im Mittel 308 m; n = 50) als bei Bundesstraßen (im Mittel 141m; n = 35; Für die Berechnung wurden je Kranichfamilie die fünf nächstgelegenen Aufenthaltsorte zur jeweiligen Straßenkategorie ermittelt). Die abgeschätzte Wirkung durch Straßen war überwiegend geringer als der Einfluss landwirtschaftlicher Aktivitäten.

Am 15.06.1995 wurde im Rahmen der Besenderung ein Jungvogel in der Nähe einer Kreisstraße entdeckt, der seinen schweren Verletzungen im Bauchbereich erlag, welche auf einen Verkehrsunfall schließen ließen (Brutpaar: Ackersoll Klein Wangelin).

Verluste traten auch durch den Schienenverkehr auf. Am 17.07.96 wurde der bereits stark in Verwesung übergegangene Nachwuchs „longBu – GBkW“ des Plauerhäger Paars geborgen. Im Jahr 1998 wurden die Reste von zwei Kranichjungen tot am Bahndamm aufgefunden (Brutpaare: Ziegeleibruch und Brantensee „BuWBU – GBkW“).

Erhebliche Auswirkungen auf die HNI zeigte die Ausübung der Jagd (Gebrauch der Jagdwaffe: z. B. 3.1.5). Das Zünden von Knallkörpern erzeugte eine starke Fluchtreaktion, war aber ein einmaliges Ereignis (3.1.1).

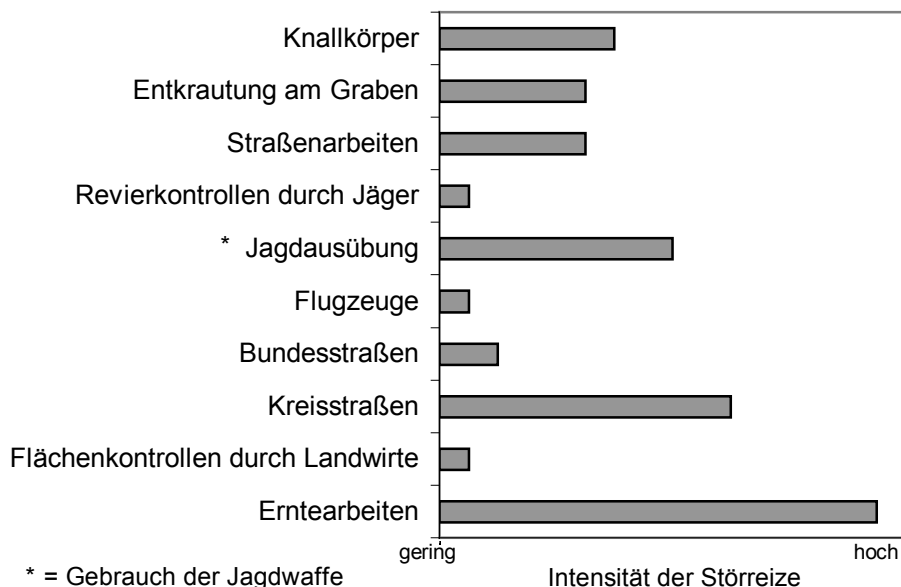


Abb. 67: Intensität verschiedener Störreiztypen auf die Raumnutzung von Kranichfamilien (qualitative Abschätzung, vgl. 3.1.1-3.1.12).

Stromleitungen zeigten keinen direkten Einfluss auf die Habitatnutzungsintensität der Kranichfamilien im Revier. Im Rahmen des Projektes wurden allerdings zahlreiche flügge Jungkraniche Opfer von Energieleitungsstrassen:

- 03.11.1989 Red-N39 Mestlin
- 20.08.1998 BuWBU – RBUY Techentin/Kadow
- 31.09.2000 BuWBU – GYR Kuhlrade (3.1.12)
- 27.08.2001 BuBkBU – RYBU Neu Poppendorf
- 29.10.2002 BuBkBU – BUyBk Nordufer Plauer See
- 29.10.2002 BuBkBU – GBKY Nordufer Plauer See

Ebenfalls wurden während der Telemetrie keine Auswirkungen von Metallzäunen auf die Raumnutzung ermittelt. Jungkraniche wurden aber Opfer von Stacheldraht- und Metallzäunen:

- 26.09.1997 BuWBU – RbkY Techentin (3.1.1)
- 01.07.1998 BuWBU – BUbKG Zahrener Wiesenmoor (3.1.9)
- 18.06.2001 BuBkBU – WRBU Zahrener Wiesenmoor

Einflüsse von Prädatoren auf die Raumnutzung der Kraniche konnte nicht beobachtet werden, da die gewählte Methode dies ausschloss. Potentielle Prädatoren waren nicht besendert. Anhand der Bissspuren am Sender bzw. abgebissener Federn und Knochen in Sendernähe, ist die Prädation eine wahrscheinliche Todesursache:

- 25.06.1996 longBu – GYW Daschower Moor (3.1.5)
- 22.08.1997 BuWBu – BuYBk KleinWangelin
- 22.08.1997 BuWBu – BuYBu KleinWangelin
- 18.10.2001 BuBkBu – BuYW Kuhlrade
- 18.10.2001 BuBkBu – YWBu Kuhlrade
- 01.10.2002 BuBkBu – BuGW Todenhagen

4. Diskussion

Wird ein bestimmtes Gebiet durch charakteristische Verhaltensmuster gegen Eindringlinge verteidigt oder markiert, spricht man von einem Revier oder Territorium (BEGON et al. 1998). Zwischen 1995 und 1998 wurde mehrmals bei verschiedenen Kranichfamilien beobachtet, dass Artgenossen angegriffen und aus dem Nahrungsgebiet vertrieben wurden (vgl. NOWALD 2001). Demzufolge war hier der Begriff des Reviers zu gebrauchen, welches von einem nicht verteidigten Aufenthaltsgebiet, dem Wohngebiet oder home range (BEZZEL & PRINZINGER 1990), zu unterscheiden war. Das Kranichrevier setzte sich aus dem Brutplatz innerhalb eines Feuchtgebietes und verschiedenen Nahrungsflächen zusammen (MOLL 1994, MEWES 1995).

Das Verhalten und die aktuelle Habitatnutzung der Tiere ist von einer Vielzahl von Faktoren abhängig, u.a. von der Quantität und Qualität sowie der Verteilung von Ressourcen (WIENS 1986 in BLOCK & BRENNEN 1993). Diese waren nicht konstant, ebenso veränderte sich die Habitatnutzung der Vögel in Raum und Zeit. Daher erfolgte die Datenaufnahme der verschiedenen Habitatparameter im direkten Anschluss an das radio tracking innerhalb der einzelnen Kranichreviere.

Verhalten und Aktivität

Die Kranichfamilien verteidigten ihr Revier gegenüber Artgenossen (vgl. NOWALD 2001). Sie beanspruchten voneinander getrennte Revierflächen (vgl. 3.1.10). Eine Überschneidung von Flächen benachbarter Kranichfamilien trat gelegentlich auf, wenn die benachbarte Familie außer Sicht liegende Revierbereiche nutzte (vgl. 3.1.5). In diesen Fällen war ein verwandtschaftliches Verhältnis zu vermuten, so dass eine „gewisse“ Toleranz bei einer Revierüberschneidung vorhanden sein könnte (vgl. Altruismus und Verwandtenselektion in ALCOCK 1996). Eine Geburtsortstreue bei der

Ansiedlung junger Kranichpaare wurde bereits festgestellt (NOWALD 2001, unveröffentl. Beob.). Benachbarte Paare mit verwandten Vögeln hätten beide einen Vorteil im Sinne geringerer Kosten für die Revierverteidigung. Genetische Analysen von Blutproben könnten den Verwandtschaftsgrad bestimmen und dieses Verhaltensmuster erklären. Verlängerte Aktivitätsphasen, die vor dem Sonnenaufgang begannen und erst nach dem Sonnenuntergang endeten, könnten das Ergebnis anhaltender landwirtschaftlicher Aktivitäten und anderer Störreize sein (vgl. NOWALD et al. 2002). Die betroffenen Kranichfamilien waren mit Ausnahme weniger Phasen, an denen keine messbare Standortveränderung in einer Zeit von mindestens 15 min Dauer ermittelt wurde, während des gesamten Tages mobil (vgl. 3.1.5). Durch die kontinuierliche Mobilität wurden vermutlich störreizbedingte Defizite beim Nahrungserwerb kompensiert.

Während der Jungenaufzucht nutzten die Altvögel wesentlich weniger Zeit für das Fressen als ihre Nachkommen (vgl. NOWALD 2001). Die Zeitanteile beim Nahrungserwerb der Granziner Kranichfamilie waren im Gegensatz zu anderen Kranichfamilien für den Jung- und die Altvögel sehr ähnlich (3.1.3). Es ist zu berücksichtigen, dass das Zeitbudget durch die sehr gute Nahrungsverfügbarkeit und das höhere Alter des bereits flugfähigen Jungvogels mit einer vergleichsweise größeren Selbstständigkeit beeinflusst war. Die größere Bedeutung hat dabei vermutlich die ausgezeichnete Nahrungssituation, da ältere Jungvögel im Rast- und Überwinterungsgebiet der Laguna de Gallocanta, Spanien, wesentlich mehr Zeit für den Nahrungserwerb aufwenden mussten (ALONSO et al. 1986). Wie bei NOWALD (2001) investierten die Granziner Altvögel wesentlich mehr Zeit in das Sichern, wobei beide Partner gleich häufig sicherten.

Reviergröße

Reviergrößen variieren enorm zwischen verschiedenen Arten, aber auch innerhalb einer Art (ALCOCK 1996). Dabei ist die Größe u. a. abhängig von den Verteidigungskosten (MACHESSEAU & EWALD 1991) und der Nahrungsverfügbarkeit (TEMELES 1987).

Während der Telemetrieblöcke beanspruchten die Kranichfamilien Reviere von einer Größe bis zu 132 ha (mittlere Revierfläche = 69,7 ha; Abschnitt 3.3). Es handelte sich dabei um Mindestreviergrößen, da die Kranichfamilien im Verlauf der gesamten Aufzuchtphase Revierbereiche aufgesucht haben könnten, die während des Untersuchungszeitraumes nicht von ihnen genutzt wurden. In diesem Fall wäre die tatsächlich genutzte Fläche größer. Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass die Jungvögel während der Telemetriephase vergleichsweise groß waren, ist es wahrscheinlich, dass aufgrund ihrer Mobilität zu diesem Zeitpunkt auch die am weitesten entfernten Bereiche des Reviers genutzt wurden (vgl. NOWALD 1999). Diese Annahme wurde überprüft, indem Positionsdaten der Raumnutzung der einzelnen Kranichfamilien, die außerhalb des Zeitfensters der einzelnen Telemetrieblöcke erfolgten, in dem Datenpool der entsprechenden Telemetrieblöcke ergänzt wurden, z. B. durch die Positionskordinaten zum Zeitpunkt des Markierens. Das

Flächenmaximum eines Reviers betrug daraufhin etwa 135 ha (mittlere Revierfläche = 82,6 ha; Abschnitt 3.3). Der Unterschied der Reviergrößen mit und ohne Erweiterung des Datenpools war nicht signifikant. Eine hohe Mobilität von noch sehr jungen Kranichen wurde von STEINKE (1974) beschrieben. Bei einer Brutplatzkontrolle wurde ein etwa 11 Tage alter Kranich 400 m vom Nest entfernt beobachtet, der Hindernisse im Erlenbruch leicht überwand. In diesem Zusammenhang schrieb NIETHAMMER (1942), dass bereits wenige Tage nach dem Schlüpfen die Jungen und Alten weit vom Nest entfernt waren.

Im Revier wurden bestimmte Kernbereiche bevorzugt. 80 % der Habitatnutzung erfolgte auf 32,5 ha (arithmetischer Mittelwert). 37,2 ha wurden nur zu 20 % genutzt. Dieser Raum könnte eine Art Ressourcenreserve sein oder als Puffer gegen Störreize wirken. Reviere mit einer Größe von über 150 ha sind möglicherweise wegen der Aufwendungen (z. B. Verteidigung) unwirtschaftlich. Allerdings wurden keine signifikanten Unterschiede der Reviergrößen von Kranichfamilien mit oder ohne direkte Kranichnachbarn ermittelt.

Unter Berücksichtigung von drei Untersuchungsjahren betrug die insgesamt von einer Kranichfamilie genutzte Fläche maximal 147 ha (3.1.1, 3.1.2). Eine geringfügige jährliche Verschiebung ist vermutlich vor allem auf die aktuelle Nahrungsverfügbarkeit und auf Störreize zurückzuführen. Bei der Landschaftsplanung sollte aufgrund von jährlichen Verschiebungen ein Flächenpuffer auch bei bekannten Kranichbrutpaaren zu berücksichtigen.

Der Aspekt größter Mobilität, in Verbindung mit der Nutzung einer „maximalen Reviergröße“ während der Telemetrieblocke, wurde durch die ermittelten großen täglichen Laufstrecken mit maximal 27,6 km unterstrichen (vgl. NOWALD et al. 2002). Nachts wurden keine Bewegungen festgestellt.

In großen Handbüchern (ARCHIBALD & MEINE in HOYO et al. 1996, FLINT IN IL'ICĚV & FLINT 1989, MOLL in GLUTZ VON BLOTZHEIM 1994) und Monografien (MEINE & ARCHIBALD 1996, PRANGE 1989) waren keine Angaben zur Reviergröße enthalten. ALHAINEN (1999) beschrieb die Habitatnutzung von vier Kranichfamilien in Finnland mit Hilfe der Telemetrie, machte aber keine genauen Angaben zur Reviergröße. DEMENTIEV & GLADKOV (1951) in CRAMP & SIMMONS (1980) machten die Reviergröße von Kranichen vom Habitat abhängig und gaben eine Größe von 50 bis 400 ha für offene Moore an. Von JOHNSGARD (1983) wurden für Graukraniche Reviere angenommen, deren Größe je nach Habitat zwischen 50 und 500 ha schwanken. Reviergrößen von 400 oder 500 ha Größe sind für oligotrophe Hochmoore in Skandinavien und im Norden Osteuropas vorstellbar. Interessant wäre der Vergleich der Nahrungsverfügbarkeit und der Fitness von Kranichpaaren mit den kleinflächigeren Revieren in der Kulturlandschaft im Nordosten Deutschlands. Eine wesentlich geringere Nahrungsverfügbarkeit könnte sich in sehr großen Revieren widerspiegeln. Tatsächlich war die Reproduktionsrate in Zentralschweden geringer als in Deutschland. Während BYLIN (1987) einen Aufzuchterfolg von 0,5 juv/Bp (n=81 Bp) in den Jahren 1977 – 1982 für Zentralschweden ermittelte, lag dieser zwischen 1978 – 1998 bei 0,9 juv/Bp (n=5332 Bp) in Deutschland (MEWES 1999). Der geringere Reproduktionserfolg

in Schweden könnte allerdings auch auf größere Verluste durch Prädation zurückzuführen sein. LITTLEFIELD (1995) erfasste beispielsweise Gelegeverluste von 38 % beim Großen Kanadakraichs *Grus canadensis tabida*. Im Vergleich dazu gab MEWES (1994) für den Graukranich in den ostdeutschen Ländern Gelegeverluste von 20,1 % an.

NESBITT & WILLIAMS (1990) ermittelten das home range von 11 Florida-Kanadakraichen *Grus canadensis pratensis*. Diese Unterart des Kanadakraichs ist ein Standvogel, Brutpaare sind das gesamte Jahr in ihrem Territorium. Die Größe ihres home ranges betrug durchschnittlich 553 ha (berechnet nach der Minimum Convex Polygon Methode; 69 ha nach der Fourier Transformation). Im Vergleich zu den Untersuchungsgebieten in Deutschland umfasste das Untersuchungsgebiet in Florida durchschnittlich etwa 3 % offene Wasserfläche, 45 % Feuchtgebiete, 5 % Wald, 42 % Weideflächen sowie 5 % Ackerflächen und war entsprechend stärker durch das Wasser geprägt. Dabei nutzten territoriale Kranichpaare ähnlich wie im Nordosten Deutschlands überwiegend Weideland. Im Vergleich zu unseren Graukranichen ermittelte BENNETT (1989) für den Florida-Kanadakraich ähnliche Revierabmessungen. Zwölf markierte Altvögel nutzten im Okefenokee Sumpfgebiet, Florida, Reviere von durchschnittlich 77 ha im Sommer und 93 ha für das gesamte Jahr (kein signifikanter Unterschied, $p > 0,05$; Reviergröße nach der Irregular Convex-Polygon-Methode). Die Reviere von Altvögeln überlappten sich nicht und wurden ebenfalls gegenüber anderen Altvögeln verteidigt.

Habitatwahl

Im Nordosten Deutschlands finden die Kraniche überwiegend eine intensiv genutzte Kulturlandschaft vor. Im Gegensatz zu immaturren Graukranichen, die wegen ihrer größeren Mobilität die geeignetsten Räume anfliegen können (vgl. FICHTNER 1997, WILKENING 1999), müssen sich die Kranichfamilien mit ihren noch nicht flugfähigen Jungen mit den lokalen Gegebenheiten arrangieren. Während die Brutplätze in Erlenbrüchen (vgl. MEWES 1996) vergleichsweise natürlich ausgestattet sind, musste der Nahrungserwerb auf den landwirtschaftlichen Nutzflächen innerhalb der Reviere erfolgen. Die aktuelle Flächenwahl ist durch komplex wirkende Faktoren, z. B. Nahrungsverfügbarkeit, Habitatrequisiten, Deckungsmöglichkeiten sowie intra- und interspezifische Konkurrenz beeinflusst (vgl. HILDÉN 1965, BLOCK & BRENNAN 1993).

Intensiv bewirtschaftete Rapsmonokulturen stellten für die Graukraniche ein undurchdringliches Dickicht dar. Die Rapspflanzen erreichten im Juni/Juli eine Höhe von über 1,40 Meter und waren stark miteinander verflochten (vgl. 3.1.8). Lediglich auf durch Überschwemmungen im Frühjahr geschädigten Bereichen mit geringer Pflanzendichte konnte zu einem geringen Maße Nahrungserwerb erfolgen (vgl. 3.1.5). Außerdem lieferten Rapsfelder aufgrund des hohen Pestizideinsatzes bei der Bewirtschaftung (mdl. Mitt. D. Rieve, Landwirt) vermutlich kaum Nahrung für Kraniche.

Außer den intensiv genutzten Monokulturen können auch mehrjährige Brachen für die Habitatnutzung von Kranichfamilien ungeeignet sein, wenn sich aufgrund einer starken Eutrophierung eine zu dichte und verfilzte Pflanzengesellschaft entwickelt (vgl. 3.1.11).

Getreidefelder mit Weizen, Gerste, Lein oder Mais wurden aufgesucht, wenn dort aufgrund extensiver landwirtschaftlicher Nutzung große Insektenpopulationen (vgl. 3.1.1, 3.1.7) auftraten oder das Getreide (3.1.8, 3.1.12) reif war. Eine extensive Bewirtschaftung mit geringem Herbizideinsatz wurde durch einen flächendeckenden Wildkrautbestand angezeigt. Auf der Maisfläche im Revier der Kranichfamilie Techentin (3.1.1), erreichte das Hirtentäschelkraut z. B. einen Deckungsgrad von 50-75 % (vgl. SCHULMEYER 1997).

Alle Familien bevorzugten Wiesen und lichte Buchen- bzw. Buchen-Eichen-Mischwälder. Wiesen bzw. Grünlandhabitats waren für Graukraniche auch während der Frühjahrsrast (NOWALD 1994) von großer Bedeutung. Bei der Herbstrast (JÄHME 1985, NOWALD 1996, PRANGE 1989, ULBRICHT 1999) und der Überwinterung (ALONSO et al. 1984, VAZ & MELO 1999) lag dagegen eine Präferenz für Getreidestoppelfelder vorlag. Ähnliche Ergebnisse, bezogen auf die Frühjahrs- und Herbstrast sowie auf die Überwinterung, ermittelten DAVIS & VOHS (1993b), KRAPU et al. (1984), MEINE & ARCHIBALD (1996) und REINECKE & KRAPU (1986) für Kanadakraniche *Grus canadensis*.

Der Habitat- bzw. Flächentyp war mit Ausnahme von Rapsflächen für die Nutzungsintensität ein weniger bedeutendes Kriterium. Trotz einer unterschiedlichen landwirtschaftlichen Nutzung in verschiedenen Jahren, erfolgte der Nahrungserwerb der Kranichfamilien in den gleichen Revierbereichen (vgl. 3.1.1, 3.1.4; vgl. NOWALD 1999). Dieses Ergebnis bestärkt die Beobachtungen zur Revier- und Partner-treue (Monogamie, Dauerehe; vgl. PRANGE 1989, NOWALD 2001).

Graukraniche können für die Phase der Jungenaufzucht wegen der Nutzung verschiedener Flächentypen als Generalisten bezeichnet werden. Lediglich für die Wahl des Nistplatzes muss ein geeignetes Feuchtgebiet vorhanden sein. Anscheinend haben die nachfolgend diskutierten Faktoren, z. B. die Nahrungsverfügbarkeit, welche allerdings direkt vom Habitattyp bzw. von der landwirtschaftlichen Nutzung abhängig waren (vgl. KLAPP 1971) oder anthropogene Störreize, einen stärkeren Einfluss auf die Raumnutzung.

ALHAINEN (1999) stellte fest, dass sich Kranichfamilien in der Nähe des Nestplatzes bewegten, wenn gute Habitats miteinander verknüpft waren. In Ausnahmefällen entfernten sie sich bis zu 8 km vom Beringungsort, wenn weniger nutzbare Habitats dazwischen lagen.

Nahrungssuchstrategien

Die Verteilung von Nahrung ist in der Natur in Abhängigkeit von den Nahrungsart entweder inäqual, äqual, kumular oder insular (MÜLLER 1991) und stellt das Individuum vor unterschiedliche Probleme. In Hinblick auf einen ökonomischen Nahrungserwerb müssen Beutekonzentrationen effizient lokalisiert werden. Generell ist nach einer

objekt- oder einer flächenbezogenen Nahrungssuche zu differenzieren (CURIO 1976). Für die objektbezogene Suche kann für den Räuber das Entwickeln eines Suchbildes (BEGON et al. 1998) von Bedeutung sein. Bei der flächenbezogenen Nahrungssuche, tendieren Prädatoren dazu in der Nachbarschaft des Ortes mit früherem Erfolg zu suchen. Die Nahrungssuchstrategie sollte Bewegungen im Raum vermeiden, die zu einem bereits erfolglos besuchten oder ausgebeuteten Bereich führen. Die zuvor beschriebenen Strategien zeigten auch die verschiedenen Kranichfamilien. Dabei nutzten sie bestimmte Kernbereiche innerhalb ihrer Reviere im Vergleich zur Gesamtfläche überproportional (vgl. 3.2).

Andere Revierbereiche wurden entsprechend weniger frequentiert. Dieses Nutzungsmuster war vergleichbar mit dem Explorationsverhalten. Generell ermöglicht es Tieren, Nahrung aufzufinden, und erhöht die Chance, auf neue ergiebige Nahrungsquellen zu stoßen (BELL 1991). Gleichzeitig erforschten und erlernten die Kranichjungen die topographischen Gegebenheiten ihres Reviers, was sich positiv auf das Vermeiden von Prädatoren auswirken kann (vgl. AMBROSE 1972).

Die Vögel waren morgens in Brutplatznähe aktiv, abends kehrten sie meist 30 min vor dem Aktivitätseende zum Feuchtgebiet zurück. Die Aktivität war gleichmäßig ohne auffällige Ruhephasen über den Tag verteilt (vgl. NOWALD et al. 2002). Das Fehlen von Ruhephasen war vermutlich nicht nur auf den geringeren Jagderfolg der Jungvögel, einhergehend mit einem Zeitdefizit für den Nahrungserwerb zurückzuführen. Bewegungen im Rahmen des Explorationsverhaltens dienten auch dem Auffinden neuer Nahrungsquellen. So zeigten Waschbären *Procyon lotor* direkt nach dem Fressen Explorationsverhalten, um neue Nahrungsquellen zu finden (BIDER et al. 1968 in BELL 1991). Lediglich die Granziner Familie (3.1.3) leistete sich tagsüber bestimmte Rastzeiten. Allerdings war zum Zeitpunkt der Telemetrie der Jungvogel bereits flügge (geringeres Prädationsrisiko) und die Nahrungsverfügbarkeit war aufgrund der vorhandenen Ernterückstände ausgezeichnet (das im Revier liegende Gerstenfeld war kurz zuvor abgeerntet worden).

Generell ist die aktuelle Nahrungssuchstrategie der Kraniche beutebezogen. Während der Jungenaufzucht lesen sie Wirbellose vom Boden und von der Pflanzenoberfläche ab (eig. Beobachtungen). Um diese Beute zu finden, müssen sie längere Distanzen zurücklegen. Dadurch kommen auch die großen täglichen Laufstrecken zustande. Die morphologischen Voraussetzungen für diese Art des Nahrungserwerbs sind durch den langen Schnabel und die langen Beine gegeben. Während der Frühjahrsrast (NOWALD 1994) und während der Herbstrast wühlen Kraniche unter zu Hilfenahme ihrer Schnäbel auch im lockeren Boden, um Individuen des Edaphons zu erbeuten (WEIß 1988). Entsprechend gelangen sie an das Saatgut von frisch bestellten Feldern oder im Überwinterungsgebiet in Spanien an die Zwiebeln von Liliengewächsen, z. B. *Ornithogalum* (GUZMÁN 1994).

Nahrungsverfügbarkeit

Die Ressource Nahrung ist eine der bedeutendsten Faktoren für die Habitatnutzung von Tieren (BLOCK & BRENNAN 1993). Tiere sollten nach den Optimalitätsmodellen diejenigen Flächen für den Nahrungserwerb aufsuchen, die die profitabelste Beute liefern (KREBS 1981). Am wichtigsten ist nicht die höchste Nahrungsdichte, sondern die Verfügbarkeit der Nahrung (WIENS 1989). Um die Nutzungsintensität zu erklären, wird den Kranichen unterstellt, dass sie eine Auswahl aus dem im Revier vorhandenen Nahrungsangebot treffen können. Ein solches Verhalten setzt voraus, dass zumindest die Kranicheltern, die ihren Nachwuchs führen (NOWALD 2001), den „Wert“ der zur Auswahl stehenden Nahrungsflächen kennen (Explorationsverhalten). Dieses „Wissen“ ist auch eine Grundannahme der marginal-value-Hypothese von CHARNOV (1976), nach der Tiere immer den Fressplatz mit dem höchsten Ertrag wählen sollten. Die Nutzung sollte so lange andauern, bis der Energiegewinn pro Zeiteinheit unter den Durchschnitt der übrigen vorhandenen Fressplätze fällt.

