

Raum-Zeit-Verhalten von wild lebenden Damhirschen
(*Cervus dama* L. 1758) in einer Kulturlandschaft

GPS-telemetrische Studie im Naturpark Nuthe-Nieplitz, Brandenburg



Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des akademischen Grades
Doktor der Naturwissenschaften (Dr. rer. nat.)

vorgelegt von

Sandra Fimpel

eingereicht im Fachbereich Biologie, Chemie, Pharmazie
der Freien Universität Berlin

im Dezember 2009



Die vorliegende Dissertation wurde von Januar 2004 bis Dezember 2009 am Institut für Biologie / Zoologie der FU Berlin angefertigt.

Erstgutachter: Prof. Dr. Hans-Dieter Pfannenstiel

Zweitgutachter: Prof. Dr. Carsten Niemitz

Tag der Disputation: 10. Februar 2010

Das Projekt wurde aus Mitteln der Jagdabgabe durch das Ministerium für Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg, aus Mitteln der Freien Universität Berlin und durch eine Spende des DSV-Verlages Hamburg finanziert.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung / Abstract

1	Einleitung	1
2	Der Europäische Damhirsch – Bisheriger Kenntnisstand	4
2.1	Systematik	5
2.2	Geschichte und Verbreitung	5
2.3	Äußere Merkmale des Damhirsches	6
2.4	Brunft und Reproduktion	8
2.5	Nahrungswahl	10
2.6	Rudelverhalten	12
2.7	Lebensraumnutzung	14
2.8	Tages- und jahreszeitlicher Rhythmus	14
3	Material und Methoden	16
3.1	Untersuchungsgebiete	17
3.1.1	Damwildgatter „Rädikow“	17
3.1.2	Untersuchungsgebiet „Lühsdorf“	17
3.1.3	Untersuchungsgebiet „Wiesenhagen“	20
3.2	Untersuchungszeitraum und Klima	20
3.3	Versuchstiere	21
3.4	GPS-Telemetrie, Radiotelemetrie und Aktivitätsmessung	22
3.5	Datenauswertung und Analyse	24
4	Ergebnisse	27
4.1	Allgemeine Analyse der Datenaufnahme	28
4.1.1	Verträglichkeit der Halsbänder	28
4.1.2	Fehlerquellen bei der Datenaufnahme	28
4.1.3	Ausbeute der Halsbänder	31
4.2.	Streifgebiete	33
4.2.1	Größe der Gesamtstreifgebiete	33

4.2.2	Hirsch <i>Oskar</i> (Halsband 593)	34
4.2.3	Hirsch <i>Karlchen</i> (Halsband 587)	37
4.2.4	Hirsch <i>Basti</i> (Halsband 686)	39
4.2.5	Hirschkuh <i>Lena</i> (Halsband 588)	41
4.2.6	Hirschkuh <i>Kirsten</i> (Halsband 589)	42
4.2.7	Hirschkuh <i>Johanna</i> (Halsband 590)	44
4.2.8	Hirsch <i>Ludwig</i> (Halsband 593)	46
4.2.9	Wanderungen der Hirsche	47
4.3	Raumnutzung	50
4.3.1	Saisonale Nutzung von Wald und Feld	50
4.3.2	Tageszeitliche Nutzung von Wald und Feld	55
4.4	Anpassung an die Kulturlandschaft	60
4.4.1	Feldfrüchte als Nahrung	60
4.4.2	Straßenüberquerung	65
4.5	Biorhythmus	70
4.5.1	Aktivität im Jahresrhythmus	70
4.5.2	Aktivität im Tagesverlauf	73
4.5.3	Aktogramme	74
5	Diskussion	77
5.1	Methoden der Datenaufnahme	78
5.1.1	GPS-Telemetrie	78
5.1.2	Aktivitätsdaten	79
5.1.3	Besenderungsaktionen	80
5.1.4	Fazit zur Datenaufnahme	81
5.2	Streifgebiete	81
5.2.1	Berechnungsmethoden	81
5.2.2	Streifgebietsgrößen	83
5.2.3	Saisonale Wanderungen und saisonal getrennte Streifgebiete	84
5.3	Raumnutzung	85
5.4	Einfluss der Kulturlandschaft	87
5.4.1	Feldfrüchte als Nahrung	87
5.4.2	Straßen	87