Die Auswertung der Peildaten zeigt, dass acht von 11 Kranichfamilien ihr bevorzugtes Nahrungshabitat in Abhängigkeit von der größten Käferaktivitätsdichte wählten. Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass nahrungssuchende Vögel die Dichte und die Verteilung von Samen und Insekten verändern können (BLOCK & BRENNAN 1993). Daher könnten in Habitaten mit der größten Nutzungsintensität durch Kraniche, im Anschluss an das Tracking, weniger Käfer durch die Barber-Fallen erfasst worden sein. HOLMES et al. (1979) in BLOCK & BRENNAN (1993) stellte fest, dass in Jahren ohne Massenvermehrung Vögel die Dichte einiger Arthropoden signifikant verringerten. BENGTON (1976) untersuchte den Einfluss nahrungssuchender Goldregenpfeifer *Pluvialis apricaria* auf Regenwurmpopulationen. Die Regenwurmdichte unter durch Netzen gesicherten Flächen war mit 238 Ind./m² signifikant höher als bei nicht abgedeckten Flächen (106,9 Ind./m²). Eine im Ergebnis auffallende Entnahme von Arthropoden durch die Kraniche war jedoch nicht wahrscheinlich, da sich die Reviergrößen von Familien mit einem bzw. zwei Nachkommen nicht unterschieden (vgl. 3.3). Reviere von Paaren mit zwei Jungen hätten ansonsten größer ausfallen müssen.

Eine Flächenwahl in Abhängigkeit von der Nahrungsverfügbarkeit zeigten besonders die Kranichfamilien, bei denen in bestimmten Revierbereichen die Massenvermehrung einiger Insekten beobachtet wurde (vgl. Kap. 3.1.1, 3.1.4, 3.1.7). Beispielweise bevorzugte die Tschentiner Familie 1996 eine Fläche, welche sich durch ein auffälliges Vorkommen der Gammaeule mit durchschnittlich 13 Individuen/0,25 m² auszeichnete (NOWALD 1999). Die gelegentliche Massenvermehrung dieser Art ist bekannt (BERGMANN 1954). Ein Weibchen legt bis 1500 Eier (KEILBACH 1966). In 1996 wurden Kotproben gesammelt und analysiert, um das Nahrungsspektrum der Kraniche zu erfassen (NOWALD & FLECKSTEIN 2001), wobei alle zwölf Proben der Tschentiner Kranichfamilie im wesentlichen Mandibeln der Gammaeule enthielten. In einer einzigen Kotprobe befanden sich bis zu 140 Mandibeln. Die Tschentiner Vögel hatten sich folglich überwiegend von Raupen ernährt. Die Familie wählte demnach nicht nur die Fläche mit der größten Nahrungsverfügbarkeit, sondern spezialisierte sich zusätzlich

auf das temporär vorhandene, leicht zu erbeutende Angebot "Gammaeule". Die Kraniche waren anscheinend in der Lage, sehr schnell ein bestimmtes Suchbild (ALCOCK 1996, MCFARLAND 1989) zu entwickeln, das ein besseres Erkennen und eine effektivere Nutzung der Nahrungsquelle ermöglicht. Raupen scheinen im Vergleich zu Käfern hinsichtlich Kosten-Nutzen-Aufwand, d.h. Such- und Bearbeitungsaufwand in Relation zum Energiegewinn, die profitablere Beute zu sein (vgl. KREBS 1981).

Solange keine Störreize wirkten, erfolgte der Nahrungserwerb vorwiegend auf den Revierflächen mit der größten Käferaktivitätsdichte. Damit wurde das Risiko einer Mangelernährung minimiert, denn eine qualitativ und quantitativ ungünstige Nahrungssituation kann zum Tod der Jungen führen. Die unzureichende Nahrungsverfügbarkeit war vermutlich für den Jungenverlust „RBUK“ des Tschentiner Paares im Jahr 1997 verantwortlich (3.1.1). Bereits am 21.06.97 fielen die beiden Jungvögel durch ein ungewöhnlich geringes Gewicht auf, so dass nur ein Jungvogel besendert wurde. Der nicht besenderte Vogel war bereits während der telemetrischen Untersuchung nicht mehr bei der Familie. Vier weitere etwa gleich alte Jungvögel die 1997 markiert wurden, wiesen durchschnittlich ein um 34 % höheres Gewicht auf (eig. unveröff. Daten). Alle Indizien weisen auf Unterernährung (evtl. mit Folgeerscheinungen) aufgrund der ungünstigen Nahrungssituation als Todesursache hin. Im Vergleich zu den Vorjahren zeigten die Barberfallen ein um über 50 % geringeres Fangergebnis an. Die Fläche Weizen (2) zeichnete sich durch die größte Käferaktivitätsdichte aus. Wahrscheinlich waren die Vögel deshalb auch gezwungen, bis an die Straße heran nach Nahrung zu suchen (vgl. 3.1.1). Ebenso fehlte der Jungvogel „WRY“ des Darzer Paares bei der telemetrischen Untersuchung im Jahr 1996 (3.1.10). Unterernährung aufgrund eines sehr trockenen Sommers war auch die Todesursache von sechs Jungen von 14 in Schweden besenderten Jungkranichen (schriftl. Mitt. M. HAKE).

Die Nahrungsverfügbarkeit ist auch vom Flächentyp und der Bewirtschaftung abhängig. Gezielte Nahrungsflächenwahl in Abhängigkeit von der Nahrungsverfügbarkeit und -qualität ist auch für die Herbststrast der Kraniche belegt (vgl. NOWALD 1996). In diesem Zusammenhang müssen zusätzlich Prädatoren betrachtet werden, die die Habitatnutzung der Kraniche und ihre Bewegungen innerhalb des Reviers beeinflussen können (BLOCK & BRENNAN 1993).

In zukünftigen Projekten (NOWALD et al. in Vorb.) soll die Bedeutung der Nahrungsverfügbarkeit und deren Verteilung auf die Habitatnutzung von Kranichfamilien experimentell ermittelt werden. In einem ersten Versuch im Jahr 2001 diente ausgestreuter Körnermais als zusätzliches Nahrungsangebot. Während der Frühjahrs- (NOWALD 1994, 1995) und Herbststrast (NOWALD et al. 2000) waren Graukraniche auf bestimmte „Fütterungsflächen“ zu lenken. Mit dem Düngerstreuer wurden Weizen oder Mais ausgebracht. Die Vögel stellten sich umgehend auf die leicht zugängliche Nahrung ein und konzentrierten sich auf diesen Flächen. Während der Herbststrast änderte sich für Kraniche aufgrund des landwirtschaftlichen Bearbeitungsrythmus ständig ihre Umwelt. Sie waren in der Lage, sich der

landwirtschaftlichen Dynamik anzupassen und fressen auf den aktuell entstandenen Neusaat- oder Stoppelflächen (NOWALD 1996, ULBRICHT 1999). Dabei zeigten nahrungssuchende Kraniche eine deutliche Präferenz für Maisstoppelflächen. Die Eigenschaft von Kranichen, sich schnell auf Umweltveränderungen einstellen zu können, beschrieben ebenfalls BAUTISTA et al. (1992) für das Rast- und Überwinterungsgebiet Laguna de Gallocanta.

Der Einfluss von Fütterungsflächen in den Überwinterungsgebieten Izumi und Akune (Kyushu, Japan) beschrieb OHSAKO (1987). Hier konzentrierten sich Mönchskraniche *Grus monacha* und Weißnackenkraniche *Grus vipio* auf den eigens eingerichteten Nahrungsflächen.

Vegetation

Der direkte Einfluss verschiedener Vegetationsstrukturen auf die Habitatnutzungsintensität von Vögeln, die sich während des Nahrungserwerbs schreitend fortbewegen, wurde bisher kaum erforscht (z. B. TÜLLINGHOFF & BERGMANN 1993, SCHÄFFER 1999). Bewegt man sich zu Fuß laufend durch ein Weizenfeld, spürt man den Widerstand der Pflanzen. Ein möglicher Einfluss des Vegetationswiderstandes ergibt sich demnach aus dem Reaktions- oder Wechselwirkungsprinzip (3. Newtonsches Axiom), bei dem jede Kraft F eine Gegenkraft F' mit gleichem Betrag, aber entgegengesetzter Richtung besitzt (KUCHLING 1981).

In einem Maisfeld stehend, hat man wegen der hohen Pflanzen eine schlechte Übersicht. Allerdings wird man auch von Anderen schwerer entdeckt. Bringt die hohe Vegetation einen Deckungsvorteil für den Kranich, sollten entsprechend ausgestattete Flächen intensiver genutzt werden.

Nur vier von 11 Kranichfamilien bevorzugten die Habitate mit der geringsten Vegetationshöhe und dem geringsten Vegetationswiderstand. Die Kranichfamilien zeigten eine große Plastizität hinsichtlich der Vegetationshöhen und -dichten in den verschiedenen Lebensräumen. Trotz großer Pflanzenhöhen und großer Dichte fand der Nahrungserwerb in Weizen- und Gerstenfeldern statt, während dichte und verfilzte Bereiche von Brachen gemieden wurden. Die Habitatnutzungsintensität der Kraniche wurde nur dann stärker beeinflusst, wenn der Raumwiderstand zu groß wurde. Flächen mit hoher Vegetation wurden zwar genutzt, vermutlich mussten die Altvögel hier aber noch mehr Aufwand für das Sichern betreiben (eig. Beob.). Eine Bevorzugung von Wiesen und lichten Buchen- bzw. Buchen-Eichen-Mischwäldern brachte somit Vorteile für das Zeit- und Energie-Budget. In einigen Fällen bot die hohe Vegetation Deckungsvorteile. Im Jahr 1997 erfolgte der Nahrungserwerb der Techentiner Familie innerhalb der Fahrspuren der landwirtschaftlichen Maschinen im Weizenfeld auch in unmittelbarer Nähe zur Straße, allerdings nicht am östlichen Rand der Kreisstraße auf der Wiese (3). Die hohe Nutzungsintensität auf der westlichen Seite wurde hier vermutlich durch die gute Deckung der hohen und dichten Weizenpflanzen ermöglicht.

Die Jungen des Großbrachvogels *Numenius arquata* zeigten beim Nahrungserwerb eine Präferenz für Grünlandflächen mit bis zu 15 cm hohem Grasbewuchs sowie für ungemähte Randstreifen von Mähwiesen und -weiden zur Deckung (TÜLLINGHOFF & BERGMANN 1993). Für Wachtelkönige *Crex crex* konnte die Vegetationsdeckung nicht zu hoch werden, solange der Raumwiderstand nicht eine bestimmte Schwelle überschritt (SCHÄFFER 1999). Ähnlich verhielt es sich für Kranichfamilien. Bei dichten Rapsflächen war die Schwelle für den Raum- bzw. Laufwiderstand überschritten.

Eine weitere Vergrößerung von Rapsanbauflächen aufgrund der Subventionspolitik in der Landwirtschaft kann sich ungünstig auf die Reproduktion auswirken. Die Undurchdringlichkeit des dichten Rapsgeflechtes für Kraniche ließ eine Nutzung der entsprechenden Flächen nicht zu (vgl. 3.1.5, 3.1.8, 3.1.10, 3.1.11). Ein Kranichpaar, welches in einem Feldsoll inmitten eines 100 ha großen Rapsfeldes brütete, hatte keinen Reproduktionserfolg. Am 24.04.01 erfassten T. FICHTNER und A. KLUGE (Kranich-Informationszentrum) ein Gelege aus zwei Eiern, bei einer Nachkontrolle am 20.06.01 stand das Kranichpaar ohne Junge am Rande des Rapsfeldes auf einer Wiese (eig. Beobachtung). Ob der Verlust der Nachkommen durch Prädatoren oder durch Nahrungsmangel zustande kam, ließ sich nicht klären. Auf jeden Fall hätten die flugunfähigen Jungvögel ihren Brutplatz durch den dichten Raps nicht erreichen können.

MOLL (1972) beschrieb eine Situation, bei der sich ein Kranichnest in einem verfilzten Bestand der Schneide *Cladium mariscus* befand. Er vermutet, dass die Jungkraniche auf dem Weg zur Nahrungsfläche umkamen, da sie die dichte Vegetation nicht durchdringen konnten.

Ein zu hoher Raumwiderstand lag auch in intensiv bewirtschafteten Getreidefeldern vor, so dass die Kraniche für den Nahrungserwerb in die Fahrspuren der Bearbeitungsmaschinen auswichen (vgl. 3.1.1, 3.1.8).

Anthropogene und „natürliche“ Störreize

Störreize wirken auf unterschiedlichen Ebenen (vgl. STOCK et al. 1994). Beispielsweise können durch Störreize verursachte Fresszeitdefizite und durch Flucht zusätzlich verbrauchte Energie die Energiebilanz über ein kurzfristig kompensierbares Maß hinaus verschlechtern (OWEN et al. 1992, STOCK 1994). Aus der Sicht der Kraniche bedeutet es keinen Unterschied, ob die Zeiteinschränkungen für den Nahrungserwerb durch Prädatoren wie Fuchs *Vulpes vulpes* bzw. Seeadler *Haliaeetus albicilla* oder auf den Einfluss von Landwirten oder Fahrzeugen zurückzuführen sind (BELANGER & BÉDARD 1990). Anthropogene oder „natürliche“ (Prädatoren) Störreize bedingen eine allgemeine Scheu der Tiere vor plötzlich auftretenden, möglichen Gefahrenquellen, auch wenn diese nicht direkt mit einem Tötungsrisiko verbunden sind (FOX & MADSEN 1997). Im Rahmen dieser Studie werden überwiegend die im Verhalten sichtbaren Reaktionen auf Störreize diskutiert.

Einfluss anthropogener Störreize

Verkehrswege und Straßenverkehr: Straßen sind potenzielle Störquellen und können die Raumnutzung von Vögeln beeinflussen (HOCKIN et al. 1992). Zahlreiche Studien belegen einen negativen Einfluss des Straßenverkehrs auf Brutvogelpopulationen aufgrund von Unfällen mit Fahrzeugen (vgl. REIJNEN & FOPPEN 1991). Die Unterschiede in Dispersion und Altersstruktur männlicher Fitisse *Phylloscopus trochilus* deuten an, dass an Straßen angrenzende Habitate suboptimal („marginal“) sind (REIJNEN & FOPPEN 1991). Nach LIKER & SZÉKELY (1997) ist der Einfluss von Nestprädatoren auf den Schlupferfolg von Kiebitzen *Vanellus vanellus* allerdings signifikant größer als der durch Straßenverkehr oder Beweidung erzeugte.

Bei Kranichfamilien wurden die Revierausdehnung und -nutzung stark durch Straßen beeinflusst, welche die Reviere durchschnittlich oder tangierten. Die Techentiner Kranichfamilie (3.1.1) musste eine Kreisstraße überqueren, um ihre bevorzugten Nahrungsflächen zu erreichen. Sie hielten bei der Nahrungssuche 1995 einen Mindestabstand von etwa 210 m zur Straße ein. Dadurch war eine Fläche von etwa 20 Hektar nicht nutzbar. Eine mit wachsendem Abstand zur Straße steigende Habitatnutzung lässt die Vermutung zu, dass die Straße eine potenzielle Störquelle darstellt und die nahen Bereiche daher entsprechend gemieden werden. Das Maximum der Daten im Bereich von 275-299 m wurde wahrscheinlich auch durch das Bodenrelief beeinflusst. Die Kraniche hatten in diesem Bereich ihres Reviers hinter einer Erhebung, in einer von der Straße kaum einsehbaren Senke, gute Deckung. Im Jahr 1996 hielt die Techentiner Familie einen noch größeren Sicherheitsabstand zur Straße ein. In der Folge vergrößerte sich die Reviergesamtfläche. Da die angrenzenden landwirtschaftlichen Nutzflächen und entsprechend die Verteilung der Nahrung vergleichsweise homogen waren, muss die Straße als Störquelle die Ursache für das Meiden dieser Bereiche gewesen sein. Beim Überqueren der Kreisstraße waren die Kraniche, zumindest die noch flugunfähigen Jungen, zusätzlich einem erhöhten Unfallrisiko ausgesetzt (vgl. 3.1.1, 3.1.11). Das Junge eines Großen Kanadakranichpaares wurde beim Überqueren eines „Highways“ durch ein Fahrzeug getötet (IVEY & SCHEUERING 1997). TÜLLINGHOFF & BERGMANN (1993) ermittelten, dass bei der Jungenaufzucht von Großbrachvögeln *Numenius arquata* Straßen nicht gemieden wurden. Dieses Verhalten brachte ebenso eine Gefährdung der Vögel mit sich.

Andere Kranichfamilien hielten noch wesentlich größere Mindestabstände von bis zu 370 m (vgl. 3.1.9) zu Straßen ein. Dabei handelte es sich jeweils um Straßenordnungen bis zur Kreisstraße, die relativ unregelmäßig frequentiert wurden und an denen Halte- oder Parkmöglichkeiten bestanden.

Die Bundesstraße B192 zeichnete sich im Bereich mehrerer Kranichfamilien (vgl. 3.1.6, 3.1.7, 3.1.11) durch einen regelmäßig fließenden Verkehr aus. Haltemöglichkeiten für Pkw auf dem schmalen, unbefestigten Seitenstreifen waren nicht vorhanden. Der Mindestabstand, d. h. die Fluchtdistanz der Kraniche zur Bundesstraße, betrug z. T. nur 55 m (vgl. 3.1.6). Die Vögel hatten bei gleichmäßig fließendem Verkehr die Möglichkeit, sich an diese Reize zu gewöhnen. Verkehrswege niedriger Ordnung, z. B.

Kreisstraßen (vgl. 3.1.9, 3.1.11) oder Feldwege, zeigten ein im Tagesverlauf unterschiedliches Verkehrsaufkommen und eine insgesamt geringe Nutzung. Die Möglichkeit der Habituation war hier vermutlich nicht gegeben und spiegelte sich im vergleichsweise höheren Sicherheitsabstand zu diesen Zerschneidungselementen wider.

Nahrungssuchende Bläß- und Saatgänse zeigten ebenfalls ein unterschiedliches Verhalten gegenüber Straßen mit regelmäßigem bzw. unregelmäßigem Verkehr (WILLE 1995). JAENE & KRUCKENBERG (1996) demonstrierten einen Einfluss von Straßen anhand der Kotdichte von Bläß- und Nonnengänsen. An einer stark befahrenen Straße war der ungenutzte Randstreifen 70 m breit, entlang eines Wirtschaftsweges dagegen erreichte die Kotdichte schon nach 30 m das durchschnittliche Niveau. Ähnliche Beobachtungen erfolgten auch für Kraniche während der Herbstrast in der Rügen-Bock-Region (eig. Beob.). Demnach zeigten die Fressgemeinschaften rastender Vögel im Herbst ein anderes Verhalten als Kranichfamilien mit ihrem flugunfähigen Nachwuchs. Dem erhöhten „Prädationsrisiko“ (hier: anthropogene Störreize) wird damit Rechnung getragen.

BLOH (in Vorb.) in SPILLING (1998) zeigte, dass die sichtbare Nutzung eines Rapsfeldes durch Schwäne erst in einer Entfernung von mehr als 50 m zu einer wenig befahrenen Straße einsetzte. In einem Übergangsbereich von ca. 100 m stieg die Nutzungsintensität bis zu einer Grenze von etwa 50 % der Ausgangsbiomasse an. Ab etwa 200 m Entfernung ließ sich kein weiterer Anstieg mehr feststellen.

Legt man für Kranichfamilien beim Nahrungserwerb einen Sicherheitsabstand von 200 m zu Straßen zugrunde, errechnet sich ein theoretischer „Flächenverlust“ für die Jungenaufzucht von 392.200 ha (= 3922 km², entspricht 18 % der Festlandsfläche) für das Bundesland Mecklenburg-Vorpommern. Hierbei wurden alle Zerschneidungselemente der Kategorien Autobahn (354 km), Bundesstraße (2.081 km), Landstraße (3.246 km) und Kreisstraße (4.124 km) außer Kommunale Straße (16.926 km) berücksichtigt (Statistisches Jahrbuch von Mecklenburg-Vorpommern 2002). Die Zerschneidung der Landschaft durch Verkehrswege und der daraus resultierende Straßenverkehr sind demnach ein bestandslimitierender Faktor (vgl. NOWALD 1999).

Während der Herbstrast fraßen Kraniche in der Rügen-Bock-Region (NOWALD et al. 2001) zunächst die Ernterückstände im Zentrum von Feldern mit Getreidestoppel. Aufgrund des abnehmenden Nahrungsangebotes erfolgte der Nahrungserwerb später immer näher an Straßen (eig. Beob.). Trotz einer nur geringen Verkehrsnetzdicke versuchten Kraniche auch im Überwinterungsgebiet in Portugal, einen möglichst großen Abstand zu Straßen einzuhalten (FRANCO et al. 2000).

Schieneverkehr: Der direkte Einfluss des Schienenverkehrs auf die Raumnutzung von Kranichfamilien ist im Rahmen dieser Untersuchung nicht abzuschätzen (n = 1; Familie Zahrener Wiesenmoor). Der Bahnverkehr stellte allerdings in drei Fällen eine Verlustursache dar (vgl. 3.4). Somit könnte dieser Faktor in den von Kranichen dicht besiedelten Bundesländern Mecklenburg-Vorpommern und

Brandenburg sowie in einigen Bereichen von Schleswig-Holstein und Niedersachsen Auswirkungen auf den Reproduktionserfolg dieser Teilpopulationen haben.

Flugbetrieb: Die Reaktionen von Kranichfamilien im Brutrevier auf Motor- und Düsenflugzeuge waren gering (vgl. 3.1.1, 3.1.2, 3.1.3, 3.1.8, 3.1.12, 3.4). Es handelte sich jeweils um Einzelereignisse während des Tages. Hingegen beobachtete MOLL (1972), dass ein Kranichnest, nachdem es „pausenlos von einem Düsenjäger überflogen wurde“, vom Paar aufgegeben wurde. Auf einen in niedriger Höhe fliegenden Hubschrauber reagierte eine Kranichfamilie (3.1.2) mit Flucht. WILLE (1995) berichtet über stärkere Auswirkungen auf das Fluchtverhalten von Bläß- und Saatgänsen aufgrund der lauten Fluggeräusche von Hubschraubern im Vergleich zu Flugzeugen. Am Kranichrastplatzes „Linumer Fischteiche“ verursachten vorüber fahrende Heißluftballone ein ständiges Wiederauffliegen der zum Schlafen eingeflogenen Kraniche aus dem Gewässer (eig. Beobachtungen). Andere Vogelarten zeigten stärkere Reaktionen auf den Flugverkehr. Bei einer Studie zur Raumnutzung von Wildgänsen war Flugverkehr mit 46 % aller Störereignisse der Hauptverursacher für das Auffliegen eines großen Teil des Trupps oder des ganzen Trupps weidender Gänse (KRUCKENBERG et al. 1996).

Stromleitungen: Die Telemetriedaten von den Kranichfamilien (z. B. 3.1.3, 3.1.7, 3.1.8) zeigten keine direkte Beeinflussung der Raumnutzung durch Stromleitungen. Allerdings stellen Energieleitungstrassen vor allem für Jungvögel oder immature Kraniche mit geringer Flugerfahrung (Abb. 68), aber auch für Altvögel, ein zusätzliches Mortalitätsrisiko dar (vgl. 3.1.12, PRANGE 1989, JANSS & FERRER 2000). Am 27.08.2001 wurde der besenderte Jungkranich „RYBu“ 1500 m westlich vom Neststandort bei Neu Poppendorf tot unter einer 20 KV Stromleitung geborgen (Daten: KRANICH-INFORMATIONSZENTRUM). Ungünstige Witterung oder plötzlich aufgetretene Störreize, wenn Kraniche panikartig in Leitungsnähe auffliegen, sind besonders gefährlich (Abb. 68; eig. Beob. während der Kranichrast).

Abb. 68: Immaturer Kranich, der am 31.09.2000 tot unter einer Stromleitung bei Nisdorf geborgen wurde.



Dabei kamen Kraniche vor allem durch den Anflug zu Tode, bei dem in einigen Fällen zusätzlich ein Kurzschluss ausgelöst wurde (vgl. LANGGEMACH 1997). Durch den

Anflug traten gehäuft Verletzungen an den Extremitäten auf, dazu gehört auch der Abriss von Flügeln (Abb. 69, vgl. HAACK 1997).

Berichte über Stromleitungen als Todesursache liegen zusätzlich aus dem Überwinterungsgebiet in Spanien (JANSS & FERRER 1998) und für andere Kranicharten vor. Allein am 22.02.02 verendeten am Rastplatz von La Sotonera (42° 9.6' N, 0° 40.5' W, Huesca, Spanien) 25 Kraniche. Bis zum 26.02.02 wurden 53 Kraniche tot geborgen, daunter waren 12 Jungvögel (22,6%). Sie flogen bei starken nordwestlichen Wind gegen eine Hochspannungs-Leitungstrasse (schriftl. Mitt. LPO AQUITAINE). Im südlichen Nebraska wurden bei einer Studie in den Jahren 1986/87 135 Kanadakraniche *Grus canadensis* tot unter Stromleitungen aufgefunden (WARD & ANDERSON 1988). Dass überwiegend unerfahrende Vögel, immature Schreikraniche *Grus americana*, Opfer durch Stromleitungen wurden, zeigt auch der Bericht der U.S. Fish & Wildlife Service Behörde (U.S. FISH & WILDLIFE SERVICE 1986 in FAANES & JOHNSON 1988).



Abb. 69: Adulter Kranich mit Flügelabriss (am 12.03 2002 bei Behnkendorf geborgen).

Eine besondere Gefährdung von Jungvögeln des Schwarzstorches *Ciconia nigra* durch Mittelspannungsfreileitungen beschreiben HORMANN & RICHARZ (1997). Anflugopfer werden auch wendigere Flieger, z. B. Bläßgänse *Anser albifrons* (HAACK 1997). HAACK (1997) verweist darauf, dass es anscheinend keinen einfachen Zusammenhang zwischen Windstärke und der Kollisionshäufigkeit gibt.

Landwirtschaftliche Aktivitäten: In der mitteleuropäischen Kulturlandschaft gibt es nur wenige Landschaftsausschnitte, die nicht stark von der Landwirtschaft beeinflusst werden. Vor diesem Hintergrund ist das Ergebnis, dass von allen Störreiztypen die landwirtschaftliche Aktivitäten meist die größte Wirkung auf die HNI der Kranichfamilien hervorriefen, von besonderer Bedeutung (vgl. 3.4). Dabei ist zu berücksichtigen, dass neben dem eigentlichen Störreiz (Landwirt, Maschinen), die unmittelbare Veränderung der Umwelt (Verlust von Nahrungs- und Deckungsmöglichkeiten) über den Zeitraum der landwirtschaftliche Aktivität hinaus wirkt.

Durch das Mähen von Wiesen wurden die Vögel direkt von den entsprechenden Nahrungsflächen verdrängt. Anders als während der Rast, wo Kraniche landwirtschaftliche Aktivitäten beinahe tolerieren, verließen Kraniche mit ihren flugunfähigen Jungen aufgrund des intensiveren Sicherheitsbedürfnisses bei

Anwesenheit landwirtschaftlicher Maschinen die Flächen umgehend. In diesen Zusammenhang ist die Beobachtung von ALHAINEN (1999) zu stellen, der von zwei Jungkranichen berichtet, die durch eine Mähmaschine getötet wurden. Im Gegensatz dazu erfolgt während der Rast der Nahrungserwerb auch dann noch, wenn sich Traktoren bis auf etwa 30 m nähern (eig. Beob.).

Nach dem Trocknen des Mähgutes wurde das Heu zunächst gewendet, anschließend zu Ballen gepresst und abgefahren. Aufgrund dieser verschiedenen Arbeitsschritte wurden die entsprechenden Wiesenbereiche für mehrere Tage nicht für die Nahrungssuche genutzt. Zusätzlich könnte die Aktivität oberflächenbewohnender Käfer eingeschränkt sein, da nach der Mahd von BONESS (1953) abnehmende Fangergebnisse erzielt wurden. Insektengruppen, die nur durch Blüten in die Wiese gelockt wurden, z. B. Tagfalter, Schwebfliegen und Wanzen verschwanden vollständig (BONESS 1953). Bei OPPERMANN (1987) entwickelten sich Heuschrecken-Abundanzen auf ungemähten Probestellen gleichmäßig, während bei gemähten Flächen die Abundanzkurve plötzlich einbrach. Somit verlieren Kranichfamilien durch das Mähen zumindest vorübergehend bedeutende Flächen für den Nahrungserwerb innerhalb ihres Reviers (vgl. 3.1.1, 3.1.2, 3.1.5, 3.1.9). Der entsprechende Einfluss landwirtschaftlicher Aktivitäten auf die Jungentenwicklung war im Rahmen dieser Studie nicht messbar. Durch die Mahd verlieren Kraniche zudem ihre Deckung. Wachtelkönige wichen nach der Mahd auf deckungsreicheres Gelände aus (WEID 1991). Dagegen bevorzugen viele Limikolen, z. B. Kiebitz *Vanellus vanellus* und Großer Brachvogel *Numenius arquata*, kurzrasige Flächen (GLUTZ VON BLOTZHEIM 1986, JUNKER et al. 2002).

Forstwirtschaft, Jagd, Einzäunungen: In Deutschland brüten fast 70 % der Kraniche am Waldrand oder innerhalb von Wäldern (MEWES 1996). Forstwirtschaftliche oder jagdliche Aktivitäten am Brutplatz, im Zeitraum von März bis Juli, würden den überwiegenden Teil der Population betreffen. In Mecklenburg-Vorpommern sind die Neststandorte mit den angrenzenden Bereichen nach § 36 „Besonderer Artenschutz, Horstschutzzonen“ im LNatG M-V vom 21.07.1998 und dem 1. ÄndG LNatG M-V vom 14.05.2002 gesetzlich geschützt. Hier sind in den Horstschutzzonen I und II verschiedene Verbote/Einschränkungen für forstwirtschaftliche oder jagdliche Aktivitäten definiert. Diese werden nach eigenen Beobachtungen nicht in allen Fällen eingehalten. Der Neu- und Ausbau jagdlicher Einrichtungen sowie forstliche Arbeiten erfolgten z. T. im Früh-/Sommer (3.1.1).

Am 26.09.1997 wurde ein Jungvogel tot innerhalb eines neu eingezäunten Bereichs in Brutplatznähe geborgen (vgl. 3.1.1). Die genaue Todesursache konnte nicht festgestellt werden, da der Verwesungsprozess weit fortgeschritten war. Vermutlich hat es der gerade flügge Jungvogel nicht geschafft, aus der Einzäunung heraus zu fliegen. Eine Umzäunung von Weiden mit Stacheldraht stellt ein Mortalitätsrisiko für Kraniche dar. Bei Fluchtsituationen in Folge von Störreizen können sich die Vögel am Stacheldraht verletzen bzw. vollständig verharken und sterben (vgl. 3.1.9). KRONE (in press) berichtet von vier Kranichen (n=43), die in Deutschland in Zäunen verendeten.

Die illegale Bejagung von Kranichen, wie sie z. T. bei Greifvögeln beobachtet wurde (ANONYMUS 2002), ist vermutlich die Ausnahme (vgl. PRANGE 1989). Trotzdem sind einige Fälle bekannt: Am 30.06.1996 wurden vom Jungvogel „RBkR“ nur abgeschnittene Federn und der ebenfalls abgeschnittene Sender in der Nähe eines Feuchtgebietes aufgefunden (vgl. 3.1.1). Denkbar ist, dass ein Jäger in der Dämmerung auf anderes Wild angesessen hatte und den Kranich versehentlich abschoß. NEUMANN (mdl. Mitt.) berichtet von einem toten Kranich in einer Baumkrone, der vermutlich abgeschossen wurde. Bei einer Gänsejagd am Gülper See, einem gemäß Ramsar-Konvention bedeutenden Feuchtgebiet, soll ein Kranich verletzt worden sein (Anonymus 2003). Im Jahr 2002 fielen zwei von 14 in Schweden besenderten Jungkranichen illegaler Jagd zum Opfer (schriftl. Mitt. M. HAKE).

Infolge jagdlicher Aktivitäten wichen Kraniche auf andere Nahrungsflächen mit evtl. schlechter Nahrungsverfügbarkeit aus (vgl. 3.1.5). Besteht keine Möglichkeit einer Kompensation, kann dies in Jahren mit schlechter Witterung zu Jungenverlusten führen und somit die Fitness beeinflussen. Entsprechende Flächen werden eventuell auch in der Folgezeit gemieden. Der enorme Einfluss der Entenjagd auf die Zahlen rastender Graukraniche an der Laguna de Gallocanta stellte BAUTISTA et al. (1992) dar. Von dramatischen Auswirkungen der Jagd auf Wasservögel im Bereich eines Schlafplatzes des Kanadakranichs berichteten LOVVORN & KIRKPATRICK (1981). Von durchschnittlich 433 Kanadakranichen schliefen nach Eröffnung der Jagdsaison nur 77 Vögel am Schlafplatz in West Ringneck (Indiana, USA).

Einfluss von Prädatoren

Es ist wahrscheinlich, dass komplexe Räuber-Beute-Beziehungen die Raumnutzung von Kranichfamilien beeinflussen. Die Aktivität der Kraniche am Tag (vgl. NOWALD et al. 2002) kann als eine Strategie der zeitlichen Vermeidung nachtaktiver Prädatoren interpretiert werden. Die Wahl des Ruheortes hat einen wesentlichen Einfluss auf die Überlebenschancen (ALCOCK 1996, BELL 1991). Während der Jungenaufzucht wechselten Kranichfamilien innerhalb ihres Reviers von Brutplätzen mit sinkendem Wasserstand zu Feuchtgebieten mit günstigerem Wasserstand (vgl. 3.1.1, 3.1.4). Die Feuchtgebiete, d. h. die Neststandorte, wurden allerdings nur in der Nacht als sicherste Plätze im Revier aufgesucht. Die Aktivität der Kraniche verteilte sich gleichmäßig über den Tag, da vor allem die unerfahreneren Jungvögel ohne wesentliche Unterbrechungen nach Nahrung suchten (vgl. NOWALD 2001). Deutliche Phasen der Ruhe waren nur beim Kranichpaar Granzin (vgl. 3.1.3) ausgeprägt. Die Familie mit dem bereits flugfähigen Jungvogel wählte den Zeitraum zwischen 08:00 und 10:00 Uhr vermutlich aus zwei Gründen. Zum einem nutzten die Vögel die Zeit bis 08:00 Uhr intensiv für den Nahrungserwerb und konnten sich die Ruhe aus energetischen Gründen leisten. Andererseits könnten die Vögel ihre Aktivität mit derjenigen dort jagender Füchse synchronisiert haben. Prädatoren passen ihre Aktivität an die ihrer Beute an (CURIO 1976). Als Hauptbeute von Füchsen haben kleine Nagetiere Aktivitätszyklen von 2,5 bis 3 Stunden während ihres 24 Stunden Aktivitätsmusters.

Durch die Wahl der Ruhephase am Vormittag vermied die Granziner Kranichfamilie möglicherweise ein Zusammentreffen mit diesem Prädator. Eine häufigere Abwesenheit der Füchse am Vormittag könnte zusätzlich durch eine größere Präsenz menschlicher Aktivitäten hervorgerufen werden.

Kraniche, vor allem die Altvögel, müssen viel Zeit für Aufmerken investieren (vgl. NOWALD 2001). Dieser Aufwand ermöglicht ein frühes Erkennen von Beutegreifern und ein entsprechend rechtzeitiges Ausweichen. Ausweichbewegungen aufgrund der Anwesenheit von Prädatoren sollten in der Raumnutzung von Kranichen durch Telemetrie erkennbar sein (vgl. BLOCK & BRENNAN 1993). EBBINGE & SPAANS (2002) zeigten, dass der von Ringelgänsen benutzbare Teil der Arktis durch Prädatoren und Prädation vermeidendes Verhalten der Ringelgänse *Branta b. bernicla* eingeschränkt wurde, wodurch die Populationsgröße limitiert war.

In Mitteleuropa sind neben gelegentlichen Attacks durch Seeadler (LANGGEMACH & HENNE 2001) und Mäusebussarde *Buteo buteo* (mdl. Mitt. W. PFLUGRADT) vermutlich vor allem erfolgreiche Jagdzüge von Füchsen (PRANGE 1989, mdl. Mitt. S. LUNDGREN, schriftl. Mitt. W. PFLUGRADT), Marderhunden *Nyctereutes procyonoides* und des Minks *Mustela vison* zu erwarten. In Kalifornien wurden vier Junge des Großen Kanadakranichs durch Minks erbeutet, davon war einer 75 Tage alt und bereits flugfähig (DESROBERTS 1997). Dachse *Meles meles* und Marder *Martes martes*, *M. foina* sind in der Lage, junge Kraniche zu erbeuten (PRANGE 1989, LUNDGREN 1999).

GOTTSCHLICH (schriftl. Mitt.) berichtete von einem erfolgreichen Angriff eines adulten Seeadlers auf eine Kranichfamilie mit zwei etwa hühnergroßen Jungen in den Abendstunden des 09.05.02 in der Oberlausitzer Heide- und Teichlandschaft. Trotz heftiger Abwehrattacken der Kraniche (Schnabelhiebe, hohe Sprünge mit Fußinsatz, ausgebreitete Schwingen), gelang es dem Seeadler einen Jungvogel zu überwältigen. Bei Annäherung des Beobachters trug der Seeadler den Jungvogel in den Fängen fort.

Da karnivore Säugetiere zu den Prädatoren zählen, sollten in Folgeprojekten zusätzlich zu den Kranichen auch Füchse und Marderhunde im gleichen Gebiet mit Sendern markiert werden, um den Einfluss dieser Räuber auf die Habitatnutzung und das räumliche Vermeiden zu ermitteln. Die Entwicklung von GPS-Sendern, die Raumkoordinaten kontinuierlich speichern (mdl. Mitt. R. LASCHEWSKI-SIEVERS), könnte von großer Bedeutung sein. Ausgehend von den Jagdstrecken ist eine große Abundanz dieser beiden Karnivoren wahrscheinlich. Während die Jagdstrecke des Fuchses in Mecklenburg-Vorpommern seit Mitte der 90er Jahre mit über 35000 Tieren einen hohen Stand erreichte, stieg die Zahl beim Marderhund erst in jüngerer Zeit stark an. 1983 wurde der erste Marderhund erlegt, 1997/98 waren es 909 Exemplare, in der Saison 1999/2000 wurden bereits 3004 Tiere zur Strecke gebracht (MINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT, FORSTEN UND FISCHEREI MECKLENBURG-VORPOMMERN 2000). Marderhunde nutzen während ihrer Jagdzüge auch Feuchtgebiete. Den höchsten Präferenzindex ermittelte DRYGALA (2000) für ein mit Schilf bewachsenes Feuchtbiotop. Junge Kraniche könnten somit auch in der Nacht am Nest zur Beute von Marderhunden werden. Bei der Kontrolle einer Kranichfamilie wurden 2001 die Sender

beider Jungvögel mit Bissspuren nur 20 m vom Nest entfernt innerhalb des Feuchtgebietes geborgen. Die Jungvögel waren nicht auffindbar (eig. Beobachtungen).

5. Management von Kranichrevieren

Für eine erfolgreiche Reproduktion muss das Revier von Graukranichen vor allem einen geeigneten Brutplatz, ausreichend Nahrung und verschiedene Deckungsmöglichkeiten besitzen. Störreize und überlebensbedrohliche Situationen sind weitestgehend zu minimieren. Bei einem erhöhten Mortalitätsrisiko muss die Ursache durch Schutzmaßnahmen verhindert werden (vgl. z. B. Wasserregime, Stacheldraht- oder Elektrozaune, Stromleitungen).

Brutplatz

Wasserregime: Als Bodenbrüter errichten Graukraniche ihr Nest zum Schutz vor Prädatoren in verschiedenen Typen von Feuchtgebieten (PRANGE 1989, MEWES 1996, LUNGGREN 1999). Es wird üblicherweise während der gesamten Aufzucht, d.h. nach dem Schlüpfen der Jungen, als Schlafnest genutzt. Fällt der Wasserstand in einem trockenen Frühsommer zu stark, muss die Familie in ein anderes Feuchtgebiet ausweichen, wodurch sich der Raumbedarf stark vergrößert (vgl. 3.1.1, 3.1.4). Fehlt ein alternatives Feuchtgebiet im Revier, müssen die Kraniche weiterhin den angestammten Brutplatz aufsuchen, obwohl dieser dann weniger Schutz vor Prädatoren bietet (vgl. 3.1.7). Im Rahmen von Brutplatzkontrollen wurden bei ungünstigen Wasserständen zerstörte Gelege bzw. Knochenüberreste von adulten Kranichen gefunden (eig. Beobachtungen). In Deutschland sind für Gelegeverluste vor allem die Prädation durch Fuchs, Wildschwein *Sus scrofa*, Kolkkrabe *Corvus corax*, Aaskrähe *C. corone* und Rohrweihe *Circus aeruginosus* verantwortlich (PRANGE 1989, MEWES 1999). Von 241 (38 %) durch Prädatoren zerstörten Gelegen des Großen Kanadakrauchs erbeuteten Kolkkraben 63, Waschbären *Procyon lotor* 43, Koyoten *Canis latrans* 28 und unbekannte Prädatoren 107 Gelege (LITTLEFIELD 1995).

Bei trocken gefallenem Brutplätzen besetzten Kranichpaare ihr Revier, schritten aber nicht zur Brut (JÄHME 1983, MEWES 1999, eig. Beob.). Das Management eines Kranichbrutplatzes sollte daher einen ausreichenden Wasserstand bis Ende August von mindestens 25 - 50 cm Wassertiefe am Nest (in Abhängigkeit von der Größe des Feuchtgebietes) gewährleisten. Dieser Effekt kann ggf. durch Staumaßnahmen oder das Verschließen vorhandener Entwässerungsgräben erreicht werden.

Nahrungsrevier

Bewirtschaftung und Nahrungsverfügbarkeit: Der Habitat- bzw. Flächentyp ist für die Nutzungsintensität beim Nahrungserwerb ein weniger bedeutendes Kriterium (vgl. Kap. 4). Die Nahrungsverfügbarkeit ist entscheidender. Es zeigte sich, dass für den Nahrungserwerb Monokulturen mit extensiver Bewirtschaftung, z. B. Mais- oder Leinfelder (vgl. 3.1.1, 3.1.7, 3.2), intensiv bewirtschafteten Flächen mit Raps oder Getreide, vorgezogen werden. Extensiv

bewirtschaftete Flächen bieten eine höhere Nahrungsdichte (NOWALD & FLECKSTEIN 2001), die Vegetation entwickelt sich weniger dicht und hoch, so dass die gesamten Flächen und nicht nur Linienstrukturen (Fahrspuren der landwirtschaftlichen Bearbeitungsmaschinen) genutzt werden können. An der Verbreitungsgrenze der Kranichpopulation oder in Gebieten mit einer geringen Dichte an Brutpaaren, könnte innerhalb der Reviere neuangesiedelter Paare eine extensive landwirtschaftliche Nutzung gefördert werden, um eine bessere Nahrungsverfügbarkeit für die Kranichfamilien sicherzustellen.

Das vollständige Abmähen ganzer Wiesenbereiche in nur wenigen Tagen kann negative Folgen für die Jungenaufzucht verursachen. Junge Kraniche sind in den ersten Lebenswochen überwiegend auf eine ausreichende Populationsdichte von Insekten angewiesen, die bei einer kompletten Mahd vorübergehend weniger verfügbar ist (vgl. OPPERMANN 1987, eig. Beobachtungen). Vor allem die Heuschreckenfauna kann einen großen Anteil in der Kranichnahrung haben (NOWALD & FLECKSTEIN 2001). Als Folge können frisch gemähte Wiesen für den Nahrungserwerb nicht genutzt werden (vgl. 3.1.1, 3.1.2, 3.1.8, 3.1.9). Derartige Engpässe scheinen vor allem in Verbindung mit kalter, nasser Witterung, was sich zusätzlich negativ auf die Aktivität von Wirbellosen (vgl. BONESS 1953) und auf das Wachstum von Insektenpopulationen auswirkt, für eine erhöhte Jungensterblichkeit verantwortlich zu sein. In Gebieten mit einer höheren Dichte an Kranichbrutpaaren, z. B. beim NSG "Daschower Moor", sollte der Grünlandgürtel daher im Rahmen des Vertragsnaturschutzes in Etappen gemäht werden (vgl. NOWALD 1997). Ungemähte Randstreifen entlang von Gräben, Hecken oder Wirtschaftswegen können sich positiv auf die Wiederbesiedlung gemähter Flächen durch Insekten auswirken oder als Ausweichmöglichkeiten verbleiben. Der Mähturnus ist mit Sorgfalt und gebietsspezifisch gemeinsam von Landwirten und Naturschutzfachleuten zu erarbeiten.

Flächenabgrenzung: Das Eingrenzen von Weiden mit Stacheldraht und zusätzlich/oder durch Elektrozäune ist in der derzeitigen Praxis meist nicht naturschutzgerecht. In Folge von Störreizen können sich die Vögel bei Fluchtsituationen am Stacheldraht verletzen bzw. vollständig verhaken und verenden (vgl. 3.1.9). Stacheldraht sollte überall durch weniger gefährlichen Runddraht ersetzt werden. In besonderen Fällen, z. B. bei der Freilandhaltung von Rinderbeständen mit Bullen, könnte als Kompromiss der obere Abschluss als Stacheldraht gefertigt sein. Elektrozäune, die mit zu hoher Spannung betrieben werden, können besonders bei Nässe zu einem bei Kranichen tödlichen Stromschlag führen (mdl. Mitt. T. NEUMANN).

Relief- und Vegetationsstrukturen: In der Nähe von Baumreihen bzw. Gehölzinseln, Saumhabitaten, Senken, Söllen und an Uferbereichen von Wassergräben (vgl. 3.1.1, 3.1.4, 3.1.5) erfolgte eine intensive Nahrungssuche der Kraniche. Das Aufsuchen dieser Landschaftselemente kann auf eine höhere Nahrungsdichte in solchen Habitaten oder auf ein erhöhtes Schutzbedürfnis der Vögel hinweisen. Sie sind daher entsprechend zu schützen. Die Pflege von Wassergräben muss behutsam erfolgen. Ein vollständiges Ausräumen ist zu vermeiden und eine

alternierende Bearbeitung der Uferseiten ist anzustreben. Nahrungsressourcen werden dadurch weniger reduziert und die Dauer des Eingriffs (Dauer des Störreizes) halbiert sich.

Bebauung, anthropogene Störreize, Verkehrswege: Das Asphaltieren von Land-, Feld- und Forstwegen im Rahmen von Flurneuordnungsverfahren oder des ländlichen Wegebbaus sollte vermieden werden, weil dies eine höhere Verkehrs- bzw. Störreizfrequenz nach sich zieht. Der starke Einfluss auf die Raumnutzung durch den Verkehr wurde vielfach dargestellt (vgl. 3.1). Stattdessen wäre ein Rückbau des Feld- und Forstwegesystems zu begrüßen. Bei allen Eingriffen in die Landschaft sollte der große Raumbedarf von Kranichfamilien berücksichtigt werden. Der von Landschaftsplanern einzukalkulierende Flächenbedarf sollte nicht unter 150 ha liegen (vgl. 3.1.1, 3.1.2). Landschaftsbereiche mit geeigneten Feuchtgebieten, d.h. mit potenziellen Brutplätzen, sollten möglichst unzerschnitten bleiben.

Stromleitungen: Um die Kollisionsrate von Vögeln mit Stromleitungen zu verringern, wurden zahlreiche Versuche, teilweise mit positiven Ergebnissen, durchgeführt (BAUMGÄRTEL et al. 1997, KOOPS 1997). Generell wurden die Leitungen mit verschiedensten Anbauteilen, z. B. Kugeln, Spiralen oder Bändern, markiert. Durch die auffälligen Anbauteile verringerten sich im Vergleich zu unpräparierten Stromleitungsabschnitten für viele Vogelarten die Zahl der Anflugopfer. JANS & FERRER (1998) ermittelten bei Graukranichen in Spanien keine signifikante Verringerung der Anflugopfer bei Leitungsabschnitten mit und ohne weiße Spiralen. Da die Jungvögel im Brutgebiet, vor allem zum Zeitpunkt der ersten Flugversuche, noch sehr unerfahren sind, ist der Effekt durch das Markieren von Leitungen vermutlich sehr gering. In BROWN & DREWIEN (1995) reduzierten Markierungen an Energieleitungen die Zahl von Anflugopfern signifikant. Dabei beeinflussten die Faktoren Wind, Nachtflüge, Störungen und das Alter der Kanadakrahne die Wirkung der Markierungen. Die für Vögel günstigste Lösung stellt die Verlegung der Kabel im Erdreich dar.

Windkraftanlagen: Die Wirkung von Windkraftanlagen auf Kranichbrutpaare und -familien ist bisher nicht bekannt. Mindestens während der Bauphase ist ein stärkerer Störeinfluss auf die Habitatnutzungsintensität wahrscheinlich. Denkbar ist auch, dass Brutplätze gemieden werden (vgl. VAUK 1990, BRAUNEIS et al. 1999), vor allem wenn die zur Zeit geltenden Richtwerte oder Empfehlungen über Mindestabstände unterschritten werden (vgl. VILBUSCH 1997, BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ 2000). Zusätzlich könnten besonders die flugunerfahrenen Jungvögel Anflugopfer werden. Für zahlreiche Vogelarten ist der Vogelschlag an Windkraftanlagen und Sendemasten dokumentiert (z. B. VAUK 1990, WINKELMANN 1992, LAMMEN & HARTWIG 1994, KUBE 2002). KRUCKENBERG & JAENE (1999) ermittelten einen starken Einfluss auf die Verteilung weidender Bläßgänse aufgrund eines Windparks. In Folgeprojekten wird Kranichschutz Deutschland den Einfluss des Betriebes von Windkraftanlagen auf die Habitatnutzungsintensität von Kranichfamilien

in ihrem Revier untersuchen. In Gebieten mit einer hohen Dichte an Kranichbrutpaaren sollte zur Zeit auf den Bau weiterer Windkraftanlagen verzichtet werden.

Aktivitäten der Forstwirtschaft und der Jagd: Kraniche sind nach dem Bundesnaturschutzgesetz in Verbindung mit der Bundesartenschutzverordnung und nach entsprechenden Ländergesetzen streng geschützt. So sind die Neststandorte mit den angrenzenden Bereichen in Mecklenburg-Vorpommern nach § 36 „Besonderer Artenschutz, Horstschutzzonen“ im LNatG M-V vom 21.07.1998 und dem 1. ÄndG LNatG M-V vom 14.05.2002 gesetzlich gesichert. Hier sind in den Horstschutzzonen I und II verschiedene Verbote/Einschränkungen für forstwirtschaftliche oder jagdliche Aktivitäten definiert. Eine stärkere Kontrolle der in der Richtlinie definierten zeitlichen und räumlichen Einschränkungen durch behördliche und nichtbehördliche Mitarbeiter ist anzustreben. Dies gilt insbesondere für die Kontrolle des Neu- und Ausbaus jagdlicher Einrichtungen. Gleichzeitig sollte nicht nur die Jagdausübung, sondern die generelle Nutzung (mobiler) jagdlicher Einrichtungen im Bereich des Neststandortes untersagt werden. Das Eingrenzen forstlicher Kulturen mit Knotenflechtzäunen zum Schutz vor Wildverbiss, kann die Ansiedlung oder den Reproduktionserfolg von Kranichbrutpaaren verhindern, wenn innerhalb des umzäunten Gebietes ein Feuchtgebiet liegt, welches dadurch von der Umgebung abgeschnitten wird.

Infolge jagdlicher Aktivitäten weichen Kraniche auf andere Nahrungsflächen mit evtl. schlechter Nahrungsverfügbarkeit aus (vgl. 3.1.5). In Jahren mit schlechter Witterung kann dies zu Jungenverlusten führen. Aus diesem Grunde sollte eine eingeschränkte Jagd bei kühler und feuchter Witterung über einen längeren Zeitraum (vor allem in einem NSG mit einer hohen Dichte an Kranichbrutpaaren) während der sensiblen Phase der Jungenaufzucht angestrebt werden. Jagdzeiten für bestimmte Tierarten sind nach der Bundesjagdzeitenverordnung (Zweite Verordnung zur Änderung der Verordnung über die Jagdzeiten vom 25.04.2002) und den verschiedenen Länderverordnungen (z. B. Jagdzeitenverordnung, JagdZVO M-V vom 20.08.1999) geregelt. In Kranichrevieren sollten Prädatoren (z. B. Fuchs), die ganzjährig bejagbar sind oder Schwarz- und Schalenwild (z. B. männliches Rehwild; Jagdzeit ab 1. Mai) nur in der Zeit von August bis Februar bejagt werden.