5.5 Biorhythmus	88
5.5.1 Cosinor-Methode	88
5.5.2 Tages- und Jahresrhythmus	88
5.6 Zusammenfassende Bemerkung und Ausblick	89
6 Literaturverzeichnis	91
7 Abbildungs- und Tabellenverzeichnis	104
8 Anhang	106
9 Danksagungen	110
10 Curriculum vitae	112

Zusammenfassung

Das Ziel dieser Arbeit war es, das Raum-Zeit-Verhalten von wild lebenden Damhirschen in einer vom Menschen vielfältig genutzten Landschaft zu untersuchen. Hierzu wurden mehrere Individuen in einem ca. 8 km² großen Waldgebiet im südlichen Brandenburg mit GPS-Halsbändern besendert und zur Aufzeichnung von Positions- und Aktivitätsdaten wieder frei gelassen. Aus beinahe 12.000 GPS-Ortungen und 900.000 Aktivitätsdaten aus den Jahren 2003-2008 wurde ein umfassendes Bild der Lebensweise von Damhirschen in einer vom Menschen geprägten Landschaft erstellt.

Die Streifgebietsgrößen lagen mit 3 – 5 km² bei Hirschen und ca. 1 km² bei Hirschkühen deutlich über dem Durchschnitt der bisher angenommenen Flächen. Den größten Anteil an den Streifgebieten und an den Ortungen nahm der Wald ein. Ortungen auf dem Feld kamen seltener vor, meistens in der Dunkelheit.

Adulte Hirsche wanderten nach dem Geweihabwurf im Frühling in ein kleineres Sommergebiet, das einen hohen Anteil an landwirtschaftlich bebauten Feldern enthielt. Vor allem Getreide, Raps, Sonnenblumen und Mais wurden bevorzugt, um ein neues Geweih und Energiereserven aufzubauen. Vor allem im Sommer waren sie auch tagsüber auf Feldern geortet worden, da die Vegetation ausreichend Sichtschutz bot. Im Herbst kehrten sie in das Gebiet zurück, wo die Hirschkühe mit ihrem Nachwuchs das ganze Jahr über lebten. Dort blieben sie über den Winter bis zum nächsten Frühjahr. Junge Hirsche streiften in Jugendgruppen weit umher, bis sie etwa ab dem dritten Lebensjahr mit den älteren Hirschen zogen.

Hirschkühe waren standorttreu und im Allgemeinen vorsichtiger. Sie entfernten sich nicht weit vom Waldrand und deckten ihren Energiebedarf vorrangig an wilden Gräsern und Kräutern auf Lichtungen und Stilllegungsflächen. Wenn sie sich aus dem Schutz des Waldes herausbewegten, dann fast ausnahmslos nachts. Straßen wurden von Hirschkühen als Gefahren oder Hindernisse eingestuft und nur selten überquert.

Die tageszeitlichen Maxima der Aktivität lagen bei allen Versuchstieren kurz vor Sonnenaufgang und kurz nach Sonnenuntergang. Bei Hirschen konnte ein signifikanter Anstieg der Aktivität in den Tagen der Brunft nachgewiesen werden. Im Sommer waren die Tiere tagsüber deutlich weniger aktiv als während der anderen Jahreszeiten.

Abstract

The goal of this work was to investigate the spatial and temporal ecology of wild fallow deer (*Cervus dama*) in a territory with various kinds of human use. For this purpose several animals in an 8 km² large forest area in south Brandenburg were equipped with GPS collars recording location and activity data. About 12.000 location fixes and more than 900.000 activity samples collected between 2003 and 2008 allowed to form a comprehensive view of the biology of fallow deer in a human-dominated habitat.

The home ranges of the marked individuals were larger than in other studies. Those of adult males reached up to 5 km² whereas females used smaller areas up to 1.4 km² (MCP). The main component of home ranges as well as location data was forest, while field locations occurred to a lesser extent and mostly during the night.

After shedding their antlers in spring, adult bucks switched to a smaller summer habitat with a high amount of crops such as cereal grain, corn, sunflowers and rape. During the summer they were increasingly often located in fields, thanks to the cover of the vegetation. In autumn, they returned for rutting to the region where females and offspring are living during the whole year, and stayed there through the winter until the next spring. Young males roamed in bachelor groups before joining the elder males at the age of about three years.