Zusammenfassung

In den Jahren 1995 bis 2000 wurden im Bereich der Mecklenburgischen Seenplatte und in der Region von Nordvorpommern mit Hilfe der Radiotelemetrie Untersuchungen zur Reviergröße, Raumnutzung und Habitatwahl junggeführter Graukranichfamilien durchgeführt. Da sich Kraniche während der Jungenaufzucht äußerst unauffällig verhalten und Beobachtungen daher sehr selten sind, fehlte bisher das Grundlagenwissen für effiziente Schutz- und Managementkonzepte.

An 20 Familien (14 verschiedene Paare) erfolgten Analysen zur Reviergröße, Raumnutzung und Aktivität (Null-Peak-Peilung im 5-Minuten-Takt), zur Nahrungsverfügbarkeit (u. a. mittels Barberfallen), zur Vegetationshöhe und zum Vegetationswiderstand. Die in den Kranichrevieren vorhandenen Habitattypen wurden kartiert, Störreize und ihre Wirkungen in einem Feldprotokoll dokumentiert.

Der Nahrungserwerb von Kranichfamilien erfolgte in fast allen Habitattypen innerhalb ihrer Reviere (3.2). Sie bevorzugten naturnahe bzw. extensiv genutzte Habitate (z. B. Brutplatz/Schlafplatz, Moor, Wald, Brache, Wiese). Der Unterschied der Nutzungsfrequenzen zu intensiv bewirtschafteten landwirtschaftlichen Nutzflächen (z. B. Gerste, Weizen, Mais, Raps) war signifikant. Die Habitattypen mit der größten Nahrungsverfügbarkeit wurden in den meisten Fällen häufiger frequentiert. Der Einfluss der Vegetationshöhe und des Vegetationswiderstandes war von untergeordneter Bedeutung. Lediglich mit Raps bestellte Felder wurden aufgrund der dichten, miteinander verfilzten und hohen Pflanzen praktisch vollständig gemieden.

Von Ende Juni bis Anfang August nutzten Kranichfamilien Reviere mit einer durchschnittlichen Größe von 69,7 ha (max. = 131,8 ha; Core-Convex-Polygon-Methode). Bei der Erweiterung des Datenpools, z. B. mit den Aufenthaltsorten der Jungen zum Zeitpunkt des Fanges, errechnete sich eine durchschnittliche Reviergröße von 82,6 ha (max. = 135,3 ha). Der Unterschied der Reviergrößen mit und ohne Erweiterung war nicht signifikant. Die Reviergröße in Abhängigkeit von der Familiengröße, d. h. mit einem Jungen oder mit zwei Jungen unterschied sich nicht signifikant. Die Ergebnisse zur Habitatnutzungsintensität deuteten an, dass eine Präferenz für Kernbereiche meist aufgrund einer günstigen Nahrungsverfügbarkeit hervorgerufen wurde (vgl. 3.3.1 - 3.1.12). Die Kraniche waren auch in der Lage, temporär verfügbare Nahrungsquellen, wie z. B. bei der Massenvermehrung bestimmter Insekten, aufzuspüren und intensiv zu nutzen (Suchbild). Trotz wechselnder landwirtschaftlicher Flächenbewirtschaftung in unterschiedlichen Untersuchungsjahren nutzten Kranichpaare überwiegend die gleichen Revierbereiche. Dieses Ergebnis bestärkt die Kenntnisse zur Revier- und Partnertreue (Monogamie, Dauerehe). Die in mehreren Jahren genutzte Fläche betrug bis zu 147,3 ha. Eine Überlappung der Reviere benachbarter Brutpaare trat nur in Ausnahmefällen und marginal auf.

Kranichfamilien legten beim Nahrungserwerb täglich mindestens 3,6 bis 27,6 km zurück (\emptyset Laufstrecke 14,6 km/Tag). Die Aktivitätsphase begann meist kurz vor Sonnenaufgang und endete kurz vor dem Sonnenuntergang. Von gelegentlichen Unterbrechungen abgesehen, waren die Familien während des gesamten Tages mobil. Bis auf zwei Familien, die nach Störreizen den Brutplatz vorübergehend verließen, schliefen die Kraniche stets am Neststandort. Dabei wurden nachts keine Standortveränderungen festgestellt.

Die qualitativ stärksten Störquellen waren landwirtschaftliche Aktivitäten, deren Auswirkungen bei 11 von 18 Kranichrevieren registriert wurden. Das Bewirtschaften von Wiesen und Erntearbeiten auf Feldern war meist von längerer Dauer (ein bis mehrere Tage) und mit großer Wirkung auf die Habitatnutzungsintensität der Kraniche. Straßen und Straßenverkehr verursachten ebenfalls einen Flächenverlust für den Nahrungserwerb, da die Kraniche einen Abstand einhielten, der bei Kreisstraßen größer war (mittlerer Abstand = 308 m), als bei Bundesstraßen (mittlerer Abstand = 141 m). Die abgeschätzte Wirkung durch Straßen war geringer als der Einfluss landwirtschaftlicher Aktivitäten. Erhebliche Auswirkungen zeigte die Ausübung der Jagd (z. B. 3.1.5), während der Flugverkehr nur geringe Reaktionen verursachte.

Jungenverluste waren auf den Straßen- und Bahnverkehr, Energieleitungen, Stacheldrahteinzäunungen, Jagd und Prädation zurückzuführen. Das Mortalitätsrisiko aufgrund einer Mangelernährung spielte eine geringe Rolle.

Bei allen Eingriffen in die Landschaft sollte der große Raumbedarf von Kranichfamilien berücksichtigt werden. Der von Landschaftsplanern einzukalkulierende Flächenbedarf sollte nicht unter 150 ha liegen. Landschaftsbereiche mit geeigneten Feuchtgebieten, d.h. mit potenziellen Brutplätzen, sollten möglichst unzerschnitten (Verkehrswege, Energieleitungen, Flächenabgrenzungen mit Stacheldraht und Elektrozäunen) bleiben.

An der Verbreitungsgrenze oder in Gebieten mit einer geringen Dichte an Brutpaaren, könnte innerhalb der Reviere neuangesiedelter Paare eine extensive landwirtschaftliche Nutzung gefördert werden, um eine bessere Nahrungsverfügbarkeit für die Kranichfamilien sicherzustellen. In Gebieten mit einer höheren Dichte an Kranichbrutpaaren, z. B. beim NSG „Daschower Moor“, sollte der Grünlandgürtel im Rahmen des Vertragsnaturschutzes in Etappen gemäht werden. Die Jagd auf Schwarz-, Schalen- und Raubwild sollte von Anfang März bis Ende Juli nicht nur im Bereich des Brutplatzes, sondern im gesamten Revier ruhen.

Dank

Zum Zustandekommen und zum Gelingen der vorliegenden Arbeit haben viele Menschen und Institutionen beigetragen. Zunächst möchte ich für die Hilfe bei der Freilandarbeit (Tracking, Barberfallen, Vegetationsstrukturen) insbesondere Tanja Fleckstein, Thomas Fichtner, Berit Fiebig, Volker Günther, Anja Kluge, Jutta Kotte, Christoph Kulemeyer, Patrik Leopold, Nicolas Liebig, Esther Ludwig, Patrik Neumann, Daniel Fernández Ortín, Karsten Peter, Moritz Rauch, Thorsten Röder, Simone Röper, Kirsten Schubert, Manfred Sommerfeld, Dr. Ekkehard Spilling, Daniela Tiede, Karina Wahrmann und Christian Weuler danken.

Dr. Rolf Laschewski-Sievers von der Gesellschaft für Telemetriesysteme (GFT) gab wertvolle Hinweise für den Einsatz der Antennenanlagen. Die JENOPTIK GmbH stellte im Rahmen einer unbefristeten Dauerleihgabe das Laserentfernungsmessgerät LEM 300 zur Verfügung. Dr. Juan Carlos Alonso und Prof. Javier Alonso gaben Ihre Erfahrungen zur Besenderung von Kranichen an mich weiter und überließen mir für die Untersuchungen den Ersatzreceiver AVM LA 12, Andreas Pschorn, Thorsten Röder, Simone Röper, Tanja Schulmeyer, Daniela Tiede und Annegret Wachlin bestimmten einen Großteil der Käfer und übertrugen Vegetationsdaten aus dem Feldprotokoll auf den PC, Karsten Peter erstellte das Layout der Abbildungen zur landwirtschaftlichen Flächennutzung, Dr. Bettina Wilkening korrigierte das abstract und gab Hinweise zum Manuskript – herzlichen Dank.

Eine Teilfinanzierung der Ausrüstung erfolgte durch einen Werkvertrag "Erfassen der notwendigen Requisitenausstattung und der kritischen Flächengröße von Kranichbruthabitaten mit Hilfe der Telemetrie im Einzugsgebiet des NSG Langenhägener Seewiesen" im Auftrag des Ministeriums für Landwirtschaft und Naturschutz Mecklenburg-Vorpommern. An dieser Stelle sei Dr. Wolfgang Mewes und Dr. Horst Zimmermann herzlichst gedankt.

Mein besonderer Dank gilt Dr. Heinz Düttmann für die Beratung bei statistischen Fragen sowie Prof. Dr. Hans-Heiner Bergmann und Prof. Dr. Hartwig Prange für hilfreiche Hinweise zum Manuskript.

Foraging strategies of Common Crane families *Grus grus* in their breeding territories: effects of food availability, vegetation structure and disturbances on habitat use

Günter Nowald, Kranich-Informationszentrum, Lindenstr. 27, D-18445 Groß Mohrdorf, gruidae@aol.com

Keywords: Common Crane, *Grus grus*, food availability, vegetation structure, disturbance, habitat use, habitat selection, radio-tracking

Abstract: During rearing the flightless young cranes live hidden from sight. Therefore, observations concerning this sensitive part of the Cranes' year cycle are extremely rare although this knowledge is very important for efficient management projects. By the help of radio-telemetry ("Null Peak System") we investigated the effects of food availability, vegetation structures and disturbances on the habitat use of Common Crane families in Northeast Germany.

In most of the cases crane families fed on meadows. Rape fields were used only close to the border where plants were damaged because of flooding in spring. Frequency of habitat use was found with a positively correlation to the quantity of beetles, but no relation with number of earthworms, vegetation height or vegetation resistance and habitat use was stated. Conspicuously, crane parents and their flightless offspring fed in habitats with a vegetation height lower than 1 m, with the exception of three cases. The plausible threshold value for the resistance of vegetation investigated by a defined "dummy" was by about 8 Newton.

Using radio-tracking we found out, that in 12 out of 18 Common Crane families habitat use was influenced by farming activities. The vicinity of roads also affected habitat use. On average, the minimum distance crane families kept to streets was 239 m.

The future of crane pairs breeding in a landscape increasingly disturbed by farming activities and road traffic is uncertain.

1. Introduction

Birds select their habitats (HILDÉN 1965) according to many proximate and ultimate factors, e.g. the species' functional morphology, intra- and interspecific competition, predators, the distribution of resources and habitat structure (Block & Brennan 1993).

During spring migration (NOWALD 1995) and autumn staging (ALONSO et al. 1994, 1995, NOWALD 1996) Common Cranes prefer habitats with highest food availability or food with highest energy value. During rearing the flightless young cranes are extremely inconspicuous. Observations concerning this sensitive part of the Cranes' year cycle are therefore extremely rare. However, this knowledge is of considerable importance for efficient management projects. During the fledging period crane families are restricted to their territories, which have to provide feeding and hiding places as

well as safe breeding or roosting sites. To increase their fitness during rearing the young, crane families should principally aim at reducing the risk of food shortage and predation (NOWALD 2001, NOWALD et al. in prep.). Juveniles with faster growth rates reach higher body mass and usually have higher survival rates (e.g. OWEN & BLACK 1989), although the offspring of many bird species have lower foraging abilities and a lower food intake rate than the adults (GREIG-SMITH 1985, BURGER 1987, DRAULANS 1987, EGUSHI et al. 1987, GOSS-CUSTARD & DURELL 1987, WUNDERLE 1991, ALONSO & ALONSO 1993). According to the habitat concept in ornithology (e. g. BLOCK & BRENNAN 1993), the foraging strategies of Common Crane parents should include the selection of those parts within their territories with highest food availability. Additionally, they should avoid predators and human disturbances (NOWALD et al. in prep., NOWALD in prep.). To save energy while moving, cranes should prefer vegetation structures with low walking-resistance and low height. Also for predators it is much more difficult to hide or to approach in low vegetation.

Effective species management and conservation require understanding of wildlife habitat requirements. Although habitat can be analyzed at many scales, it is often broadly classed in two levels: extensive or macrohabitat and intensive or microhabitat analysis (e. g. NORTH & REYNOLDS 1996). Using radio-telemetry ("Null Peak System") we investigated if Common Crane parents in Northeast Germany selected territory sites with highest food abundance and lowest vegetation height as well as lowest walking-resistance in order to increase the survival of their young. We also looked for the critical threshold values of the vegetation structures and studied the effect caused by disturbances of roads and by farming.

This study is part of the project "Behaviour and habitat demands (Lebensraumansprüche) of reproducing Common Cranes *Grus grus*: diet, parental care and investment, daily activity, territory size and habitat use."

2. Study areas and Methods

Study areas: Between 1995 and 2000 we marked and tracked cranes in their breeding territories close to the gathering and staging area "Nature Reserve Langenhägener Seewiesen" (53° 35' W, 12° 03' N) and near the stopover site "Rügen-Bock" (54° 26' W, 13° 22' N), northeast Germany. The first study area is characterized by hills, large agricultural fields and meadows, forests including wet alder swamps, lakes and bogs. The wetland "Langenhägener Seewiesen" was re-established in 1989 (NOWALD & MEWES 1996), after several years of meadow drainage. The second area is much more intensively used by farming than the area "Nature Reserve Langenhägener Seewiesen" with a smaller number of wetlands for breeding. Accordingly the density of Common Crane pairs is lower (MEWES 1995). All cranes concerned are using the „Rügen-Bock area“, one of the most important crane staging area on the western flyway in central Europe (NOWALD et al. 2001). Both areas exhibit low human population densities as compared to the mean population density of Germany (district Nordvorpommern, 54

inhabitants/km² for the region „ Rügen-Bock area“, district Parchim, 48 inhabitants/km² for the region “Langenhägener Seewiesen”, federal state of Mecklenburg-Western Pomerania, 76 inhabitants/km² and 230 inhabitants/km² for the whole of Germany; Statistisches Jahrbuch 2002 des Statistischen Landesamtes Mecklenburg-Vorpommern).

Transmitters: To study the territory use of 20 crane families we marked five to eight weeks old young cranes with colour rings and Biotrack TW3 backpack or legmount radiotransmitters (weighing respectively 65 g and 30 g). The battery lifetime of four years (two years in legmount transmitters) allowed to locate the birds also at their gathering sites, during migration at staging areas and on their wintering grounds during subsequent years. We caught the cranes by hand after carefully approaching the families, hidden in the vegetation cover. The birds were released immediately after marking. For details on capture and marking methods, see NOWALD et al. (1996).

Locating the cranes: At least one week after marking we started to locate the radio-tagged cranes applying the “Null Peak System” with two vertical parallel-mounted directional antennas on each “tower”. By combining both antenna signals with lambda-half-way differences, the signal ideally was completely absent (“null”) in tracking direction (SPENCER et al. 1987). In comparison to the ordinary maximum or minimum tracking with bearing-errors between 3° to 10° (KENWARD 1987) the null peak system created a very accurate method by which triangulation could be achieved with a precision of $\pm 0,5^\circ$ (AMLANER 1980). Every five minutes we located the birds simultaneously (radio controlled clocks) from two fixed antenna stations. As a rule we tracked every family during three successive days from sunrise to sunset and hourly during the night. The distances to the cranes were usually between one and two kilometres. For radio-tracking details see NOWALD (1999).

Habitat types and food availability: During the 4th day of every tracking session we registered the habitat types covered by the territory, e.g. rape, barley, maize or wheat fields as well as meadows, wetland or forest in a map. The available food (beetles) was recorded using pitfall traps. In every habitat type five traps filled with "Rennersolution" (40 % ethanol, 30 % water, 20 % glycerine, 10 % vinegar, tenside) at distances of 10 m were positioned in a line. After one week the traps were inspected and the numbers and body lengths of all individuals > 5 mm long were recorded. For each type of habitat we calculated the total number of beetles and the total sum of added body lengths. Using pitfall traps it is impossible to calculate the densities of populations, but rather the density of beetle activity (Käferaktivitätsdichte). This variable allowed comparisons of different catches by pitfall traps used in a same technical manner (ULMANN 1991). We investigated the frequencies of earthworms (Lumbricidae) by selecting by hand (Handauslese), because it is more effective than the more time consuming method of extraction with formol (MÜHLENBERG 1993). Along a line across the habitat we scattered in 10 m steps a square aluminium frame of 0,25 x 0,25 m². Using a spade we dug out a soil sample of 0,25 x 0,25 x 0,20 m³ and put it on a plastic pad. The substrate

was divided accurately and the earthworms we found were classified approximately (< 10 cm and > 10 cm body length) and counted. Subsequently the sample locality was transferred in the original condition together with the released earthworms. In every habitat type we usually took 20 soil samples (NOWALD & FLECKSTEIN 2001).

Vegetation structure: In each habitat of the crane territory we measured the vegetation height every five metres along a line. The sample sizes amounted to a minimum of 20 data in homogeneous habitats (e. g. wheat fields) up to 45 data in nonhomogeneous habitats (e. g. fallows). References describing methods to measure the vegetation resistance on an animal's body were not found (e. g. MÜHLENBERG 1993, BIBBY et al. 1995). Therefore the following method was designed: The resistance of the vegetation exerted against the crane's body while moving was measured by the help of a "dummy". A plastic ball weighing 150 grams with a circumference of 0,7 meter was fixed to a 3 meters long rope. I pulled the ball in slow walking speed of approximate 3-4 km/h while measuring the resistance by a balance. I did at least 25 measurements along a line in steps of five metres. For both parameters, height and resistance, the median and mean values were calculated for each habitat.

Tracking data and habitat use: The tracking data was analysed using "Tracker 1.1", a special software produced by Radio Location Systems, Sweden. Using "Trackmap" (Radio Location Systems, Sweden) we assigned coordinates in an image of a scanned map or an aerial photo which was imported to Tracker. In the simulation mode the movements of the crane families were followed. To investigate the habitat use of the crane families in their territories, we assigned every crane location in five minutes intervals to the corresponding habitat type. For an example see Fig. 1, tab. 1. This kind of data (n=18 crane families) was used to analyse the relation between food availability (height of vegetation, resistance of vegetation respectively) and habitat use as a dependent variable. For statistic calculations the nonparametric Spearman-Rank-Correlation-test and the linear regression were used.

Tab. 1: Habitat use of crane family "Kuhlrade 2000", food availability, vegetation height and –resistance (tracking data: n=396, NOWALD in prep.).

habitat type (1-4) = pitfall trap locations	fores t (1)	barley (2)	maize (3)	meadow (4)	meadow
habitat use	77	245	30	18	26
habitat use [%]	19,4	61,8	7,6	4,6	6,6
total sum of beetles' added body length [mm]	2495	7246	5086	3123	-
total number of beetles	219	433	305	222	-
vegetation height; mean [cm]	27,9	56,9	144,2	24,2	-
vegetation height; median [cm]	28	55	185	22	-
vegetation resistance; mean [N]	1,1	3,3	0,6	1,3	-
vegetation resistance; median [N]	1,5	2,9	0,5	1,4	-

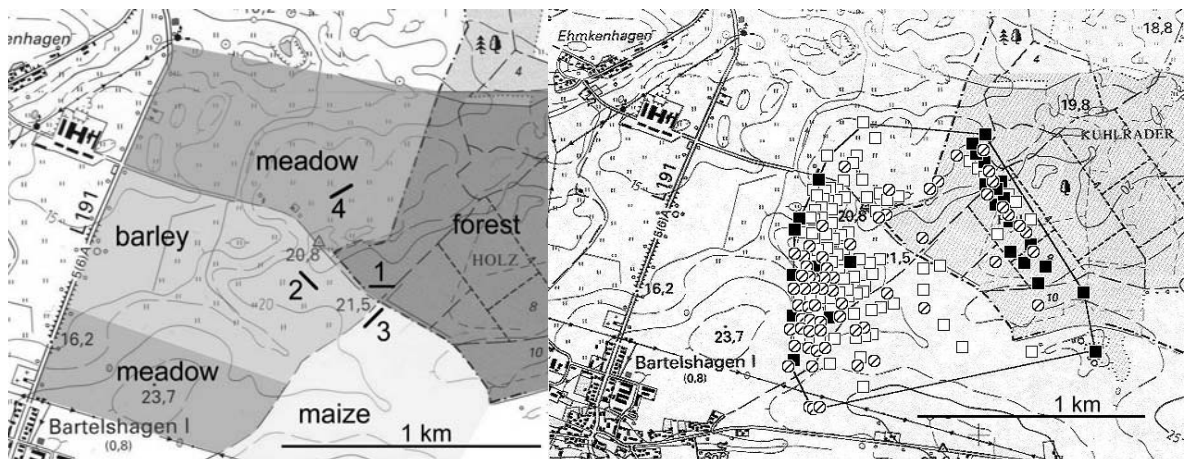


Fig. 1: Habitat use of crane family “Kuhlrade 2000” (left: 1-4 = lines of pitfall traps, right: tracking data of 10.07.00 black square n=49, 11.07.00 white square n=171, circle with slash n=176, according to NOWALD in prep.).

Effects of road disturbance: Distances to roads of crane families while feeding were calculated using the distance-mode of Tracker. To determine the safety-distance of crane families to roads, we used the five nearest positions of every family to the road. We calculated median and mean distances to both country roads and national highways. For such comparisons the Wilcoxon-Mann-Whitney-U-test was used.

3. Results

3.1 Habitat use and food availability

Before analysing the relation between food availability and habitat use we interpreted 7833 tracking data of 18 Common Crane families (mean sample size n = 435 data of each family). Altogether the birds fed on 16 different habitat types, 111 habitats in total for all families (fig. 2). In most cases crane families fed on meadows whereas rape fields were used only marginally if the plants were damaged because of flooding in spring.

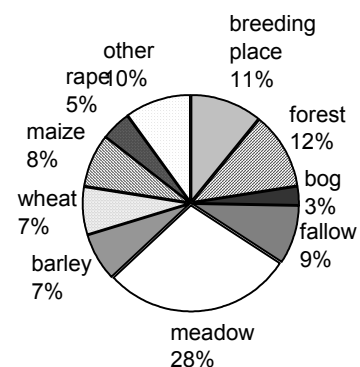


Fig. 2: Habitats used for feeding by crane families in their territories.

There was a significantly positive relationship between food availability (measured as the density of beetle activity) and frequency of habitat use (fig. 3; total sum of added body length/ habitat use: $n=60$; $r_s=0,41$; $t=3,45$; $df=58$; $p=0,0011$ - total number of beetles/habitat use: $n=60$; $r_s=0,37$; $t=2,99$; $df=58$; $p=0,004$). After deleting cases with strong influences of human disturbances on cranes' habitat use, e. g. harvesting of meadows or fields, the spread of the data showed the following correlation (fig. 4; total sum of added body length/ habitat use: $n=44$; $r_s=0,64$; $t=5,47$; $df=42$; $p<0,0001$ - total number of beetles/habitat use: $n=44$; $r_s=0,56$; $t=4,39$; $df=42$; $p<0,0001$).

Fig. 3: Relation between food availability (measured as sum of body lengths) and habitat use.

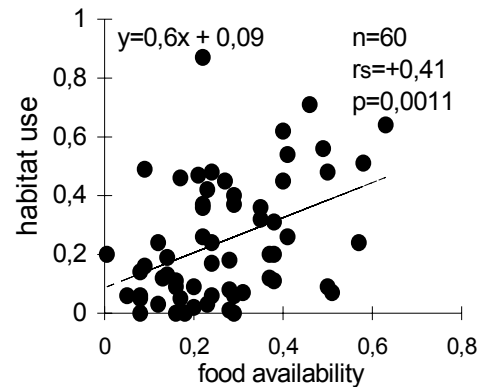
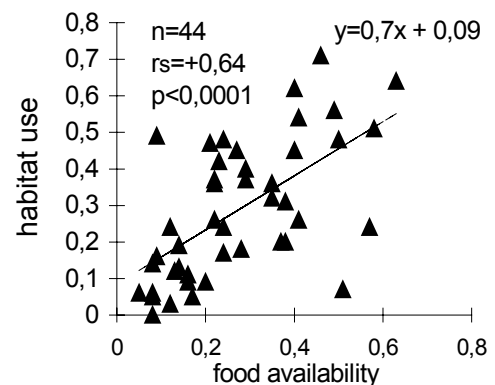


Fig. 4: Relation between food availability (measured as sum of body lengths) and habitat use (after deleting cases with strong influences of human disturbances on cranes' habitat use).



In total we found 687 earthworms < 10 cm body lengths and 170 earthworms > 10 cm in 190 ground samples of 25x25x25 cm³ size in 25 different habitats of 6 crane territories. However, we did not find a correlation between numbers of earthworms and habitat use by the cranes (mean number of earthworms < 10 cm/habitat use: $n=28$; $r_s=-0,112$; $t=-0,574$; $df=26$; $p=0,57$ - mean number of earthworms > 10 cm/habitat use: $n=28$; $r_s=0,099$; $t=-0,511$; $df=26$; $p=0,61$).

3.2 Vegetation structures

I did not find higher frequencies of habitat use correlated with lower vegetation height (Spearman-Rank-Correlation-test, mean vegetation height: $n=52$; $r_s=-0,16$; $t=-1,13$; $df=50$; $p=0,264$ – median data: $n=52$; $r_s=-0,21$; $t=-1,51$; $df=50$; $p=0,137$). Clearly crane parents and their flightless offspring fed on habitats with a vegetation height lower than

1 m, with the exception of three cases (fig. 5). The vegetation height of about 1 m can be regarded as an upper threshold value for habitat use.

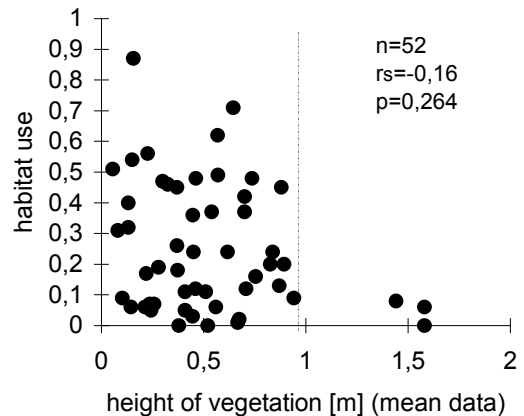


Fig. 5: Relation between vegetation height and habitat use (dotted line represents plausible threshold value).

The data showed no correlation of habitat use with lower vegetation resistance (mean vegetation resistance: n=41; rs=-0,021; t=-0,128; df=39; p=0,899 – median data: n=41; rs=-0,16; t=-1,017; df=39; p=0,315). But there was a plausible threshold value for the resistance of vegetation analysed by a defined “dummy” around 8 Newton (fig. 6).

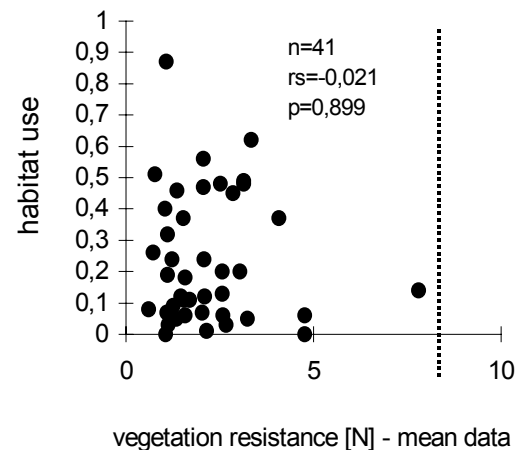


Fig. 6: Relation between vegetation resistance and habitat use (dotted line represents plausible threshold value).

3.3 Disturbances by farming activity

During radio-tracking, in 67 % of cases (12 of 18 Common Crane families) the habitat use was influenced by farming (fig. 7). In 56 % cranes avoided foraging habitats for a minimum of one day due to agricultural activities like harvesting meadows or barley fields, in 11 % they left the area during the time when the farmers surveyed their livestock or fields. Only for 33 % of the crane families no disturbance by farming was noticed.

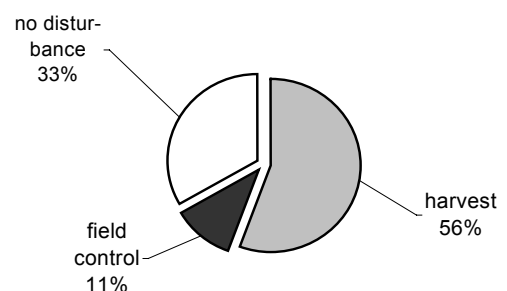


Fig. 7: Disturbances caused by agriculture in 18 Common Crane families.

3.4 Disturbances by roads

The vicinity of roads also affected habitat use. On average, the minimum distance crane families kept to streets was around 250 m (calculated mean value 239 m to all road categories, 141 m to national highways and 308 m to country roads, fig. 8). There was a significant difference between the average safety distances to national highways and country roads (Wilcoxon-Mann-Whitney-U-test, $U_{35,50}=333$; $z=-4,76$; $p<0,0001$). Personal observations during tracking showed, that traffic frequency on national highways was much higher and constant than on country roads.

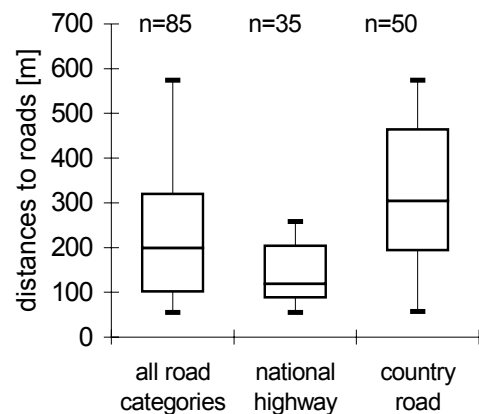


Fig. 8: Safety-distances to roads kept by crane families while foraging.

One pair was influenced by a country road passing through their territory. The family with the flightless young regularly passed the road in the morning and in the evening to reach territory sites with highest food availability. During foraging, a minimum distance of 210 m was kept from the road. Therefore, an area of 20 ha of the territory (total territory size: 103 ha) was excluded from food search, whereas two sectors of the territory on each side of that road were intensively used.

4. Discussion

Actual habitat use is influenced by a number of factors, including the quantity, quality, distribution, and juxtaposition of resources (WIENS 1986). Food resources represent a fundamental factor in habitat selection (e.g. LACK 1954, in HILDÉN 1965, NEWTON 1980, FORD & PATON 1985, ALONSO et al. 1991). According to the optimal foraging theory, birds should select habitats with best quantities and qualities of food resources (KREBS & DAVIES 1981). Numerous field studies confirm this model or show distinct special habitat preferences in relation to food quality and quantity (e. g. FOX et al. 1998) also in cranes during resting at stopover sites (KRAPU et al. 1995, NOWALD 1995, 1996, 1999) and wintering grounds (ALONSO et al. 1995). To maximise net rate of energy intake or efficiency according to the "ideal free distribution" theory, it is necessary that mobility is unlimited (FRETWELL & LUCAS 1970). This concept is restricted to the individual's difference in competitive ability (PARKER & SUTHERLAND 1986). However, during the

fledging period the birds' mobility is reduced particularly if the young are nidifugous birds. If young are nidicolous, parents profit to fly and are more independent to reach habitats of high food availability. Therefore, White Storks *Ciconia ciconia* select habitats with highest densities and largest average size of prey during the breeding season (ALONSO et al. 1991). The mobility of the flightless young cranes is reduced. Nevertheless, this study shows that crane families selected foraging habitats inside their territories with highest food availability. To know these places (exploratory behaviour) and to reach them expect high mobility. On the basis of the morphological requirement of the young cranes with their long legs this mobility is possible. Therefore movements came about until 27,6 km/day (NOWALD et al. in prep.). A maximum food availability enables inexperienced juveniles to reach faster growth rates and thus lower mortality (see OWEN & BLACK 1989). In this context it is important that more beetles were caught in extensively managed agricultural fields than in intensively managed ones (NOWALD & FLECKSTEIN 2001). Crane families preferred the extensively managed fields with more food in comparison to habitats with lower food abundance. To measure food availability we used pitfall traps which captured predominant beetles, a prey which plays an important role in the cranes' food before fledging (SCHULMEYER 1997, NOWALD & FLECKSTEIN 2001). This study shows that the density of earthworms did not influence the habitat use of crane families. Earthworms are part of cranes' diet (PRANGE 1989, MOLL 1994, NOWALD 2001), but it seems that they are not a factor. Only in 3 stomachs of 12 Sandhill Cranes *Grus canadensis* remains of earthworms were found (DAVIS & VOHS 1993), although this food was of high density in comparison to other macroinvertebrates. Authors assume, that the cost and benefit relation to detect the hidden earthworms is adverse. LAKEBERG (1995) reports that even adult White Storks do have difficulties with the consumption of earthworms and it takes more time than e. g. feeding on mice.

Vegetative Structure is frequently assumed to be the primary proximate factor determining where and how species use resources (BLOCK & BRENNAN 1993). Although crane parents select foraging habitats with highest food availability juvenile cranes had to be fed for nearly 70 % of the day's length (NOWALD 2001) to attain sufficient growth. A consequence of food lack can be the death of the offspring (NOWALD in prep.). For that reason Common Crane parents should also search for habitats with less vegetation resistance in order to make the young not to spend too much energy while moving. The results of this study show that the vegetation resistance as well as the vegetation height have no significant influence on cranes' habitat use as long as no threshold value was exceeded. A similar result was found by SCHÄFFER (1999): Corncrakes *Crex crex* also did not use habitats, if a special threshold value of vegetation density was passed. MOLL (1972) described a situation, where a crane nest was surrounded by dense vegetation of *Cladium mariscus*. He expected that the young cranes died because they were not able to cross this vegetation belt.

In June and July crane families did not select rape fields, but they used all other types of foraging habitats, also barley and wheat fields. However in the federal state of

Mecklenburg-Western Pomerania the area farmed with rape expanded about 8,4 % to 188.207 ha between 1995 to 1999 (corresponding to 19,1 % of 984.049 ha surface for farming in total; Statistisches Jahrbuch 2002 des Statistischen Landesamtes Mecklenburg-Vorpommern). A further increase of farming with rape because of subsidy politics by the European Union could have negative impacts on the reproduction success of cranes. Cranes are not able to use this habitat type for feeding because of the high vegetation resistance in June/July.

Furthermore, higher vegetation affects cranes' overview to detect predators. Therefore parents had to react with more vigilance effort especially while rearing the flightless young. Without reduction of the lifetime reproduction success (e. g. CLUTTON-BROCK 1988, NEWTON 1989) it is probably hardly possible to invest much more effort in vigilance since crane parents had to be alert in average around 40 % during the day (NOWALD 2001). Common Cranes reach 1,2 m body size (MEWES et al. 1999). Therefore they would not like to select habitats with a vegetation height > 1 m. The young of Curlews *Numenius arquata* preferred meadows with vegetation not more than 15 cm high for feeding (TÜLLINGHOFF & BERGMANN 1993). They probably also avoid high and dense vegetation because of too much moving resistance and risk of predation.

In agricultural landscapes of Central Europe, habitat selection is strongly influenced by human-induced disturbance factors, like farming or road traffic. Disturbances caused by agriculture showed a strong effect on cranes' habitat use. In families including flightless young, cranes avoided habitats with agricultural activities like harvesting meadows, probably because of elevated security necessity. ALHAINEN (1999) reported, that two juvenile cranes were killed by a harvesting machine. In contrast, cranes approached tractors as close as 30 m when offsprings were fully-fledged, e. g. at the stopover area "Rügen-Bock" (pers. obs.). Harvesting of meadows also reduces the food availability of insects (e. g. BONESS 1953, OPPERMANN 1987), the most important diet during rearing the young (NOWALD & FLECKSTEIN 2001).

Many studies show that road traffic has negative impacts on breeding bird populations because of injury and death of birds caused by collisions. Close to the road (<200m) the dispersal of the males of Willow Warbler is much higher than for the birds farther away. There is also some evidence that most of the near-to-the-road males are yearlings. The differences indicate that the habitat adjacent to the road is less favourable for the Willow Warbler and can be considered as marginal (REIJNEN & FOPPEN 1991). However LIKER & SZÉKELY'S (1997) results suggest that the influence of nest-predators (mammals and birds) are more significant on hatching success than trampling by sheep or disturbance by roads. Hatching success was not significantly different between nests close to unmade roads (14%) and distant nests (17%). Foraging birds, like geese (KRUCKENBERG et al. 1998) or cranes (NOWALD 1994, FRANCO et al. 2000), maintain at their stopover or wintering areas certain safety-distances from roads. In the late autumn staging period at the Rügen-Bock area cranes feed closer to roads (pers. observation). Probably the birds are forced to feed closer to

roads after food is exhausted in the centres of agriculture fields. The effects of potential traffic disturbances (origin, stimulus) on birds is difficult to evaluate (see STOCK et al. 1994). The responses to traffic vary between increasing vigilance rate to immediate avoidance by flight. Before fledging it is obvious that places close to roads were avoided. In contrast, 9 Curlews did not avoid roads which revealed to be fatal in some cases for their offspring (TÜLLINGHOFF & BERGMANN 1993). Crane families followed another strategy for maximising survival. They gave up parts of their territories and did not approach closer than on average around 250 m to roads, although the food on the uniform agricultural fields was probably homogeneous in distribution. Therefore, cranes have used all parts of the habitat with the same probability. If food is patchily distributed, a species may be restricted to only a portion of its potential habitat (BLOCK & BRENNAN 1993). Crane parents do lose area for foraging because of the presence of streets (NOWALD 1999). Roads, also presenting with low traffic density, are a potential source of disturbances and the crane families tended to avoid them by using a long safety-distance.

The effects of railways and trains on the habitat use of crane families is unknown. In the course of the tracking-project, we found two juveniles dead close to railways in 1998 (NOWALD in prep.).

Conclusions for crane management and protection: By disturbances caused by roads the available feeding area in a critical phase of the cranes' life cycle is reduced. In extreme cases crane families might be prevented from using their most profitable foraging sites. Before the fledging phase crane families are restricted to their territories, which have also to provide cover places and safe roosting sites. In contrast to conventionally, intensively managed fields, more extensively managed fields (less inorganic fertilizer and less pesticide applications) offered a better food availability (e.g. NOWALD & FLECKSTEIN 2001) and therefore, it should be supported by agricultural authorities or by a special subsidy politic of the European Union. A further increase of farming with rape should be allowed respectively supported only outside potential crane breeding areas.

The future of crane pairs breeding in a landscape with increasing disturbances caused by farming activities and road traffic is uncertain. Therefore, future landscape planning should avoid new traffic structures at least in areas of a high crane density.

Zusammenfassung

Nahrungssuchstrategien von Kranichfamilien *Grus grus* in ihren Brutrevieren: Einfluss von Nahrungsverfügbarkeit, Vegetationsstruktur und Störreizen auf die Habitatnutzung.

Grundlagen für effiziente Schutz- und Managementkonzepte waren kaum verfügbar, da sich Graukraniche während der Jungenaufzucht äußerst unauffällig verhalten und Beobachtungen folglich selten sind. Mit Hilfe der Radiotelemetrie ("Null-Peak-System") wurde der Einfluss von Nahrungsverfügbarkeit, Vegetationsstruktur und Störreizen auf die Habitatnutzung von Kranichfamilien im Nordosten Deutschlands untersucht.

Der Nahrungserwerb erfolgte überwiegend auf Wiesen. Felder mit Raps wurden nur in den Bereichen genutzt, wo die Pflanzen wenig entwickelt waren und der Vegetationswiderstand nicht zu groß war. Die Habitatnutzungsintensität korrelierte positiv mit der Anzahl Käfer ($n=44$; $r_s=0,56$; $p<0,0001$), nicht aber mit der Anzahl Regenwürmer (Regenwürmer < 10 cm: $n=28$; $r_s=-0,112$; $p=0,57$ - Regenwürmer > 10 cm: $n=28$; $r_s=0,099$; $p=0,61$), weiterhin tendenziell negativ mit der Vegetationshöhe ($n=52$; $r_s=-0,16$; $p=0,264$) und dem Vegetationswiderstand ($n=41$; $r_s=-0,021$; $p=0,899$). Mit Ausnahme von drei Fällen wurden Habitats mit Vegetationshöhen über einem Meter gänzlich gemieden, und Habitats mit einem Vegetationswiderstand über 8 Newton wurden nicht aufgesucht (Grenzwertermittlung mit einem definierten Probekörper).

Landwirtschaftliche Aktivitäten beeinflussten die Habitatnutzung von 12 Kranichfamilien ($n = 18$). Zu Straßen hielten Graukranichfamilien einen Mindestabstand von 239 m ein (arith. Mittel; $n = 85$). Der Mindestabstand zu Bundesstraßen (141 m; $n = 35$) war im Vergleich zu Land- und Kreisstraßen (308 m; $n = 50$) signifikant verschieden ($U_{35,50}=333$; $z=-4,76$; $p<0,0001$).

Eine weitere infrastrukturelle Erschließung der Landschaft und eine weitere Einschränkung des Fruchtartenbaus in einer intensiv betriebenen Landwirtschaft können den Reproduktionserfolg von Graukranichfamilien verringern.

Acknowledgements: I would like to thank Tanja Fleckstein, Thomas Fichtner, Berit Fiebig, Volker Günther, Anja Kluge, Jutta Kotte, Christoph Kulemeyer, Patrik Leopold, Nicolas Liebig, Esther Ludwig, Patrik Neumann, Daniel Fernández Ortín, Karsten Peter, Moritz Rauch, Thorsten Röder, Simone Röper, Kirsten Schubert, Manfred Sommerfeld, Dr. Ekkehard Spilling, Daniela Tiede, Karina Wahrmann und Christian Weuler for their field assistance, Dr. Heinz Düttman and Dr. Markus Nipkow for their comments concerning statistical questions, Dr. Tina Wilkening for corrections of earlier versions of the English manuscript as well as Prof. Dr. Hans-Heiner Bergmann and Prof. Dr. Hartwig Prange for their useful comments, which helped to improve the manuscript. I would like to thank Mr. L.C. Bell (RSPB) for corrections of the English manuscript.

This is a project of “Crane Protection Germany” (Kranichschutz Deutschland), a working group of the German Society for Nature Conservation (NABU), the World Wide Found for Nature (WWF) and Lufthansa.

Zusammenfassung und Ausblick

Im Rahmen eines internationalen Projektes von „Kranichschutz Deutschland“ (NABU, WWF, Lufthansa Umweltförderung) wurden in den Jahren 1995 bis 2000 im Bereich der Mecklenburgischen Seenplatte und in einer Region von Nordvorpommern mit Hilfe der Radiotelemetrie Untersuchungen zu Verhalten und Lebensraumsansprüchen reproduzierender Graukraniche durchgeführt.

Die aktuelle Habitatnutzung und das aktuelle Verhalten von Tieren ist von einer Vielzahl ultimer wie proximaler Faktoren abhängig, u. a. von den Ressourcen in Quantität und Qualität sowie ihrer Verteilung (vgl. PARTRIDGE 1974, BEZZEL & PRINZINGER 1990, BLOCK & BRENNEN 1993). Das komplexe Einwirken verschiedener Einflussgrößen auf das Verhalten von Vögeln und auf die Reviergröße stellten HILDÉN 1965 und BLOCK & BRENNEN 1993 in ihren Arbeiten zum „Habitat Konzept“ dar. Dabei bestimmen zahlreiche Faktoren, z. B. Nahrungsangebot, Nahrungsverfügbarkeit oder Vegetationsdichte, die Habitatnutzung von Vögeln.

Der Stellenwert bzw. die Wirkung der einzelnen Größen innerhalb des Systems ist aber wenig bekannt. Daher erfolgt im Rahmen dieses Projektes eine differenzierte Analyse des Einflusses der in Abbildung 1 dargestellten Parameter. Die zentrale Hypothese lautet: Eine hohe Nahrungsdichte bzw. eine gute Nahrungsverfügbarkeit, eine nicht zu hohe Vegetation und ein geringer Vegetationswiderstand sollten zur Bevorzugung bestimmter Revierbereiche führen und somit die Reviergröße beeinflussen.

Im Fokus standen dabei außerdem die Wirkungen anthropogener Einflüsse auf die Habitatnutzung der Kranichfamilien in ihren Revieren. Junge Graukraniche haben einen weniger guten Jagderfolg bzw. eine geringere Rate bei der Nahrungsaufnahme als Altvögel. Dieses Defizit sollte durch die elterliche Investition bei der Jungenaufzucht kompensiert werden.

Untersuchungen zu Zeitbudget und Aufwand der Altvögel in Beziehung zum Reproduktionserfolg fehlten bisher. Da sich Graukraniche während der Jungenaufzucht äußerst unauffällig verhalten und Beobachtungen daher sehr selten sind, waren Grundlagen für effiziente Schutz- und Managementkonzepte kaum verfügbar.

Methoden: Erstmals werden die Habitatnutzung und die Reviergröße von Kranichfamilien in ihren Brutrevieren mit Hilfe der Radiotelemetrie ermittelt. Das angewendete Verfahren der Null-Peak-Peilung ist trotz des großen Vorteils der Peilgenauigkeit von $\pm 0,5^\circ$ (AMLNER 1980), wegen der Mobilitätseinbußen aufgrund der zwei fest montierten Antennen (MÄCK 1998, KENWARD 2001), in der Ornithologie bisher kaum angewendet worden. An 20 Familien (14 verschiedene Paare) erfolgten Analysen zur Reviergröße, Raumnutzung und Aktivität, zur Nahrungsverfügbarkeit (u. a. mittels Barberfallen) und zur Vegetationshöhe (Kap. 2, 3, 4, 5). Zur Abschätzung des

Vegetationswiderstandes auf einen laufenden Kranich wurde ein Probekörper im langsamen Schrittempo (ca. 4 km/h) durch die Vegetation gezogen (Kap. 4, 5). Die Widerstandskraft wurde direkt an einer „Pesola“-Federwaage abgelesen. Das Verfahren wurde neu entwickelt und ist in der Literatur bisher nicht beschrieben. Die Verhaltensaufnahme erfolgte nach der "instantaneous and scan sampling" Methode (ALTMANN 1974) im Minutentakt (Kap. 1). Die in den Kranichrevieren vorhandenen Habitattypen wurden kartiert, Störreize und ihre Wirkungen in einem Feldprotokoll dokumentiert. Im Jahr 1996 wurden zur Ermittlung der Kranichnahrung ergänzend die in fünf Revieren gesammelten Kotproben (n=88) analysiert (Kap. 3).

Ergebnisse: Das Modell (Abb. 1) veranschaulicht die Intensität, mit der einzelne Einflussgrößen auf die Habitatnutzung und das sonstige Verhalten von Kranichfamilien wirken. Letztlich bestimmen sie den Reproduktionserfolg eines Brutpaares, dessen Revier aus dem Brutplatz und dem angrenzenden Nahrungsrevier besteht (MEWES 1995).

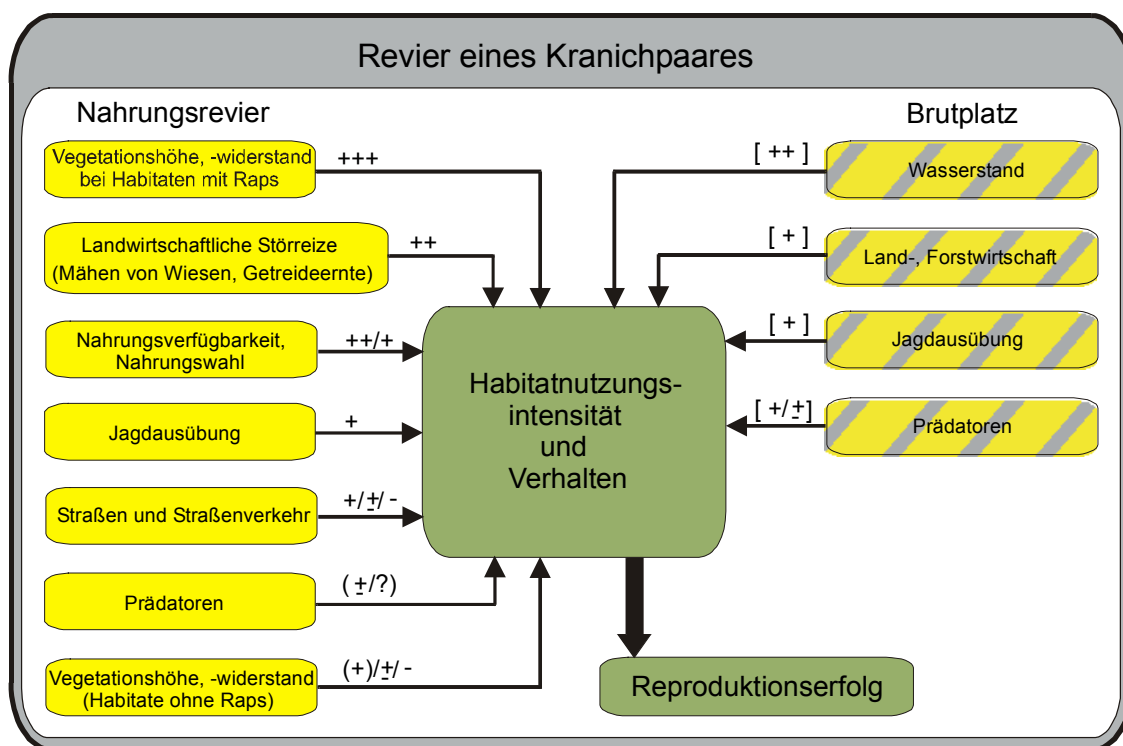


Abbildung 1: Modell zur Intensität einzelner Einflussgrößen auf die Habitatnutzung und auf das sonstige Verhalten während der Jungenaufzucht von Juni bis August (+/+/+/+ bedeutet auffällige bis sehr starke Wirkung, ± mittlere Wirkung, - geringe Wirkung, () bezieht sich auf wenige Fälle, ? nicht bekannt, [] nach MEWES 1999 und eig. unveröff. Beob.).

Innerhalb eines Nahrungsreviers beeinflussten der Feldanbau mit Raps, landwirtschaftliche Störreize, z. B. das Mähen von Wiesen, die Nahrungsverfügbarkeit und die Jagdausübung die Habitatnutzungsintensität am stärksten (Abb. 1). Im Juni/Juli wurden Rapsfelder vollständig gemäht. Eine erfolgreiche Aufzucht ist unwahrscheinlich, wenn der Brutplatz vollständig von Rapsfeldern umgeben ist, da die

Vögel die dichten, miteinander verfilzten und hohen Rapspflanzen nicht durchdringen können (Kapitel 4, 5). Landwirtschaftliche Störreize wurden in 67% (n = 18 Kranichfamilien) der Kranichreviere festgestellt. Davon waren 86% starke, z. T. mehrere Tage lang anhaltende Störreize, hervorgerufen durch das Mähen von Wiesen oder durch die Getreideernte (Kapitel 4, 5). Ein in Kapitel 2 durchgeführter Vergleich der täglichen Aktivitätsdauer der Kraniche zeigte, dass Familien in Revieren mit landwirtschaftlichen Störreizen signifikant länger mobil waren (Wilcoxon-Mann-Whitney U-Test, $U_{10,8}=0$; $z=-3.56$; $p=0.0004$; 16 h 35 min in Revieren mit landwirtschaftlichen Störreizen, 15 h 20 min in Revieren ohne landwirtschaftliche Störreize; arithmetisches Mittel).

Der Nahrungserwerb der Kranichfamilien erfolgte in fast allen Habitattypen innerhalb ihrer Reviere (Kapitel 3, 4). Dabei zeigten sie deutliche Präferenzen für naturnahe bzw. extensiv genutzte Habitats (z. B. Brutplatz/Schlafplatz, Moor, Wald, Brache, Wiese). Der Unterschied der Nutzungsfrequenzen zu intensiv bewirtschafteten landwirtschaftlichen Nutzflächen (z. B. Gerste, Weizen, Mais, Raps) war signifikant (Mann-Whitney-Wilcoxon U-Test; $U_{51,32} = 597,5$; $z = -2,045$; $p = 0,041$).

Die Ergebnisse zur Raumnutzungsintensität deuten an, dass eine Bevorzugung für Kernbereiche meist aufgrund einer günstigen Nahrungsverfügbarkeit hervorgerufen wurde (vgl. Kapitel 4, 3.2.2). Die unterschiedlichen Reviergrößen der einzelnen Kranichfamilien sind somit auch auf die unterschiedlich weiten Entfernungen der präferierten Kernbereiche zu den Schlafplätzen zurückzuführen.