Hinds showed a territorial fidelity and were generally more cautious. For foraging outside of the woods they used clearings and wild fields near the border of the forest, which they left almost never during the day. Roads seemed to be a potential risk or barrier and were rarely crossed by females in contrast to bucks, especially yearlings.

Only adult bucks showed a marked increase of activity during the rutting season. Females and males had almost the same circadian rhythm with two peaks of activity. The main activity peaks were around sunrise and shortly after sunset. In general, the activity of fallow deer in the study area was lower during the day than during the night.

1 Einleitung

“For hundreds of thousands of years, our ancestors observed animals hungrily, learning the fine details of their behaviour in order to put the next meal on the table. Even today, the subject of animal behaviour still has a great practical significance.”

(John Alcock, 2005)

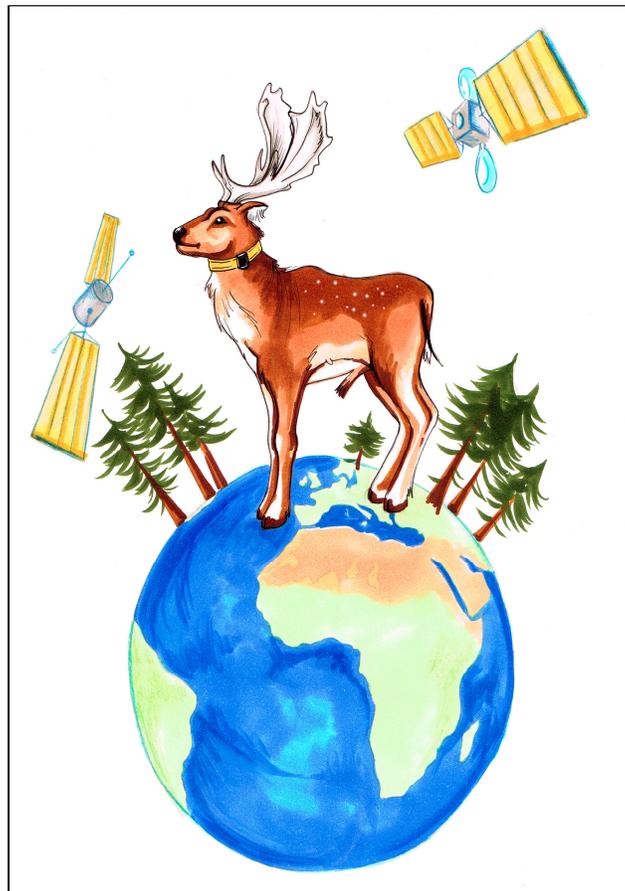


Abb. 1: GPS-Satellitentelemetrie an Damhirschen (Grafik: A. Sárempék).

Die Erforschung der Ethologie großer heimischer Säugetiere hat in Deutschland eine lange Tradition. Es gibt bereits viel Literatur über Rothirsche, Damhirsche und Wildschweine, jedoch ist sie meist veraltet und beinhaltet fast ausschließlich jagdlich relevante Aspekte der Biologie dieser Tierarten. Die Ergebnisse der bisherigen Damwildforschung stützen sich dabei allein auf Sichtbeobachtungen und beschränken sich oft auf Tiere in Gatterhaltung. Die vorliegende Arbeit befasst sich hingegen mit der rein verhaltensbiologischen Erforschung von frei lebenden Damhirschen in einer Kulturlandschaft. Dabei wurde durch die Verbindung von GPS-Satelliten-Telemetrie, Radiotelemetrie, Sichtbeobachtungen und automatisierten Aktivitätsmessungen ein umfassendes Bild dieser Tierart in einem von Menschen land- und forstwirtschaftlich genutzten Lebensraum erstellt.

Der Europäische Damhirsch (*Cervus dama dama* L. 1758) ist neben dem Westeuropäischen Rothirsch, dem Europäischen Wildschwein und dem Europäischen Elch eine der größten wildlebenden Säugetierarten in Deutschland. Während der letzten Eiszeit veränderten sich die Lebensbedingungen derartig, dass die in Mitteleuropa ursprünglich ubiquitär vorkommenden Damhirsche bis auf wenige Restbestände vom Kontinent verschwanden. Ausgehend von diesen überlebenden Populationen in Südosteuropa und Kleinasien wurden alle heute existierenden Populationen des Europäischen Damhirsches im Laufe der letzten 3000 Jahre wohl fast ausnahmslos vom Menschen begründet (PETRAK 1987, BECKER 1999, SIEFKE & STUBBE 2008).