Die Habitatnutzungsintensität der Kranichfamilien korrelierte signifikant mit der Verfügbarkeit der Nahrung in den unterschiedlichen Habitattypen (z. B. Summe Käferlängen je Habitattyp / korrespondierende Habitatnutzung: $n=60$; $r_s=0,41$; $t=3,45$; $df=58$; $p=0,0011$ - Anzahl Käfer je Habitattyp / korrespondierende Habitatnutzung: $n=60$; $r_s=0,37$; $t=2,99$; $df=58$; $p=0,004$, Kapitel 5). Dabei ist zu berücksichtigen, dass neben Käfern (Coleoptera) auch Raupen (Lepidoptera, z. B. *Phytomera gamma*) und Heuschrecken (Saltatoria) einen bedeutenden Anteil an der Kranichnahrung ausmachen können (n = 88 Kotproben, Kapitel 3). Käferreste u. a. von *Pterostichus spec.*, *Calathus spec.*, *Poecilus spec.*, *Carabus granulatus*, *Harpalus aeneus*, *H. rufipes* und *Silpha tristis* fanden sich in 62 Proben (70 %). Als Maximum wurden in je einer Kotprobe Reste von 34 Raupen, 7 Heuschrecken bzw. 18 Käfern gefunden. Spinnen (Araneida), Wanzen (Pentatomidae), Zweiflügler (Diptera) und nicht näher identifizierte Insekten wurden nur in geringen Mengen gefressen. Regenwurmreste (Lumbricidae) konnten im Kot nicht eindeutig identifiziert werden. Sie werden aber wahrscheinlich im Juni/Juli zufällig erbeutet (vgl. DAVIS & VOHS 1993 a, b). Es war jedenfalls keine Korrelation zwischen der Habitatnutzungsintensität und der Anzahl vorhandener Regenwürmer festzustellen (Anzahl Regenwürmer < 10 cm Länge/ Habitatnutzung: $n=28$; $r_s=-0,112$; $t=-0,574$; $df=26$; $p=0,57$ - Anzahl Regenwürmer > 10 cm Länge/ Habitatnutzung: $n=28$; $r_s=0,099$; $t=-0,511$; $df=26$; $p=0,61$; Kapitel 5).

Den größten Anteil an der Pflanzennahrung hatten Weizenkörner (*Triticum spec.*, 62 - 198 Körner je Kotprobe mit zählbarem Weizenanteil), daneben wurden andere Pflanzensamen bzw. -früchte (z. B. Brombeeren *Rubus spec.*) sowie grüne Pflanzenteile und kleine Steine aufgenommen.

Die Volumenanteile tierischer und pflanzlicher Rückstände im Kot der Kranichfamilien waren signifikant (Kruskal-Wallis-ANOVA: $F = 33,6$; $df = 4$; $p < 0,001$) verschieden und zeigten einen im Vergleich zu den Wintermonaten (VAZ & MELO 1999) erhöhten Anteil tierischer Nahrung. In den einzelnen Revieren gab es signifikante Unterschiede sowohl in der Fanghäufigkeit von Käfern in den Barberfallen (Kruskal-Wallis-ANOVA: $F = 5,5$; $df = 5$; $p = 0,003$) als auch in den Volumenanteilen der Käferreste im Kot (Kruskal-Wallis-ANOVA: $F = 9,47$; $df = 4$; $p < 0,001$).

Die Nahrungszusammensetzung der einzelnen Kranichfamilien war unterschiedlich und ist vermutlich in erster Linie auf die Verfügbarkeit potenzieller Nahrung zurückzuführen. Die Kranichfamilien hatten sich in einigen Fällen auf temporär vorhandene ergiebige Nahrungsquellen spezialisiert („searching image“) und diese intensiv genutzt.

Die Analyse der Raumnutzung einzelner Kranichfamilien in Kapitel 4 zeigte einen starken Einfluss der Jagdausübung, z. B. auf Schwarz- und Schalenwild, auf die Habitatnutzungsintensität (Abb. 1). Die Anwesenheit von Jägern genügte, dass die Kraniche Habitate mieden. Der Gebrauch der Jagdwaffe – auch in großer Entfernung – rief Fluchtreaktionen hervor.

Straßen und Straßenverkehr beeinflussten die Habitatnutzungsintensität (HNI). Die Wirkung war bei den einzelnen Kranichfamilien unterschiedlich (Abb. 1). Generell ergab sich ein Flächenverlust für den Nahrungserwerb, da die Kraniche einen Mindestabstand einhielten, der bei Kreisstraßen größer war (mittlerer Mindestabstand = 308 m) als bei Bundesstraßen (mittlerer Mindestabstand = 141 m; ($U_{35,50}=333$; $z=-4,76$; $p<0,0001$; Kapitel 4, 5).

Der Einfluss der Vegetationshöhe und des Vegetationswiderstandes auf die HNI war in den meisten Fällen von untergeordneter Bedeutung (Abb. 1). Für beide Einflussgrößen ergab sich keine Korrelation hinsichtlich der HNI (Vegetationshöhe: $n=52$; $r_s=-0,16$; $t=-1,13$; $df=50$; $p=0,264$ – Vegetationswiderstand: $n=41$; $r_s=-0,021$; $t=-0,128$; $df=39$; $p=0,899$; Kapitel 5). Habitate wurden erst gemieden, wenn entsprechende Schwellenwerte überschritten wurden (Vegetationshöhen $> 1m$, Vegetationswiderstand auf einen definierten „Dummy“ $> 8 N$).

Bei Abwesenheit anthropogener Störreize wird die Habitatnutzungsintensität, zumindest bei Kranichfamilien mit Jungen, von der Nahrungsverfügbarkeit bestimmt. Vegetationswiderstand und -höhe beeinflussen die Nutzungsintensität nicht signifikant, solange keine Grenzwerte überschritten werden. Entsprechende Ergebnisse sollten

sich auch bei ähnlichen Untersuchungen an anderen Arten, vor allem bei Generalisten, einstellen.

Von Ende Juni bis Anfang August nutzten Kranichfamilien Reviere mit einer durchschnittlichen Größe von 69,7 ha (max. = 131,8 ha; Core-Convex-Polygon-Methode). Bei der Erweiterung des Datenpools, z. B. mit den Aufenthaltsorten der Jungen zum Zeitpunkt des Fanges, errechnete sich eine durchschnittliche Reviergröße von 82,6 ha (max. = 135,3 ha). Der Unterschied der Reviergrößen mit und ohne Erweiterung war aber nicht signifikant. Die Reviergröße in Abhängigkeit von der Familiengröße, d. h. mit einem Jungen oder mit zwei Jungen unterschied sich ebenfalls nicht signifikant. Trotz wechselnder landwirtschaftlicher Flächenbewirtschaftung in unterschiedlichen Untersuchungsjahren nutzten Kranichpaare überwiegend die gleichen Revierbereiche. Dieses Ergebnis bestärkt die Beobachtungen und Annahmen (MOLL in GLUTZ VON BLOTZHEIM et al. 1994, NOWALD 2001, PRANGE 1989) zu Revier- und Partnertreue (Monogamie, Dauerehe). Die in mehreren Jahren genutzte Fläche betrug bis zu 147,3 ha. Eine Überlappung der Reviere benachbarter Brutpaare trat in Ausnahmefällen marginal auf.

Kranichfamilien legten beim Nahrungserwerb täglich 3,6 bis 27,6 km zurück (Laufstrecke 14,6 km/Tag; arithmetisches Mittel). Die Aktivitätsphase begann meist kurz vor Sonnenaufgang und endete kurz vor Sonnenuntergang (Aktivitätsdauer = 15 h 42 min; 12 min vor Sonnenaufgang bis 51 min vor Sonnenuntergang; arithmetische Mittelwerte). Von gelegentlichen Unterbrechungen abgesehen waren die Familien während des gesamten Tages mobil (Kapitel 2, 4). Bis auf zwei Familien, die nach Störreizen den Brutplatz vorübergehend verließen, schliefen die Kraniche am Neststandort. Dabei wurden nachts keine Standortveränderungen festgestellt.

Jungenverluste waren auf den Straßen- und Bahnverkehr, Energieleitungen, Stacheldrahtenzäunungen, Jagd und Prädation zurückzuführen. Das Mortalitätsrisiko aufgrund einer Mangelernährung spielte eine geringe Rolle (Kapitel 4).

Kranicheltern sicherten mit 39,6 % fast viermal so häufig wie Altvögel ohne Junge (Übersommerer). Bei Paaren mit zwei Nachkommen waren diese Aufwendungen höher als bei Paaren mit nur einem Jungvogel. Das Weibchen profitierte vom verstärkten Sichern des Männchens (Männchen: 43,9 %, Weibchen 35,3 %; jeweils arithmetisches Mittel) und konnte so vermutlich schneller seine Investition in die Gelegeproduktion ausgleichen. Die Revierverteidigung bzw. Feindabwehr übernahmen meist die Männchen. Die Beteiligung des Männchens förderte den Aufzuchterfolg, der auf zwei Junge begrenzt ist (Kapitel 1).

Die Jungen profitierten von den Leistungen ihrer Eltern. Sie konnten mit geringem Sicherungsaufwand (11,9 %) Nahrung suchen (67,7 %, Eltern 42,8 %) und so ihre geringere Aufnahme rate kompensieren.

77,9 % der Jungkraniche überlebten vom Zeitpunkt des Markierens im Juni bis zum Abzug ins Überwinterungsgebiet im Oktober/November (84 % der Einzeljungen und 75% bei Familien mit zwei Nachkommen).

Junge Kraniche müssen einen wesentlichen Teil des Tages Nahrung aufnehmen, um den Energiebedarf für ein schnelles Wachstum sicherzustellen. Bei einer negativen Energiebilanz aufgrund zu vieler Störreize könnten die Erfolge bei der Jungenaufzucht sinken.

Bei allen Eingriffen in die Landschaft sollte der große Raumbedarf von Kranichfamilien berücksichtigt werden (Kapitel 4). Der von Landschaftsplanern einzukalkulierende Flächenbedarf sollte nicht unter 150 ha liegen. Landschaftsbereiche mit geeigneten Feuchtgebieten, d.h. mit potenziellen Brutplätzen, sollten möglichst unzerschnitten (Verkehrswege, Energieleitungen, Flächenbegrenzungen mit Stacheldraht und Elektrozäunen, ...) bleiben. Bereits vorhandene Leitungen können mit verschiedensten Anbauteilen, z. B. Kugeln, Spiralen oder Bändern, markiert werden. Die für Vögel günstigste Lösung stellt die Verlegung der Kabel im Erdreich dar.

An der Verbreitungsgrenze oder in Gebieten mit einer geringen Dichte an Brutpaaren könnte innerhalb der Reviere neuangesiedelter Paare eine extensive landwirtschaftliche Nutzung gefördert werden, um eine bessere Nahrungsverfügbarkeit für die Kranichfamilien sicherzustellen. In Gebieten mit einer höheren Dichte an Kranichbrutpaaren, z. B. beim NSG „Daschower Moor“, sollte der Grünlandgürtel im Rahmen des Vertragsnaturschutzes in Etappen gemäht werden. Ungemähte Randstreifen entlang von Gräben, Hecken oder Wirtschaftswegen können sich positiv auf die Wiederbesiedlung gemähter Flächen durch Insekten auswirken oder als Ausweichmöglichkeiten verbleiben. Der Mähturnus ist mit Sorgfalt und gebietsspezifisch gemeinsam von Landwirten und Naturschutzfachleuten zu erarbeiten. Die Jagd auf Schwarz-, Schalen- und Raubwild sollte von Anfang März bis Ende Juli nicht nur im Bereich des Brutplatzes, sondern im ganzen Revier ruhen.

Ausblick

Die Habitatnutzungsintensität von Graukranichen wird während der Jungenaufzucht (diese Arbeit), der Rast (z. B. NOWALD 1996, ULBRICHT 1999) und Überwinterung (z. B. ALONSO et al. 1987) stark von der Nahrungsverfügbarkeit beeinflusst. Die herausragende Bedeutung dieses Faktors für die Habitatnutzung ist auch bei anderen Vogelarten nachgewiesen (vgl. KREBS 1981).

Kraniche und Nahrungsverfügbarkeit: In zukünftigen Projekten soll die Habitatnutzung von Kranichfamilien experimentell beeinflusst werden. In einem ersten Versuch im Jahr 2001 diente ausgestreuter Körnermais als zusätzliches Nahrungsangebot. Eine

gezielte Lenkung von Kranichfamilien in bestimmte Revierbereiche könnte als kurzzeitige Managementmaßnahme bei einem Eingriff in der Landschaft, z. B. bei Straßenarbeiten, dienen.

Der Nahrungserwerb stellt aber nur eine Aktivität im Verhaltensrepertoire der Tiere dar und der Gewinn oder der Verlust von Energie ist nicht die einzige Konsequenz des Verhaltens. So haben Vögel bei großer Gefahr durch Prädatoren eine niedrigere Futteraufnahme rate und scheinen einen weniger ergiebigen Ort für den Nahrungserwerb einem nahrungsreichen, aber riskanten Ort vorzuziehen (BARNARD 1980).

Kraniche und Prädation: In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, ob und wie Prädatoren den Ort des Nahrungserwerbs von großen und wehrhaften Vögeln, z. B. Graukranichen, beeinflussen. Welche Strategie bei der Habitatnutzung verfolgen Kraniche? Weichen Kranichfamilien Füchsen *Vulpes vulpes* am Tage aus oder verjagen sie diese? Ändert sich ihr Verhalten in Abhängigkeit vom Alter oder der Zahl der Nachkommen? Wie verhalten sich Kraniche in Anwesenheit neu eingewanderter Arten (Neozoen), z. B. gegenüber Marderhunden *Nyctereutes procyonoides*?

Ein Anschlussprojekt soll die Hauptursachen für Gelegeverluste bei Graukranichpaaren analysieren. Dafür werden seit 2001 Thermologger in Kranichnestern platziert, um die für einen Gelegeraub relevanten Tageszeiten zu ermitteln. Dadurch wird zunächst die hauptverantwortliche Prädatorengruppe (tag- oder nachtaktiv) bestimmt. Zusätzlich ist der Einsatz von Infrarot-Videokameras mit Bewegungsmeldern am Nest zur Bestätigung der tatsächlichen Eierdiebe geplant. Derzeit wird an der Lösung verschiedener technischer Probleme gearbeitet, z. B. Stromversorgung der Videokamera in Nestnähe oder die Datenspeicherung. Die Ergebnisse sind für den Kranichschutz und als Grundlage für Diskussionen zur „Bejagung von Raubwild“ von Bedeutung. Dieses Thema wird teilweise noch immer sehr unsachlich und emotional diskutiert (vgl. auch Bejagung von Rabenvögeln, z. B. EPPLE 1996).

In Folgeprojekten sollen zusätzlich zu den Kranichen auch Füchse und Marderhunde im gleichen Gebiet mit GPS-Sendern markiert werden, um den Einfluss dieser Räuber auf die Habitatnutzung der Kranichfamilien zu ermitteln. Kleine GPS-Sender, die Raumkoordinaten kontinuierlich speichern und anschließend senden, sind derzeit in der Entwicklung.

Dispersion: Sie ist bei einer großen Zahl von Vogelarten untersucht worden, und über ihre Erscheinungsformen sowie ihre mögliche biologische Bedeutung liegen zahlreiche Arbeiten in der Literatur vor (BAUER 1987, BERTHOLD 2000). Im Gegensatz zu Säugetieren streuen bei Vögeln ganz allgemein die Weibchen stärker als die Männchen, die sich näher zum Geburtsort ansiedeln (Regel 1). Bei Arten mit sehr hoher Brutortstreue ist die Geburtsortstreue der Jungvögel sehr gering (Regel 2). Während Regel 1 vermutlich auch auf Graukraniche zutrifft, liegen für Regel 2 Beobachtungen vor, dass sich Jungkraniche in unmittelbarer Nähe zu ihrem Geburtsort

ansiedeln (NOWALD 2001), obwohl Kraniche als ausgesprochen brutortstreu gelten (PRANGE 1989). Welche Faktoren könnten dieses Verhalten erklären und welche strategischen Vorteile bei der Reproduktion sind dafür verantwortlich?

Dispersionsverhalten, Verwandtschaft: Seit 2001 werden im Juni besenderte, immature und adulte Kraniche mit Hilfe eines Cessna-Motorflugzeuges in Niedersachsen und Mecklenburg-Vorpommern gesucht (eig. unveröff. Daten). Aus der Luft sind Peilungen in einer Entfernung von bis zu 50 km möglich. Die Standortbestimmung erfolgt per GPS.

Mit Hilfe von Blutproben, die während der kurzzeitigen Gefangenschaft der Vögel zu Beringung und Besenderung entnommen werden, soll das Geschlecht des Vogels und der Verwandtschaftsgrad (DNA-Analysen) ermittelt werden, um ein eventuell unterschiedliches, geschlechtsspezifisches Dispersionsverhalten darstellen zu können. Sind es die Männchen, die ein Revier in Geburtsortnähe besetzen und die Weibchen, die sich in größerer Entfernung niederlassen? Inzucht würde so vermieden. Ist ein verwandtschaftliches Verhältnis dafür verantwortlich, dass eine „gewisse“ Toleranz bei einer Revierüberschneidung vorhanden ist (vgl. Kap. 4)? Welchen Einfluss übt die innerartliche Konkurrenz aus?

Literatur

- AECKERLEIN, W. (1986): Die Ernährung des Vogels. Grundlagen und Praxis. Stuttgart.
- ALHAINEN, J. (1999): What kind is the habitat of a breeding crane? In: PRANGE, H., G. NOWALD & W. MEWES (eds.): Proceedings 3rd European Crane Workshop. Halle-Wittenberg: 26-29.
- ALCOCK, J. (1996): Das Verhalten der Tiere aus evolutionsbiologischer Sicht. Stuttgart, Jena, New York.
- ALONSO, J. C. & J. A. ALONSO (1992): Daily activity and intake rate patterns of wintering Common Cranes *Grus grus*. *Ardea* 80: 343-351.
- ALONSO, J. A. & J. C. ALONSO (1993): Age-related differences in time budgets and parental care in wintering Common Cranes. *The Auk* 110: 77-88.
- ALONSO, J. A. & J. C. ALONSO (1999): Colour marking of Common Cranes in Europe: first results from the European data base. *Vogelwelt* 120: 295-300.
- ALONSO, J. A., J. C. ALONSO & J. P. VEIGA (1984): Winter feeding ecology of the Crane in cereal farmland at Gallocanta, Spain. *Wildfowl* 35: 119-131.
- ALONSO, J. C., VEIGA, J. P. & J. A. ALONSO (1984): Familienauflösung und Abzug aus dem Winterquartier beim Kranich *Grus grus*. *J. Ornithol.* 125: 69-74.
- ALONSO, J. A., J. C. ALONSO & J. P. VEIGA (1985): The influence of moonlight on the timing of roosting flights in Common Cranes *Grus grus*. *Ornis Scandinavica* 16: 314-318.
- ALONSO, J. A., VEIGA, J. P. & J. C. ALONSO (1986): Time budgeting and social structure of Common Cranes *Grus grus* wintering in Iberia. *Ricerche di Biologia della Selvaggina* (10), Bologna: 1-14.
- ALONSO, J. C., J. A. ALONSO & J. P. VEIGA (1987): Flocking in wintering Common Cranes *Grus grus*: influence of population size, food abundance and habitat patchiness. *Ornis Scandinavica* 18: 53-60.
- ALONSO, J. C., J. A. ALONSO & L. M. CARRASCAL (1991): Habitat selection by foraging White Storks, *Ciconia ciconia*, during the breeding season. *Can. J. Zool.* 69: 1957-1962.
- ALONSO, J. C., J. A. ALONSO & L. M. BAUTISTA (1994): Carrying capacity of staging areas and facultative migration extension in common cranes. *J. Appl. Ecol.* 31: 212-222.
- ALONSO, J. C., J. A. ALONSO, L. M. BAUTISTA & R. MUÑOZ-PULIDO (1995): Patch use in cranes: a field test of optimal foraging predictions. *Anim. Behav.* 49: 1367-1379.
- ALONSO, J. A., J. C., ALONSO, G. NOWALD & J. H. MARTINEZ (in press): Migration and wintering patterns of a Central European population of Common Cranes. In: SALVI, A. [ed.]: Proceedings 4th European Crane Workshop, Verdun.
- ALTMANN, J. (1974): Observational study of behavior: sampling methods. *Behavior* 49: 227-267.
- AMBROSE, H. W. (1972): Effect of habitat familiarity and toe-clipping on rate of owl predation on *Microtus pennsylvanicus*. *J. Mammal.* 53: 909-912.
- AMLANER, C. J. (1980): The Design of Antennas for Use in Radio Telemetry. In: AMLANER, C. J. & D. W. MCDONALD (eds.): A handbook on biotelemetry and radio tracking. Oxford: 251-261.
- ANONYMUS (2002): „Nachricht über einen mit Schrot beschossenen Wanderfalken.“ *Naturschutz heute*, Heft 3: 19
- ANONYMUS (2003): Gänseclinch. *Natur und Landschaft* 78: 39.

- ANDERKA, F.W. & P. ANGEHRN (1992): Transmitter attachment methods. In: PRIEDE, I.G. & S.M. SWIFT [eds.]: Wildlife Telemetry remote monitoring and tracking of animals. New York, London, Toronto, Tokyo: 135-146.
- ARCHIBALD, G. W. (1975): The evolutionary and taxonomic relationship of cranes as revealed by their unison call. Ph. D. Thesis Cornell Univ., Ithaca, N. Y.
- ARNOLD, N. (1979): Pareys Reptilien- und Amphibienführer Europas: ein Bestimmungsbuch für Biologen und Naturfreunde. Hamburg, Berlin.
- BARBER, H. S. (1931): Traps for cave inhabiting insects. J. Elisha Mitchell Sci. Soc. 46: 259-266.
- BARNARD, C. J. (1980): Flock feeding and time budgets in the house sparrow *Passer domesticus* L. Anim. Behav. 29: 543-550.
- BAUER, H.-G. (1987): Geburtsortstreue und Streuungsverhalten junger Singvögel. Vogelwarte 34: 15-32.
- BAUMGÄRTEL, K., C. JÜRDENS & J. T. SCHMIDT (1997): Vogelschutzmaßnahmen an Hochspannungsfreileitungen – Markierungstechnik: In: RICHARZ, K. & M. HORMANN (Hrsg.): Vögel und Freileitungen.-Vogel u. Umwelt 9: 221-237.
- BAUTISTA, L. M., J. C. ALONSO & J. A. ALONSO (1992): A 20-year study of wintering Common Crane fluctuations using time series analysis. J. Wildl. Manage 56: 563-572.
- BEGON, M. E., J. L. HARPER & C. R. TOWNSEND (1998): Ökologie. Heidelberg, Berlin.
- BELANGER, L. & J. BÉDARD (1990): Flock composition and foraging behavior of Greater Snow Geese (*Chen caerulescens atlantica*). Can. J. Zool. 70: 2410-2415.
- BELL, W. J. (1991): Searching Behaviour. The behavioural ecology of finding resources. London, New York, Tokyo, Melbourne, Madras.
- BELLMANN, H. (1985): Heuschrecken beobachten, bestimmen. Melsungen, Berlin, Basel, Wien.
- BENGTSON, S.-A. (1976): Effect of bird predation on lumbricid populations. OIKOS 27: 9-12.
- BENNETT, A. J. (1989): Movements and home range of Florida sandhill cranes. J. Wildl. Manage. 53: 830-836.
- BERGMANN, A. (1954): Die Großschmetterlinge Deutschlands. Bd. 4/1 Eulen. Jena.
- BERGMANN, H.-H. (1987): Die Biologie des Vogels. Wiesbaden.
- BERGMANN, H.-H., M. STOCK & B. TEN THOREN (1994): Ringelgänse. Arktische Gäste an unseren Küsten. Wiesbaden.
- BERTHOLD, P. (2000): Vogelzug – Eine aktuelle Übersicht. Darmstadt.
- BEZZEL, E. & R. PRINZINGER (1990): Ornithologie. Stuttgart.
- BIBBY, C. J., N. D. BURGESS & D. A. HILL (1995): Methoden der Feldornithologie: Bestandserfassung in der Praxis. Radebeul.
- BLOCK, W.M. & L.A. BRENNAN (1993): The Habitat Concept in Ornithology. Theory and Applications. In: JOHNSTON, R.F. [ed.]: Current ornithology. New York (Vol. 11): 35-91.
- BONESS, M. (1953): Die Fauna der Wiesen unter besonderer Berücksichtigung der Mahd. Ein Beitrag zur Agrarökologie. Z. Morph. Ökol. Tiere 42: 225-277.
- BORTZ, J., G. A. LIENERT & K. BOEHNKE (1990): Verteilungsfreie Methoden in der Biostatistik. Berlin, Heidelberg, New York.
- BOSCHERT, M. (1990): Brutbiologie und Nahrungsökologie des Großen Brachvogels (*Numenius arquata* LINNE, 1758) in einem Brutgebiet am südlichen Oberrhein. Diplomarbeit Univ. Tübingen (unveröff.).
- BRADBURY, K. (1977): Identification of earthworms in mammalian scats. J. Zool. Lond. 183: 553-555.

- BRAUNEIS, W., W. HUTMACHER & H. OSSIG (1999): Der Einfluss von Windkraftanlagen auf die Avifauna am Beispiel der "Solzer Höhe" bei Bebra-Solz im Landkreis Hersfeld-Rotenburg. *Jahrbuch Naturschutz in Hessen* 4: 127-133.
- BRIED, J. & P. JOUVENTIN (1999): Influence of breeding success on fidelity in long-lived birds: an experimental study. *J. Avian Biol.* 30: 392-398.
- BROHMER, P. (1988): *Fauna von Deutschland: ein Bestimmungsbuch unserer heimischen Tierwelt*. Heidelberg, Wiesbaden.
- BROWN, W. M. & R. C. DREWIEN (1995): Evaluation of two power line markers to reduce crane and waterfowl collision mortality. *Wildlife Society Bulletin* 23: 217-227.
- BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (2000): *Empfehlungen des Bundesamtes für Naturschutz zu naturschutzverträglichen Windkraftanlagen*. Bonn, Bad Godesberg.
- BURGER, J. (1987): Foraging efficiency in gulls: A comparison of age differences in efficiency and age of maturity. In: HAND, J. L., W. E. SOUTHERN & K. VERMEER (eds.): *Ecology and behaviour of gulls*. *Stud. Avian Biol.* 10: 83-90.
- BYLIN, K. (1987): The Common Crane in Sweden – distribution, numerical status, habitats, breeding success and need of protection. In: ARCHIBALD, G.W. & R.F. PASQUIER [eds.]: *Proc. 3rd Int. Crane Workshop*. Int. Crane Foundation, Baraboo, Wisconsin: 215-223.
- CALVER, M. C., & R. D. WOOLLER (1982): A technique for assessing the taxa, length, dry weight and energy content of the arthropod prey of birds. *Australian Wildlife Research* 9: 293-301.
- CARTER, D. J. & B. HARGREAVES (1987): *Raupen und Schmetterlinge Europas und ihre Futterpflanzen*. Hamburg, Berlin.
- CASTRO, G., N. STOYAN & J.P. MYERS (1989): Assimilation efficiency in birds: a function of taxon or food type? *Comp. Biochem. Physiol.* 92: 271-278.
- CHARNOV, E. L. (1976): Optimal foraging, the Marginal Value Theorem. *Theoretical Popul. Biol.* 9: 129-136.
- CHINERY, M. (1987): *Pareys Buch der Insekten: ein Feldführer der europäischen Insekten*. Hamburg, Berlin.
- CLUTTON-BROCK, T. H. (1988): Reproductive Success. In: CLUTTON-BROCK, T. H. (ed.): *Reproductive Success*. Chicago, London: 472-485.
- CLUTTON-BROCK, T. H. (1991): *The Evolution of Parental Care*. Princeton, New Jersey.
- CRAMP, S., & K. E. L. SIMMONS (1980): *Handbook of the Birds of Europe the Middle East and North Africa*. Vol. 2. Oxford, London, New York.
- CURIO, E. (1976): *The Ethology of Predation*. Berlin, Heidelberg, New York.
- DATHE, H. (1962): Zur Ernährungsbiologie des Kranichs (*Grus grus*). *Falke* 9: 8-11.
- DAVIS, C. A., & P. A. VOHS (1993 a): Availability of Earthworms and Scarab Beetles to Sandhill Cranes in native grasslands along the Plate River. *Prairie Naturalist* 25: 199-212.
- DAVIS, C. A., & P. A. VOHS (1993 b): Role of macroinvertebrates in spring diet and habitat use of Sandhill Cranes. *Transactions of the Nebraska Academy of Sciences* 10: 81-86.
- DAVIES, N. B. (1976): Food, flocking and territorial behavior of the Pied Wagtail (*Motacilla alba yarellii*) in winter. *J. Anim. Ecol.* 45: 235-254.
- DESROBERTS, K. J. (1997): Survival and habitat use of Greater Sandhill Crane colts on Modoc National Wildlife Refuge, California. In: URBANEK, R. P. & D. W. STAHLCKER (eds.): *Proceedings of the Seventh North American Crane Workshop*. *Proc. North Am. Crane Workshop* 7, Baraboo: 18-23.

- DIAZ, M., E. GONZALEZ, R. MUÑOZ-PULIDO & M. A. NAVESO (1996): Habitat selection patterns of Common Cranes *Grus grus* wintering in Holm Oak *Quercus ilex* dehesas of Central Spain: effects of human management. *Biological Conservation* 75: 119-123.
- DIEL, B., K. GEIGENMÜLLER & J. TRAUTNER (1988): Laufkäfer. Hamburg.
- DITTAMI, J. P. (1981): Seasonal changes in the behaviour and plasma titers of various hormones in bar-headed geese, *Anser indicus*. *Z. Tierpsychol* 55: 289-324.
- DIXON, K. R. & J. A. CHAPMAN (1980): Harmonic mean measure of animal activity areas. *Ecology* 61: 1040-1044.
- DRAULANS, D. (1987): The effect of prey density on foraging behaviour and success of adult and first-year Grey Herons (*Ardea cinerea*) in winter. *J. Anim. Ecol.* 54: 771-780.
- DRYGALA, F. (2000): Untersuchungen zur Nahrungsökologie und zum Raum-Zeit-System des Marderhundes (*Nyctereutes procyonoides* Gray 1834) in Ostdeutschland (Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern. Diplomarbeit Univ. Berlin.
- EBBINGE, B. S. & B. SPAANS (2002): How do Brent Geese (*Branta b. bernicla*) cope with evil? Complex relationships between predators and prey. *J. Ornithol.* 143: 33-42.
- EGUSHI, K., NAGATA, H., TAKEISHI, M., Y. HENMI & M. TAKATSUKA (1987): Foraging and time budget of the Hooded Cranes in a wintering area at Yashiro, Japan. In: LEWIS, J. C. (ed.): Proc. 1987 Int. Crane Workshop. Grand Island, Nebraska: 305-310.
- EPPLE, W. (1996): Rabenvögel – Göttervögel – Galgenvögel; ein Plädoyer im "Rabenvogelstreit". Karlsruhe.
- EXO, K.-M. (1992): Methoden zur Aufnahme von Raum-Zeit-Budgets bei Vögeln, dargestellt am Beispiel des Austernfischers (*Haematopus ostralegus*). *Die Vogelwarte* 36: 311-325.
- FAANES, C. A. & D. H. JOHNSON (1988): Cranes and power lines: an analysis of the issue. Proc. 1988 N. Am. Crane Workshop: 197-202.
- FICHTNER, T. (1997): Untersuchungen über Verhalten und Habitatnutzung übersommernder Kraniche (*Grus grus*) in Westmecklenburg. Diplomarbeit - Fachhochschule Nürtingen.
- FITZPATRICK, S. (1997): The timing of early morning feeding by tits. *Bird study* 44: 88-96.
- FLADE, M. & J. JEBRAM (1995) [Hrsg.]: Die Vögel des Wolfsburger Raumes im Spannungsfeld zwischen Industriestadt und Natur. Wolfsburg.
- FLINKS, H., & F. PFEIFER (1987) : Nahrung adulter und nestjunger Schwarzkehlchen (*Saxicola torquata rubicola*) einer westfälischen Brutpopulation. *Vogelwelt* 108: 41-57.
- FLINKS, H., & F. PFEIFER (1988): Einfluß des Nestlingsalters auf die Nahrungszusammensetzung nestjunger Schwarzkehlchen (*Saxicola torquata rubicola*). *J. Orn.* 129: 317-324.
- FLINT, V. E. (1989): Gattung *Grus*, Pallas, 1766. In: IL'ICĚV, V. D. & V. E. FLINT (Hrsg.). *Handbuch der Vögel der Sowjetunion*. Wiesbaden.
- FORD, H. A. & D. C. PATON (1985): Habitat selection in Australian Honeasters, with special reference to nectar productivity. In: CODY, M. L. (ed.): *Habitat selection in birds*. Orlando: 367-388.
- FOX, A. D. (1995): Diurnal activity budgets of pre-nesting Sandhill Cranes in arctic Canada. *Wilson Bull.* 107: 752-756.

- FOX, A. D. & J. MADSEN (1997): Behavioural and distributional effects of hunting disturbances on waterbirds in Europe: implications for refuge design. *J. Appl. Ecol.* 34: 1-13.
- FOX, A. D., J. KAHLERT & H. ETTRUP (1998): Diet and habitat use of moulting Greylag Geese *Anser anser* on the Danish island of Saltholm. *Ibis* 140: 676-683.
- FRANCO, A. M. A., J. C. BRITO & J. ALMEIDA (2000): Modelling habitat selection of Common Cranes *Grus grus* wintering in Portugal using multiple logistic regression. *Ibis* 142: 351-358.
- FRETWELL, S. D. & H. L. LUCAS (1970): On territorial behavior and other factors influencing habitat distribution in birds. I. Theoretical development. *Acta Biotheor.* 19: 16-36.
- FREUDE, H., K.W. HARDEI & G.A. LOHSE (1974): Die Käfer Mitteleuropas. Krefeld.
- GAUTHIER, G., Y. BÉDARD & J. BÉDARD (1988): Habitat use and activity budgets of Greater Snow geese in spring. *J. Wildl. Manage.* 52: 191-201.
- GESSAMAN, J. A. & K. A. NAGY (1988): Transmitter loads affect the flight speed and metabolism of homing pigeons. *The Condor* 90: 662-668.
- GLUTZ VON BLOTZHEIM, U.N. [Hrsg.] (1994): Handbuch der Vögel Mitteleuropas. Bd. 5. Wiesbaden.
- GÖRNER, M. & H. HACKETHAL (1988): Säugetiere Europas. Leipzig, Radebeul.
- GOLET, G. H., D. B. IRONS & J. A. ESTES (1998): Survival costs of chick rearing in black-legged kittiwakes. *J. Anim. Ecol.* 67: 827-841.
- GOSS-CUSTARD, J. D. & S. E. A. LE V. DIT DURELL (1987): Age-related effects in Oystercatchers *Haematopus ostralegus*, feeding on mussels *Mytilus edulis*. II. Aggression. *J. Anim. Ecol.* 56: 537-548.
- GREEN, R. E., & G. A. TYLER (1989): Determination of the diet of the Stone Curlew (*Burhinus oedichnemus*) by faecal analysis. *J. Zool. London* 217: 311-320.
- GREIG-SMITH, P. W. (1985): Winter survival, home ranges and feeding of first year and adult Bullfinches. In: SIBLY, R. M. & R. H. SMITH (eds.): Behavioural ecology. Blackwell Scientific Publications, Oxford: 387-392.
- GUZMÁN, J.M.S., GARCÍA, A.S., A.F. GARCÍA & A.M.V. VIEJO (1994): La Grulla Común (*Grus grus*) en Extremadura. Status y Relación con el uso del Suelo. Grupo de Investigación area de Biología animal Universidad de Extremadura.
- HAACK, C. T. (1997): Kollisionen von Bläßgänsen (*Anser albifrons*) mit einer Hochspannungsfreileitung bei Rees (Unterer Niederrhein), Nordrhein-Westfalen). In: RICHARZ, K. & M. HORMANN (Hrsg.): Vögel und Freileitungen.- Vogel u. Umwelt 9: 295-299.
- HAFTORN, S. (1994): Diurnal rhythm of passerines during the polar night in Pasvik, North Norway, with comparative notes from South Norway. *Fauna Norv. Ser. C, Cinclus* 17: 1-8.
- HARTUP, B. K. & R. H. HORWICH (1994): Early Parental Care and Chick Development in a Cross-Fostering With White-Naped (*Grus vipio*) and Greater Sandhill (*Grus canadensis tabida*) Cranes. *Bird Behav.* 10: 21-27.
- HILDÉN, O. (1965): Habitat selection in birds. *Ann. Zool. Fenn.* 2: 53-75.
- HOCKIN, D., OUNSTED, M., GORMAN, M., HILL, D., V. KELLER & M. A. BAKER (1992): Examination of the effects of disturbance on birds with reference to its importance in ecological assessments. *J. Environ. Manage.* 36: 253-286.
- HÖTKER, H. (1995): Aktivitätsrhythmus von Brandgänsen (*Tadorna tadorna*) und Watvögeln (Charadrii) an der Nordseeküste. *J. Ornithol.* 136: 105-126.
- HÖTKER, H. (1999): What determines the time-activity budgets of Avocets (*Recurvirostra avocetta*)? *J. Ornithol.* 140: 57-71.

- HORMANN, M. & K. RICHARZ (1997): Anflugsverluste von Schwarzstörchen (*Ciconia nigra*) an Mittelspannungsfreileitungen in Rheinland-Pfalz. In: RICHARZ, K. & M. HORMANN (Hrsg.): Vögel und Freileitungen.-Vogel u. Umwelt 9: 285-290.
- HOUSTON, R. A. & R. J. GREENWOOD (1993): Effects of radio transmitters on nesting captive Mallards. *J. Wildl. Manage.* 57: 703-709.
- IMMELMANN, K. (1983): Einführung in die Verhaltensforschung. Berlin, Hamburg.
- INGRISCH, S. & G. KÖHLER (1997): Die Heuschrecken Mitteleuropas. Magdeburg.
- IVEY, G. L. & E. J. SCHEUERING (1997): Mortality of radio-equipped Sandhill Crane colts at Malheur National Wildlife Refuge, Oregon. In: URBANEK, R. P. & D. W. STAHLCKER (eds.): Proceedings of the Seventh North American Crane Workshop. Proc. North Am. Crane Workshop 7, Baraboo: 14-17.
- JAENE, J. & H. KRUCKENBERG (1996): Raumnutzung überwinternder Gänse (*Anser albifrons*, *Branta leucopsis*) in Abhängigkeit von Straßenführung und Bebauung. Diplomarbeit Univ. Osnabrück.
- JÄHME, W. (1983): Der Kranich (*Grus grus* L.) in der nordwestlichen Niederlausitz. Teil 1: Frühjahrszug, Brutpaarbestand und Nichtbrüter. *Biol. Stud.* 12: 55-69.
- JÄHME, W. (1985): Der Kranich (*Grus grus*) in der nordwestlichen Niederlausitz, Teil III: Verhalten am Sammel- und Rastplatz, Ernährung, Schutzmaßnahmen und Entwicklungstendenzen. *Biol. Stud.* 14: 30-41.
- JANETSCHKE, H. (1982): Schätzung der Biomasse und weiterer Populationsparameter von Konsumenten. In: JANETSCHKE, H. [Hrsg.]: Ökologische Feldmethoden. Stuttgart.
- JANSS, G. F. E. & M. FERRER (1998): Rate of bird collision with power lines: effects of conductor-marking and static wire-marking. *J. Field Ornithol.* 69: 8-17.
- JANSS, G. F. E. & M. FERRER (2000): Common Crane and Great Bustard collisions with power lines: Collision rate and risk exposure. *Wildlife Society Bulletin* 28: 675-680.
- JAQUET, J.-M. & F. LAUNAY (1997): Diurnal behavioural patterns in the Houbara bustard (*Chlamydotis undulata*) in captivity: Effects of temperature and daylength. *Animal Behaviour Science* 55: 137-151.
- JOHNSGARD, P. A. (1983): Cranes of the world. London, Canberra.
- JUNKER, S., KRAWCZYNSKI, R., R. EHRNSBERGER & H. DÜTTMANN (2002): Telemetrische Untersuchungen zur Habitatnutzung und Kükenmortalität von Kiebitz (*Vanellus vanellus*) und Uferschnepfe (*Limosa limosa*) in der Stollhammer Wisch (Niedersachsen). In: DÜTTMANN, H., R. EHRNSBERGER & I. FAIDA (Hrsg.): Wiesenvogelschutz in Norddeutschland und den Niederlanden. Tagungsband (Abstracts) Symposium 4./5.9.2002. Vechta: 40-41.
- KAHLERT, J. , A. D. FOX & H. ETTRUP (1996): Nocturnal feeding in moulting Greylag Geese *Anser anser* – An anti-predator response? *Ardea* 84: 15-22.
- KASSENBRÖCK, S., KUPER, M. MOSER, P., G. NOWALD & H. RAHMSDORF (1991): Carabiden als bodenbewohnende räuberische Insekten. In ZUCCHI, H. (Hrsg.): Biologie der Arthropoden. Universität Osnabrück. unveröffentl.: 2-43
- KEGEL, B. (1990): Diurnal activity of carabid beetles living on arable land. - In: STORK, N.E. [ed.]: The role of ground-beetles in ecological and environmental studies. Andover, Hampshire: 65-76..
- KEILBACH, R. (1966): Die tierischen Schädlinge Mitteleuropas. Jena.
- KENWARD, R. (1987): Wildlife Radio Tagging. London, New York.
- KENWARD, R. E. (2001): A Manual for Wildlife Radio Tagging. New York, Tokyo.
- KLAPP, E. (1967): Lehrbuch des Acker- und Pflanzenbaus. Berlin.
- KLAPP, E. (1971): Wiesen und Weiden. Hamburg, Berlin.

- KOCH, K. (1989): Die Käfer Mitteleuropas. Krefeld.
- KOOPS, F. B. J. (1997): Markierung von Hochspannungsfreileitungen in den Niederlanden. In: RICHARZ, K. & M. HORMANN (Hrsg.): Vögel und Freileitungen.- Vogel u. Umwelt 9: 276-278.
- KRAFT, M. (1999): Planmäßige Erfassungen des Kranichs *Grus grus* in den Wegzugperioden 1987 bis 1998 im Raum Marburg/Lahn, Mittelhessen. Vogelwelt 120: 337-343.
- KRAPU, G. L., REINECKE, K. J., D. G. JORDE & S. G. SIMPSON (1995): Spring-staging ecology of midcontinent Greater White-fronted Geese. J. Wildl. Manage. 59: 736-746.
- KREBS, J. R. (1981): Optimale Nahrungsnutzung: Entscheidungsregeln für Räuber. In: KREBS, J.R. & N.B. DAVIES (eds.): Öko-Ethologie. Berlin, Hamburg: 30-61.
- KREBS, J. R. & N. B. DAVIES (1981): Öko-Ethologie. Berlin, Hamburg.
- KRONE, O., HENNE, E., BLAHY, B., MEWES, M., NOWALD, G., SÖMMER, P., LANGGEMACH, T., MUELLER, K. & P. WERNICKE (in press.): Preliminary results: Causes of death and diseases of the Eurasian Crane (*Grus grus*) in Germany. In: Proc. 7. European Conference of the European Association of Avian Veterinary, Teneriffa 22.-26.04.03.
- KRUCKENBERG, H. & J. JAENE (1999): Zum Einfluss eines Windparks auf die Verteilung weidender Bläßgänse im Rheinland (Landkreis Leer, Niedersachsen). Natur und Landschaft 74: 420-427.
- KRUCKENBERG, H., J. JAENE & H. H. BERGMANN (1996): Rastphänologie und Raumnutzung der Wildgänse am Dollart im Winter 1994/95. Vogelkdl. Ber. Niedersachs. 28: 63-74.
- KRUCKENBERG, H., J. JAENE & H.-H. BERGMANN (1998): Mut oder Verzweiflung am Straßenrand? Der Einfluß von Straßen auf die Raumnutzung und das Verhalten von äsenden Bleiß- und Nonnengänsen am Dollart, NW-Niedersachsen. Natur und Landschaft 73: 3-8.
- KUBE, J. (2002): WWW – Ornithologie im Internet. Vogelschutz: Kollisionen von Zugvögeln mit anthropogenen Strukturen. Vogelwelt 123: 165-167.
- KUCHLING, H. (1981): Taschenbuch der Physik. Thun, Frankfurt a. M.
- KUNZ, T. H., & J. O. WHITAKER (1983): An evaluation of faecal analysis for determining food habits of insectivorous bats. Can. J. Zool. 61: 1317 -1321.
- LAKEBERG, H. (1995): Zur Nahrungsbiologie des Weißstorchs *Ciconia ciconia* in Oberschwaben (S-Deutschland): Raum-Zeit-Nutzungsmuster, Nestlingsentwicklung und Territorialverhalten. Ökol. der Vögel 17: 1-87.
- LAMMEN, C. & E. HARTWIG (1994): Vogelschlag an einem Sendemast auf Sylt: Ein Vergleich zu Windkraftanlagen. SEEVÖGEL 14: 1-4.
- LAMPRECHT, J. (1986): Structure and causation of the dominance hierarchy in a flock of bar-headed geese (*Anser indicus*). Behaviour 96: 28-48.
- LANE, S. J. & M. HASSALL (1996): Nocturnal feeding by Dark-bellied Brent Geese *Branta bernicla bernicla*. Ibis 138: 291-297.
- LANGGEMACH, T. (1997): Stromschlag oder Leitungsanflug? - Erfahrungen mit Großvogelopfern in Brandenburg. In: RICHARZ, K. & M. HORMANN (Hrsg.): Vögel und Freileitungen.-Vogel u. Umwelt 9: 167-176.
- LANGGEMACH, T. & E. HENNE (2001): Störche *Ciconia ciconia*, *C. nigra* und Kraniche *Grus grus* im Beutespektrum des Seeadlers *Haliaeetus albicilla*. Vogelwelt 122: 81-87.

- LAZARUS, J. & I. R. INGLIS (1978): The breeding behaviour of the Pink-footed Goose: parental care and vigilant behaviour during the fledging period. *Behaviour* 65: 62-88.
- LEITO, A., G. NOWALD, J. A. ALONSO, J. C. ALONSO & I. FINTHA (in press): Colour-marking and radio-tracking of Common Cranes breeding in Estonia: first results of a running project. SALVI, A. [ed.]: *Proceedings 4th European Crane Workshop*, Verdun.
- LIBBERT, W. (1967): *Der Kranich*. *Der Falke* 8: 276-277.
- LIKER, A. & T. SZÉKELY (1997): The impact of grazing and road use on the hatching success of Lapwings (*Vanellus vanellus*). *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae* 43: 85-92.
- LITTLEFIELD, C. D. (1995a): An unusual record of Sandhill Crane philopatry. *Wilson Bull.* 107: 766.
- LITTLEFIELD, C. D. (1995b): Demographics of a declining Flock of Greater Sandhill Cranes in Oregon. *Wilson Bull.* 107: 667-674.
- LOONEN, M. J. J. E. (1997): Goose breeding ecology: overcoming successive hurdles to raise goslings. PhD thesis Univ. Groningen.
- LOONEN, M. J. J. E., BRUINZEEL, L. W., J. M. BLACK & R. H. DRENT (1997): The benefit of large broods in Barnacle Geese: a study using natural and experimental manipulations. in: LOONEN, M. J. J. E. (ed.): *Goose breeding ecology*. PhD thesis Univ. Groningen: 111-135
- LOVVORN, J. R. & C. M. KIRKPATRICK (1981): Roosting behavior and habitat of migrant greater sandhill cranes. *J. Wildl. Manage.* 45: 842-857.
- LUNDGREN, S. (1999): Breeding areas, population density and reproduction of Common Cranes (*Grus grus*) in the Tranemo Area, South Sweden. : 23-25.
- MACHESSEAU, L. & P. W. EWALD (1991): Effect of territory quality on intrusion rate in nonbreeding hummingbirds. *Behavioural Ecology and Sociobiology* 28: 305-308.
- MACMAHON, J. A., SCHIMPF, D. J., ANDERSON, D. C., K. G. SMITH & R. L. BAYN jr. (1981): An organism-centered approach to some community and ecosystem concepts. *J. Theor. Biol.* 88: 287-307.
- MÄCK, U. (1998): Populationsbiologie der Elster. *Ökol. Vögel* 20: 1-215.
- MAKOWSKI, H. (1960): Über die Nahrung der Kraniche auf einem Frühjahrsrastplatz in Südschweden. *Probl. angew. Orn.* 30: 85-88.
- MASATOMI, H. & T. KITAGAWA (1975): Bionomics and Sociology of Tancho or the Japanese Crane, *Grus japonensis*, II. Ethogramm. *J. Faculty Science, Hokkaido Univ.*, Series 6, 19: 834-878.
- McFARLAND, D. (1989): *Biologie des Verhaltens - Evolution, Physiologie, Psychologie*. Weinheim.
- MCNEIL, R., R. BENOIT & J.-L. DESGRANGES (1993): Daytime and nighttime activity at a breeding colony of Great Blue Herons in a nontidal environment. *Can. J. Zool.* 71: 1075-1078.
- MEINE, C. D., & G. W. ARCHIBALD (1996): *The Cranes: Status Survey and Conservation Action Plan*. Gland, Cambridge.
- MELO, M. P., ALMEIDA, J., A. VAZ & R. COVAS (1999): The daily activity of wintering Common Cranes *Grus grus* in Portugal: the effect of scarce food resources. In: PRANGE, H., G. NOWALD & W. MEWES (eds.). *Proceedings 3rd European Crane Workshop*. Martin-Luther-Universität, Halle-Wittenberg: 193-197.
- MELVIN, S.M., DREWIEN, R.C., S.A. TEMPLE & E.G. BIZEAU (1983): Leg-band attachment of radio transmitters for large birds. *Wildl. Soc. Bull.* 11: 282-285

- MELVIN, S.M. & S.A. TEMPLE (1987): Radio telemetry techniques for international crane studies. In: ARCHIBALD, G.W. & R.F. PASQUIER [eds.]: Proc. 3rd Int. Crane Workshop. Int. Crane Foundation, Baraboo, Wisconsin: 481-492
- MEWES, W. (1995): Die Bestandsentwicklung des Kranichs *Grus grus* in Deutschland und deren Ursachen. Dissertation Univ. Halle-Wittenberg.
- MEWES, W. (1996a): Bestandsentwicklung, Verbreitung und Siedlungsdichte des Kranichs in Deutschland. *Vogelwelt* 117: 103-109.
- MEWES, W. (1996b): Habitatnutzung des Kranichs in Deutschland. *Vogelwelt* 117: 111-118.
- MEWES, W. (1999): Zur Reproduktion des Kranichs *Grus grus* in Deutschland. *Vogelwelt* 120: 251-259.
- MEWES, W., G. NOWALD & H. PRANGE (2003): Kraniche - Mythen, Forschung, Fakten. Karlsruhe.
- MEYER-ABICH, A. (1953) [Hrsg.]: Brehms Tierleben – Vögel. Bd. 10. Hamburg.
- MILLS, J. A. (1979): Factors affecting the egg size of Red-billed Gulls *Larus novaehollandiae scopulinus*. *Ibis* 121:53-67.
- MINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT, FORSTEN UND FISCHEREI MECKLENBURG-VORPOMMERN [Hrsg.] (2000): Jagdbericht für Mecklenburg-Vorpommern, Jagdjahr 1999/2000. Schwerin.
- MOHR, H., & P. SCHÖPFER (1992): Pflanzenphysiologie. Berlin, Heidelberg, New York.
- MOLL, K.-H. (1972): Neue Kranichbeobachtungen vom Ostufer der Müritz. *Beitr. Vogelkd. Leipzig* 18: 354-356.
- MOLL, K. H. (1994): *Grus grus* – Kranich. In: GLUTZ VON BLOTZHEIM (Hrsg.). *Handbuch der Vögel Mitteleuropas* Bd. 5: 567-606. Wiesbaden.
- MOUGEOT, F. & BRETAGNOLLE, V. (2000): Predation risk and moonlight avoidance in nocturnal seabirds. *J. Avian Biol.* 31: 376-386.
- MÜHLENBERG, M. (1993): Freilandökologie. Heidelberg, Wiesbaden.
- MÜLLER, H. J. (1991): Ökologie. Jena.
- NESBITT, S. A. & K. S. WILLIAMS (1990): Home range and habitat use of Florida Sandhill cranes. *J. Wildl. Manage.* 54: 92-96.
- NEWTON, I. (1980): The role of food in limiting bird numbers. *Ardea* 68: 11-30.
- NEWTON, I. (1989) [ed.]: *Lifetime Reproduction in Birds*. London, San Diego.
- NIETHAMMER, G. [Hrsg.] (1942): *Handbuch der Deutschen Vogelkunde*. Bd. 3, Gräfenhainichen.
- NORTH, M. P. & J. H. REYNOLDS (1996): Microhabitat analysis using radiotelemetry locations and Polytomous Logistic Regression. *J. Wildl. Manage.* 60: 639-653.
- NOWALD, G. (1994): Habitatnutzung einer Frühjahrsrastpopulation des Kranichs *Grus grus*. Diplomarbeit Univ. Osnabrück.
- NOWALD, G. (1995a): Zeitliche und räumliche Habitatnutzung einer Frühjahrsrastpopulation des Kranichs *Grus grus* in der Bock-Region. In: PRANGE, H. (ed.): *Crane Research and Protection in Europe*. Martin-Luther Universität Halle-Wittenberg: 537-547.
- NOWALD, G. (1995b): Rückzugsgebiete? - Die Bedeutung von Schutzgebieten für den Kranich *Grus grus* in Mecklenburg-Vorpommern. *Naturschutzarb. Mecklenburg-Vorp.* 38: 19-25.
- NOWALD, G. (1996): Nahrungspräferenzen des Kranichs während der Herbstrast. *Vogelwelt* 117: 153-157.
- NOWALD, G. (1997): Untersuchungen zum Sammel- und Rastplatzverhalten des Kranichs im Rahmen des BMFT-Verbundprojektes "Auswirkungen und Funktion unzerschnittener störungsarmer Landschaftsräume für Wirbeltierarten mit