In Deutschland wachsen die wildlebenden Bestände nach zahlreichen Gatterauflösungen und Auswilderungsaktionen der letzten 60 Jahre weiterhin stetig an. Auch die Damwildhaltung in so genannten Fleischgattern zur unkomplizierten Produktion von „Wildbret“ erfährt vor allem in den südlichen Bundesländern beständig Zuwachs. Dabei kommt es immer wieder zu Ausbrüchen von Gattertieren, wodurch neue Damhirsch-Populationen im Freiland entstehen. Anders als für das Reh oder den Rothirsch gibt es für den Damhirsch jedoch erst wenige Arbeiten über das Verhalten in der freien Natur bzw. Kulturlandschaft und seine Ansprüche an den Lebensraum. Über das Raum-Zeit-Verhalten des Damhirsches wurden in den letzten Jahren einige Arbeiten durchgeführt, doch wegen der unterschiedlichen Landschaftsformen, menschlichen Aktivitäten und Größen der Waldgebiete weichen die Ergebnisse in vielen Bereichen weit voneinander

ab. Kenntnisse über die Ökologie und Ethologie dieser in Europa verhältnismäßig neuen Wildart sind nicht nur von wissenschaftlichem Interesse, sondern auch für Landwirte, Jäger und Naturfreunde von wachsender Bedeutung.

Diese Arbeit beinhaltet die Ergebnisse mehrjähriger Beobachtungen einer frei lebenden und planmäßig bejagten Damhirschpopulation in Brandenburg, die auf einige in den 70er und 80er Jahren ausgewilderte Individuen zurückgeht. In diesem Gebiet werden die Agrarflächen und Wälder land- und forstwirtschaftlich intensiv genutzt, so dass das Habitat der beobachteten Hirsche vom Einfluss des Menschen stark geprägt ist. Anhand von GPS-telemetrischen Daten können Bewegungen von besenderten Einzeltieren verfolgt werden, die das natürliche, durch die Untersucher ungestörte Verhalten widerspiegeln. Zusätzlich aufgezeichnete Aktivitätsdaten helfen dabei, bestimmte Bewegungsmuster in einen ethologischen Kontext zu bringen. Durch optische Markierung und radiotelemetrische Sender der zufällig ausgewählten Tiere können weitere Beobachtungen in die Auswertung mit einfließen.

Konkrete Fragestellungen ergeben sich zunächst aus dem Vergleich mit anderen Studien an Damhirschen in freier Wildbahn:

- Wie groß sind die Streifgebiete von männlichen und weiblichen Damhirschen?
- Sind die Tiere standorttreu oder gibt es Wanderungen?
- Sind die Tiere an den Schutz durch Wälder gebunden?
- Gibt es geschlechtliche, altersbedingte, jahreszeitliche oder tageszeitliche Unterschiede in der Nutzung der Streifgebiete?

Weitere Fragen ergeben sich aus Überlegungen, welchen Einfluss der Mensch als Teil der Kulturlandschaft auf das Verhalten der Damhirsche nimmt. Sind sie eher Kulturfolger wie das Reh oder meiden sie den Menschen eher wie zum Beispiel der Rothirsch?

- Welche Kulturpflanzen dienen dem Damhirsch in welcher Jahreszeit als Nahrung?
- Gibt es Hinweise auf die Folgen der Zerschneidung des Lebensraums durch Straßen?

2 *Cervus dama* – Bisheriger Kenntnisstand

„Die Tiere leben in freier Wildbahn gesellig beieinander, erscheinen in ihrem Verhalten sozial verträglich und wenig aggressiv; Damhirsche ordnen sich der menschlichen Hand rasch unter, sie sind leicht zähmbar und pflanzen sich in Gattern oder Wildparks ohne Probleme fort. Zum Haustier im engeren Sinn ist der Damhirsch allerdings nicht geworden.“

(Cornelia Becker, 1999)



Abb. 2.1: Damhirsch und Damhirschkuh in der Winterdecke. (Foto: M. Freimüller)

2.1 Systematik

Der Damhirsch (*Cervus dama*) mit seinen beiden Unterarten, dem Europäischen und dem Mesopotamischen Damhirsch (*Cervus dama dama* bzw. *Cervus dama mesopotamica*), gehört zu den Echthirschen (Plesiometacarpalia oder Cervinae). In diese Gruppe fallen auch andere bekannte Hirscharten wie der Rothirsch, der Sikahirsch, der Axishirsch und der Prinz-Alfred-Hirsch. Zu den Trughirschen (Telemetacarpalia oder Odocoileinae), dem Schwestertaxon der Echthirsche, zählen beispielsweise das Reh, das Rentier und der Elch. Zusammen werden diese beiden Großgruppen als Hirsche (Cervidae) zusammengefasst, die als prominentestes Exklusivmerkmal das jährlich neu gebildete Geweih der männlichen Tiere, beim Rentier auch der weiblichen Tiere haben.

2.2 Geschichte und Verbreitung

Nach aktuellem Forschungsstand ist davon auszugehen, dass der Damhirsch in seiner heutigen Form seit mindestens 250.000 Jahren in Europa und Vorderasien existiert. Damals war er weitaus häufiger vertreten als der Rothirsch. Während der Würm- bzw. Weichsel-Kaltzeit vor 115.000 – 10.000 Jahren starb er in Folge der verschlechterten Lebensbedingungen auf dem europäischen Kontinent fast vollständig aus. In den warmen Gebieten Kleinasiens und Siziliens blieben kleine Populationen erhalten, die von den dort lebenden Menschen in der Stein- und Bronzezeit gejagt und wiederum stark dezimiert wurden. Die Griechen waren aller Wahrscheinlichkeit nach die ersten, die die angeborene Neugier und haltungstechnische Unkompliziertheit der Damhirsche nutzten, um sie einzufangen und in Gattern als Opfertiere für kultische Zwecke zu halten (BECKER, 1999). Mit den Römern kam der „zahme Hirsch“ (REINKEN, 1997), was die wahre Bedeutung und der Ursprung des Namens „*Cervus dama*“ ist, ab dem 1. Jahrhundert n. Chr. als Gattertier wieder in viele Bereiche des Römischen Reiches und Germaniens, vor allem ins heutige England. Später galt er dort als Prestigeobjekt und wurde auch vom Adel in Dänemark und Deutschland für Jagdzwecke und aus Sammelleidenschaft als Gatterwild gekauft. Erst durch die großen Kriege des letzten Jahrhunderts wurden an einigen Stellen durch Zerstörung oder Auflösung der Gatter neue Wildpopulationen in Deutschland begründet, die später durch gezielte

Auswilderungen verstärkt wurden. So erklärt sich die noch heute bestehende ungleiche Verbreitung der Damhirsche in Deutschland mit einem deutlichen Nord-Süd-Gefälle (siehe Abb.2.2).

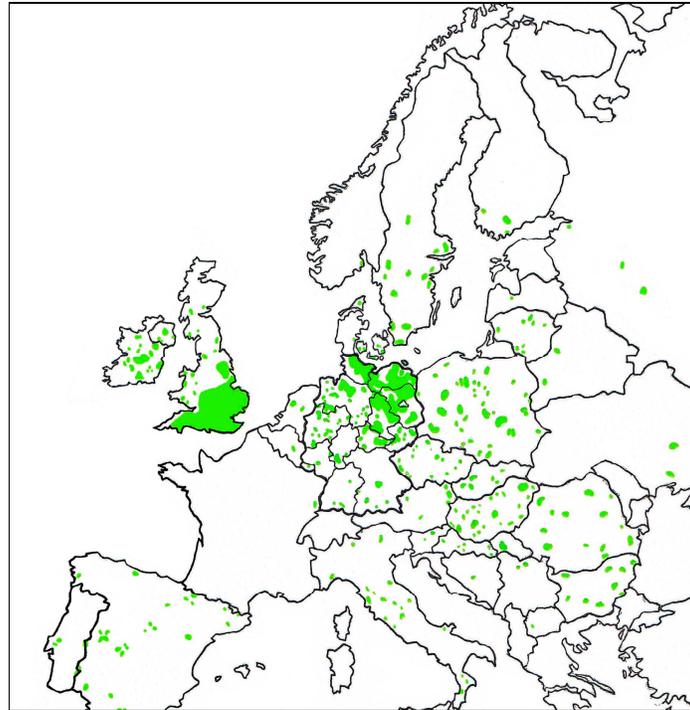


Abb. 2.2: Heutige Verbreitung des Damhirsches in Europa (Zeichnung: A. Sárempék n. SIEFKE & STUBBE, 2008).