- großen Raumannsprüchen". Unveröff. Studie im Auftrag der Gesellschaft für Naturschutz und Landschaftsökologie e.V., Kratzeburg.
- NOWALD, G. (1997): Erfassen der notwendigen Requisitenausstattung und der kritischen Flächengröße von Kranichbruthabitaten mit Hilfe der Telemetrie im Einzugsgebiet des NSG „Langenhägener Seewiesen“. Unveröff. Gutachten im Auftrag des Ministers für Landwirtschaft und Naturschutz des Landes Mecklenburg-Vorpommern, Schwerin.
- NOWALD, G. (1999a): Reviergröße und Raumnutzung junggeführter Kraniche *Grus grus* in Mecklenburg-Vorpommern: erste Ergebnisse einer Telemetriestudie. *Vogelwelt* 120: 261-274.
- NOWALD, G. (1999b): Nahrungsbedarf rastender Kraniche *Grus grus* während der Frühjahrsrast. In: PRANGE, H., G. NOWALD & W. MEWES (eds.): Proceedings 3rd European Crane Workshop. Halle-Wittenberg: 115-122.
- NOWALD, G. (2001): Verhalten von Kranichfamilien *Grus grus* in Brutrevieren Nordostdeutschlands: Investition der Altvögel in ihre Nachkommen. *J. Ornithol.* 142: 390-403.
- NOWALD, G. (2003): Effects of food availability and disturbances on habitat use and selection in the breeding territories of crane families (*Grus grus*): preliminary results of a radio-tracking study. SALVI, A. [ed.]: Proceedings 4th European Crane Workshop, Verdun.
- NOWALD, G. (in prep): Verhalten, Reviergröße, Raumnutzung und Habitatwahl von Kranichfamilien *Grus grus* in Brutrevieren Nordostdeutschlands.
- NOWALD, G. & W. MEWES (1996): Trompetenrufe übers Land. Die "Langenhägener Seewiesen": Treffpunkt für Kraniche. *Falke* 43: 264-267.
- NOWALD, G. & T. FLECKSTEIN (2001): Nahrungsangebot und Nahrung von Kranichfamilien (*Grus grus*) in Brutrevieren Nordostdeutschlands. *Die Vogelwarte* 41: 93-108.
- NOWALD, G., MEWES, W., J.C. ALONSO & J.A. ALONSO (1996): Farbmarkierung von Kranichen *Grus grus* in Deutschland - ein Zwischenbericht. *Vogelwelt* 117: 119-124.
- NOWALD, G., W. MEWES & H. PRANGE (1998): Arbeitsgemeinschaft "Kranichschutz Deutschland": Brutplätze und Rastgebiete für den Kranich. *Falke* 45: 16-17.
- NOWALD, G., RÖPER, S., V. BLÜML & H. PRANGE (2001): Die Vorpommersche Boddenlandschaft - Drehscheibe für den Kranichzug. *Meer und Museum* Bd. 16: 106-111.
- NOWALD, G., FICHTNER, T., RÖPER, S. & GÜNTHER, V. (in prep.): Activity and movements of Common Crane (*Grus grus*) families in their breeding territories.
- NOWALD, G., FICHTNER, T., GÜNTHER, V., RÖPER, S., KLUGE, A., ALONSO, J. A., ALONSO, J. C., MEWES, W., HENNE, E. & H.-J. HAFERLAND (in Vorb.): Common Crane *Grus grus* banding in Germany: first results of the population structure. Proc. V. European Crane Conference, Schweden.
- OHSAKO, Y. (1987): Effects of artificial feeding on Cranes wintering in Izumi and Akune, Kyushu, Japan. In: ARCHIBALD, G.W. & R.F. PASQUIER [eds.]: Proc. III Int. Crane Workshop. Int. Crane Foundation, Baraboo, Wisconsin: 89-98.
- OLLASON, J. C. & G. M. Dunnet (1988): Variation in Breeding Success in Fulmars. In: CLUTTON-BROCK, T. H. (ed.): Reproductive Success. University of Chicago Press, Chicago, London: 263-278.
- OPPERMANN, R. (1987): Tierökologische Untersuchungen zum Biotopmanagement in Feuchtwiesen. Ergebnisse einer Feldstudie an Schmetterlingen und

- Heuschrecken im württembergischen Alpenvorland. *Natur und Landschaft* 62: 235-241.
- OWEN, M., J. M. BLACK & H. LIBER (1987): Pair bond duration and timing of its formation in barnacle geese (*Branta leucopsis*). In: WELLER, M. (ed.): *Waterfowl in winter*. Minneapolis: 23-28.
- OWEN, M. & J. M. BLACK (1989a): Barnacle Goose. In: NEWTON, I. (ed.): *Lifetime Reproduction in Birds*. Academic Press London, San Diego: 349-362.
- OWEN, M. & J. M. BLACK (1989b): Factors affecting the survival of Barnacle Geese on migration from the breeding grounds. *J. Anim. Ecol.* 58: 603-617.
- OWEN, M., R. L. WELLS & J. M. BLACK (1992): Energy budgets of wintering Barnacle Geese: the effects of declining food resources. *Ornis Scandinavia* 23: 451-458.
- PARKER, G. A. & W. J. SUTHERLAND (1986): Ideal free distributions when individuals differ in competitive ability: phenotype-limited ideal free models. *Anim. Behav.* 34: 1222-1242.
- PARTRIDGE, L. (1974): Habitat selection in titmice. *Nature* 247: 573-574.
- PARTRIDGE, L. (1989): Lifetime Reproductive Success and Life-history Evolution. In: NEWTON, I. (ed.): *Lifetime Reproduction in Birds*. London, San Diego, New York: 421-440.
- POTTHOF, C. (1998): Störreize und Störwirkungen am Brutplatz des Grauen Kranichs (*Grus grus*). Diplomarbeit. Univ. Osnabrück.
- PRANGE, H. (1989): Der Graue Kranich. Neue Brehm-Bücherei Bd. 229. Wittenberg-Lutherstadt.
- PRANGE, H. (1995) [ed.]: *Crane Research and Protection in Europe*. Martin-Luther Universität Halle-Wittenberg.
- PRANGE, H., G. NOWALD & W. MEWES (1999) [eds.]: *Proceedings 3rd European Crane Workshop*. Halle-Wittenberg.
- PRANGE, H., K. JONAS, C. GOTTSCHALK, U. DISCHLER, E. RIBBECK & W. MEWES (2000): Perakute Todesfälle bei Grauen Kranichen (*Grus grus*). *Berl. Münch. Tierärztl. Wschr.* 113: 289-294.
- RAVELING, D. G. (1979): The annual cycle of body composition of Canada Geese with special reference to control of reproduction. *Auk* 96: 234-252.
- REIJNEN, R. & R. FOPPEN (1991): Effect on the Breeding Site-tenacity of Male Willow Warblers (*Phylloscopus trochilus*). *J. Ornithol.* 132: 291-295.
- REINECKE, K. J., & G. L. KRAPU (1986): Feeding ecology of Sandhill Cranes during spring migration in Nebraska. *J. Wildl. Manage.* 50: 71-79.
- REMMERT, H. (1980): *Arctic Animal Ecology*. Berlin, Heidelberg, New York.
- SANIGA, M. (1998): Daily rhythm of capercaillie (*Tetrao urogallus*). *Folia Zoologica* 47:161-172.
- SCHÄFFER, N. (1999): Habitatwahl und Partnerschaftssystem von Tüpfelralle *Porzana porzana* und Wachtelkönig *Crex crex*. *Ökologie der Vögel* 21: 1-267.
- SCHEFFER, F. & P. SCHACHTSCHABEL (1989): *Lehrbuch der Bodenkunde*. Stuttgart.
- SCHMEIL, O., & J. FITSCHEN (1988): *Flora von Deutschland und seinen angrenzenden Gebieten*. Heidelberg.
- SCHNEIDER, J. & J. LAMPRECHT (1990): The importance of biparental care in a precocial, monogamous bird, the bar-headed goose (*Anser indicus*). *Behav. Ecol. Sociobiol.* 27: 415-49.
- SCHULMEYER, T. (1997): Zur Ernährung von Kranichen (*Grus grus*) im mecklenburgischen Brutgebiet. Diplomarbeit Univ. Osnabrück.
- SCOTT, D. K. (1988): Breeding Success in Bewick's Swans. In: Clutton-Brock, T. H. (ed.): *Reproductive Success*. Chicago, London: 220-236.

- SERAFIN, J. A. (1982): The influence of diet composition upon growth and development of Sandhill Cranes. *Condor* 84: 427-434.
- SIBLY, R. M. & R. H. MCCLEERY (1980): Continuous observation of individual Herring Gulls during the incubation season using radio tags: an evaluation of the technique and a cost-benefit analysis of transmitter power. In: AMLANER, C. J. & D. W. McDONALD (eds.): A handbook on biotelemetry and radio tracking. Oxford: 345-351.
- SMITH, S. M. (1978): The "underworld" in a territorial species: adaptive strategy for floaters. *American Naturalist* 112: 571-582.
- SPENCER, H. J., G. LUCAS & P. O'CONNOR (1987): A Remotely Switched Passive Null-Peak Network for Animal Tracking and Radio Direction Finding. *Aust. Wildl. Res.* 14: 311-317.
- SPILLING, E. (1998): Raumnutzung überwinternder Gänse und Schwäne an der Unteren Mittelelbe: Raumbedarf und anthropogene Raumbegrenzung. Dissertation Univ. Osnabrück.
- STEARNS, S. C. (1992): The evolution of life histories. Oxford.
- TACHA, T. C. (1988): Social organization of Sandhill Cranes from midcontinental North America. *Wildl. Monogr.* 99: 1-37.
- STEINKE, G. (1974): Beobachtungen an einem westelbischen Kranichbrutpaar bei Tangerhütte/Altmark. *Beitr. Vogelkd. Leipzig* 20: 441-443.
- STOCK, M. (1994): Auswirkung von Störreizen auf Vögel im Wattenmeer. Dissertation Univ. Osnabrück.
- STOCK, M., BERGMANN, H.-H., HELB, H.-W., KELLER, V., R. SCHNIDRIG-PETRIG & H.-C. ZEHNTER (1994): Der Begriff Störung in naturschutzorientierter Forschung: ein Diskussionsbeitrag aus ornithologischer Sicht. *Z. Ökol. Natursch.* 3: 49-57.
- STRESEMANN, E. (1974): Exkursionsfauna von Deutschland. Bd. 2/1 Wirbellose: Insekten. Jena. Bd. 2/2 Wirbellose: Insekten. Jena.
- SWIHART, R. K. & N. A. SLADE (1985): Testing for independence of observations in animal movements. *Ecology* 66: 1176-1184.
- TAAKE, K.-H. (1991): Strategien der Ressourcennutzung an Waldgewässern jagender Fledermäuse (Chiroptera: Vespertilionidae). Dissertation Univ. Osnabrück.
- TACHA, T. C., P. A. VOHS & G. C. IVERSON (1987): Time and Energy Budgets of Sandhill Cranes from mid-continental North America. *J. Wildl. Manage.* 51: 440-448.
- TEMELES, E. J. (1987): The relative importance of prey availability and intruder pressure in feeding territory size regulation by harriers, *Circus cyaneus*. *Oecologia* 74: 286-297.
- THOMSON, S. C. & D. G. RAVELING (1987): Incubation behaviour of emperor geese compared with other geese: interactions of predation, body-size and energetics. *Auk* 104: 707-716.
- THIBAUT, M. & R. MCNEIL (1994): Day/night variation in habitat use by Wilson's Plovers in northeastern Venezuela. *Wilson Bull.* 106: 299-310.
- THIBAUT, M. & R. MCNEIL (1995): Pedator-prey relationship between Wilson's plovers and fiddler crabs in northeastern Venezuela. *Wilson Bull.* 107: 73-80.
- THIELE, H.U. (1990): Carabid beetles in their environments. Berlin.
- TISCHLER, W. (1993): Einführung in die Ökologie. Stuttgart, Jena, New York.
- TRAUTNER, J., K. GEIGENMÜLLER & U. BENSE (1989): Käfer beobachten, bestimmen. Melsungen.
- TREUFELDS, C.-A. von (1998): Kraniche – Vögel des Glücks. Hamburg.

- TÜLLINGHOFF, R. & H.-H. BERGMANN (1993): Zur Habitatnutzung des Großbrachvogels (*Numenius arquata*) im westlichen Niedersachsen: Bevorzugte und gemiedene Elemente der Kulturlandschaft. *Die Vogelwarte* 37: 1-11.
- ULBRICHT, J. (1999): Nahrungsflächen des Kranichs während der Herbstrast auf Rügen. In: PRANGE, H., G. NOWALD & W. MEWES (eds): Proceedings 3 rd European Crane Workshop. Martin-Luther Universität Halle-Wittenberg: 110-114.
- ULMANN, T. (1991): Einfluß von Pflege- und Bewirtschaftungsmaßnahmen auf Struktur und Dynamik von Zönosen epigäischer Käfer in Hegezonen und landwirtschaftlich genutzten Flächen im Raum Hamburg. Dissertation. Univ. Hamburg.
- U.S. FISH & WILDLIFE SERVICE (1986): Whooping crane recovery plan. U.S. Fish & Wildlife Service, Albuquerque, N. Mexico.
- VAUK, G. (1990): Biologisch-ökologische Begleituntersuchungen zum Bau und Betrieb von Windkraftanlagen. Norddeutsche Naturschutzakademie Schneverdingen. NNA Berichte 3.
- VAZ, A., & M. P. MELO (1999): Faecal sample analysis in the study of the winter diet of the Common Crane *Grus grus*. In: PRANGE, H., G. NOWALD & W. MEWES (eds): Proceedings 3 rd European Crane Workshop. Martin-Luther Universität Halle-Wittenberg: 207-210.
- VILBUSCH, U. (1997): Windenergienutzung in Regelwerken des Naturschutzes in den Bundesländern. Eingriffsregelung, Ausschlußgebiete, Abstände und Rückbau. *Natur- und Landschaftsplanung* 29: 197-202.
- WARD, D. H. & P. L. FLINT (1995): Effects of harness-attached transmitters on premigration and reproduction of brant. *J. Wildl. Manage.* 59: 39-46.
- WARD, J. P. & S. H. ANDERSON (1988): Sandhill Crane collisions with power lines in Southcentral Nebraska. *Proc. 1988 N. Am. Crane Workshop*: 189-195.
- WEID, R. (1991): Verhalten und Habitatansprüche des Wachtelkönigs im intensiv genutzten Grünland in Franken. *Die Vogelwelt* 112: 90-96.
- WEIß, R. (1988): Beobachtungen zum Verhalten des Kranichs auf Nahrungsflächen. *Falke* 35: 332-335.
- WIENS, J. A. (1986): Spatial scale and temporal variation environments: shrub-steppe birds. In: CODY, M. L. (ed.): *Habitat Selection in Birds*. Orlando, Florida: 227-251.
- WILKENING, B. (1999): Verhalten und Habitatwahl einer übersommernden Nichtbrüter-Population des Kranichs *Grus grus* in der Kulturlandschaft. In: PRANGE, H., G. NOWALD & W. MEWES (eds.). *Proceedings 3rd European Crane Workshop*. Martin-Luther-Universität, Halle-Wittenberg: 58-63.
- WILKENING, B. (2003): Verhaltensbiologische und ökologische Untersuchungen zu Habitatpräferenzen des Kranichs *Grus grus* im Land Brandenburg sowie mathematisch-kybernetische Habitatmodelle zur Bewertung von Landschaftsräumen während seiner Reproduktions- und Rastzeit. Dissertation Humboldt-Universität Berlin.
- WILLE, V. (1995): Störwirkungen auf das Verhalten überwinternder Bläss- und Saatgänse (*Anser albifrons* und *A. fabalis*). Diplomarbeit Universität Osnabrück.
- WINKELMAN, J. E. (1992): De invloed van de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) op vogels. 1: aanvaringsslachtoffers RIN-rapport 92/2. DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek Arnhem.

- WOOLLER, R. D., BRADLEY, J. S., I. J. SKIRA & D. L. SERVENTY (1989): Short-tailed Shearwater. In: NEWTON, I. (ed.): Lifetime Reproduction in Birds. London, San Diego, New York: 405-417.
- WORTON, B. J. (1989): Kernal methods for estimating the utilization distribution in home-range studies. *Ecology* 70: 164-168.
- WUNDERLE, J. M. jr. (1991): Age-specific foraging proficiency in birds. In: JOHNSTON, R. F. (ed.): Current Ornithology (Vol. 1). New York: 273-324.

Danksagung

Zum Zustandekommen und zum Gelingen der vorliegenden Arbeit haben viele Menschen und Institutionen beigetragen. Dabei formierte sich ein internationales Team, dessen „harter Kern“ aus „crane crazy people“ von Beginn an spontan intensive Freundschaften pflegte. Die Mitglieder des Kranich-Fang- und Beringungsteams, insbesondere Dr. Juan Carlos Alonso, Prof. Javier Alonso, Hermann Dirks, Thomas Fichtner, Volker Günther, Anja Kluge, Volker Mewes, Andreas Pschorn und Simone Röper ermöglichten die Besenderung der Jungkraniche.



Foto 1: Nach erfolgreicher Fangaktion: Hermann Dirks, Volker Günther, Thomas Fichtner, Günter Nowald (von links).

Für die Hilfe bei der Freilandarbeit (Tracking, Barberfallen, Regenwurmdichte, Suche nach Kotproben, Vegetationsstrukturen, ethologischen Datenaufnahmen) möchte ich insbesondere Tanja Fleckstein, Thomas Fichtner, Berit Fiebig, Volker Günther, Anja Kluge, Jutta Kotte, Christoph Kulemeyer, Patrik Leopold, Nicolas Liebig, Esther Ludwig, Patrik Neumann, Daniel Fernández Ortín, Karsten Peter, Moritz Rauch, Thorsten Röder, Simone Röper, Kirsten Schubert, Manfred Sommerfeld, Dr. Ekkehard Spilling, Daniela Tiede, Karina Wahrmann und Christian Weuler danken.



Foto 2: Den Kranichen auf der Spur: Anja Kluge an einer der beiden Antennenstationen.

Andreas Pschorn, Thorsten Röder, Simone Röper, Tanja Schulmeyer, Daniela Tiede und Annegret Wachlin bestimmten einen Großteil der Käfer und übertrugen Vegetationsdaten aus dem Feldprotokoll auf den PC, Simone Röper übertrug einen Großteil der ethologischen Daten in auswertbare Dateien auf den PC,

Anja Kluge erstellte das Layout der Abbildungen 1 bis 3 der Einleitung und Abbildung 1 des Abschnittes Zusammenfassung und Ausblick, Karsten Peter bearbeitete die Abbildungen zur landwirtschaftlichen Flächennutzung,

Mr. L.C. Bell, RSPB (Kapitel 5), Prof. Dr. Hans-Heiner Bergmann (abstract, Kapitel 1), Dr. Curt Meine, International Crane Foundation, Wisconsin, (Kapitel 2, 3), Dr. Bettina Wilkening (abstract, Kapitel 4), bearbeiteten die englischen Manuskriptabschnitte,

Dr. Heinz Düttmann, Georg Grothe, Dr. Markus Nipkow und Dr. Ekkehard Spilling berieten bei statistischen Fragen,

Prof. Dr. Javier Alonso (Kapitel 2, 5), Dr. Juan Carlos Alonso (Kapitel 2, 5), Prof. Dr. Hans-Heiner Bergmann, Prof. Dr. Hartwig Prange, Dr. Bettina Wilkening (Kapitel 4), die Gutachter des JfO, Prof. E. Curio (Kapitel 1) und ein anonymer Gutachter (Kapitel 1), gaben hilfreiche Hinweise zum Manuskript,

Dr. Rolf Laschewski-Sievers von der Gesellschaft für Telemetriesysteme (GFT) gab wertvolle Hinweise für den Einsatz der Antennenanlagen. Die JENOPTIK GmbH stellte im Rahmen einer unbefristeten Dauerleihgabe das Laserentfernungsmessgerät LEM 300 zur Verfügung. Dr. Juan Carlos Alonso und Prof. Javier Alonso gaben Ihre Erfahrungen zur Besenderung von Kranichen an mich weiter und überließen mir für die Untersuchungen den Ersatzreceiver AVM LA 12, die Arbeitsgruppe Zoologie der Universität Osnabrück stellte optischen Geräte für die Bestimmung von Nahrungsresten in Kotproben zur Verfügung,

Dr. Brunckow (StAUN Lüz) für die Betretungsgenehmigung verschiedener NSG, Dr. Ulrich Köppen (Beringungszentrale Hiddensee) für die Genehmigung der Kranichberingung und der Hiddenseeringe, Dr. Matthias Krey (Landesveterinäramt M-V) für die Genehmigung zur Besenderung, Peter Simon (RegTP) für die Genehmigung einer Versuchsfunkstelle und der Frequenzuteilung, Dr. Lothar Wölfel (LUNG-MV) für die Ausnahmegenehmigung zur wissenschaftlichen Vogelberingung nach § 37 des LNatG M-V und der Ausnahmegenehmigung zum Fang von Arthropoden mit Barberfallen nach § 20 des BNatG,

Eine Teilfinanzierung der Ausrüstung erfolgte durch einen Werkvertrag "Erfassen der notwendigen Requisitenausstattung und der kritischen Flächengröße von Kranichbruthabitaten mit Hilfe der Telemetrie im Einzugsgebiet des NSG Langenhägener Seewiesen" im Auftrag des Ministeriums für Landwirtschaft und Naturschutz Mecklenburg-Vorpommern, Dr. Horst Zimmermann,

allen möchte ich an dieser Stelle herzlich für ihre Hilfe danken.

Meiner Freundin Anja Kluge danke ich für ihre große Unterstützung. Sie hat nicht nur aus beruflichen Gründen an diesem Projekt mitgewirkt, sie hat mir auch auf privater Ebene den „Rücken freigehalten“. Meinen Sohn Leonard bitte ich um Verständnis, dass er häufig auf seinen Papa verzichten musste. Gleichzeitig danke ich für seine „Hilfe“ während des Radiotracking. Seine Späße erfreuten das komplette Team. Meiner Mutter danke ich für ihre stete Unterstützung bis zur Fertigstellung dieser Arbeit.

Einen herzlichen Dank an Dr. Wolfgang Mewes. Im Juni 1994 unterrichtete er mich im Fang und der Beringung junger Kraniche. Seine Initiative und Unterstützung hat dieses Projekt erst ermöglicht.



Foto 3: Prof. Dr. Hartwig Prange, Dr. Wolfgang Mewes und Günter Nowald nach einer Gelegesuche am Daschower Moor (von links).

Mein besonderer Dank gilt Prof. Dr. Hans-Heiner Bergmann und Prof. Dr. Hartwig Prange für die fachliche und moralische Betreuung bei dieser Arbeit.

Die hier vorgestellten Ergebnisse entstanden im Rahmen eines Projektes von Kranichschutz Deutschland, einer Arbeitsgemeinschaft des Naturschutzbundes Deutschland (NABU) e. V., der Umweltstiftung WWF-Deutschland und der Lufthansa Umweltförderung.

„Öko-Ethologie des Graukranichs *Grus grus*
während der Jungenaufzucht“ ist ein Projekt von:



**Kranichschutz
Deutschland**

Allgemeiner, beruflicher und wissenschaftlicher Werdegang

Günter Nowald

geb. 30.04.1962 in Marl (Kreis Recklinghausen, NRW)
 wohnhaft: Lindenstraße 27, D – 18445 Groß Mohrdorf
 ledig

- | | |
|-----------|--|
| 1968 | eingeschult in die Canisius Grundschule, Marl |
| 1981 | Abitur am Gymnasium im Loekamp, Marl |
| 1982-1986 | Studium an der Universität und Fachhochschule Dortmund,
Abschluss: Diplom Ingenieur (Maschinenbau/Stahlbau) |
| 1986-1987 | Konstruktionsingenieur bei der Mannesmann Demag Hüttentechnik,
Duisburg |
| 1987-1994 | Studium an der Universität Osnabrück,
Abschluss: Diplom Biologe |
| 1994-1996 | Untersuchungen zum Sammel- und Rastplatzverhalten des Kranichs im
Rahmen des BMFT-Verbundprojektes „Auswirkungen und Funktion
unzerschnittener störungsarmer Landschaftsräume für Wirbeltierarten
mit großen Raumannsprüchen“ |
| 1994-1996 | Projektassistenz für die Leitungsgruppe von Kranichschutz
Deutschland, Karow (Anstellung durch den Förderverein Naturpark
„Nossentiner/Schwinzer Heide“) |
| 1995-1996 | Grundlagen für ein integriertes Management-Konzept zum Schutz der
Rastbestände herbivorer Großvogelarten. Gutachten im Auftrag des
Landesamtes für Umwelt und Natur, Mecklenburg-Vorpommern |
| seit 1996 | Koordinator für Kranichfarbberingung und Besenderung in Deutschland
im Rahmen der European Crane Working Group |
| seit 1996 | Promotionsstudium an der Universität Osnabrück |
| seit 1996 | Leiter des Kranich-Informationszentrums, Groß Mohrdorf
(Naturschutzbund Deutschland NABU e. V., Umweltstiftung
WWF-Deutschland, Lufthansa) |

Die wesentlichen Veröffentlichungen sind im Abschnitt Literatur dieser Arbeit
 angegeben.

Erklärung

Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe.

Groß Mohrdorf, den 11. September 2003