Heute besitzt Deutschland die größten Damwildbestände in Freiheit weltweit mit einem Schätzwert von 130.000 Tieren (SIEFKE & STUBBE, 2008). Von Jägern, Förstern und Landwirten wird der Damhirsch lieber als der Rothirsch gesehen, da er nur selten Baumtriebe verbeißt und Baumrinde schält (BOROWSKI & OBIDZINSKI, 2003; CALDWELL et al., 1983; JACKSON, 1977). Eine Besatzdichte von acht bis fünfzehn Tieren pro 100 Hektar kann somit bei Fehlen von Rothirsch und Mufflon als wirtschaftlich und biotisch tragbar angesehen werden (SIEFKE & STUBBE, 2008).

2.3 Äußere Merkmale des Damhirsches

Im Sommer haben Damhirsche ein rotbraunes Haarkleid mit weißen Tupfen und einem schwarzen Aalstrich. Im Winter ist das Fell dunkel graubraun und weniger deutlich gepunktet. Daneben gibt es schwarze und cremeweiße Farbvarianten. Die älteren

Hirsche tragen ein an den Enden schaufelartig verbreitertes Geweih und ein typisches Haarbüschel am Präputium, das in der Waidmannssprache „Pinsel“ genannt wird.

Im Gegensatz zum Reh hat das Damwild einen zirka 20 cm langen oberseits schwarzen und unterseits weißen Schwanz, der in der Waidmannssprache „Wedel“ genannt wird. Dieser wird in Gefahrensituationen senkrecht aufgestellt, so dass das darunter liegende weiße Fell als Signal für das Kalb oder andere Rudelmitglieder sichtbar wird und die Fluchtbereitschaft ausgelöst wird. Die dabei für Damhirsche typischen „Prellsprünge“, bei dem das Tier mit allen Gliedmaßen gleichzeitig kräftig vom Boden abspringt, sind vermutlich zur Abschreckung von Feinden nützlich (SIEFKE & STUBBE, 2008).



Abb. 2.3: Damhirsch und Hirschkuh in der Sommerdecke während der Brunft. (Foto: N. Zimmer)

Erwachsene Hirsche erreichen bei einer Widerristhöhe von zirka 85 cm in der Natur ein Gewicht von zirka 50 – 100 kg je nach Region und Jahreszeit; weibliche Tiere sind mit einer Widerristhöhe von durchschnittlich 75 cm und einem Gewicht von 30 – 50 kg deutlich zierlicher (UECKERMANN & HANSEN, 2002). Da die jagdliche Literatur oft Aufbruchgewichte angibt, das heißt nach Entfernen des Darms und des Geschlinges, weichen die einzelnen Angaben voneinander ab. Damit zählt der Damhirsch zu den mittelgroßen Hirscharten. Als maximales Lebensalter wird 15 – 20 Jahre in freier Wildbahn und zirka 30 Jahre in Gefangenschaft angegeben (SIEFKE & STUBBE, 2008). Limi-

tierend ist dafür vor allem die Abnutzung der Zahnreihen und die damit verbundene mangelhafte Ernährung.

2.4 Brunft und Reproduktion

Die Brunft der Damhirsche findet in Mitteleuropa während der letzten Oktobertage bis in die Anfänge des Novembers statt. Dazu kommen die Hirsche in ein bestimmtes Gebiet, wo sie sich so genannte Brunftkuhlen scharren, den Boden und die Bäume an dieser Stelle mit Drüsensekreten, Urin und Sperma duftmarkieren und typische gurgelnd-stöhnende Laute von sich geben. Brunftplätze sind vor allem unter einer geschlossenen Laubdecke zu finden, vermutlich weil sich dadurch der Geruch und die akustischen Signale der Hirsche konzentrierter halten als unter freiem Himmel (JONES FUR, 1998). Es gibt Hinweise dafür, dass die Hirsche wissen, wo sich die Streifgebiete weiblicher Tiere überschneiden oder wo sich besonders frequentierte Wildwechsel befinden, sie sich aber normalerweise nicht zur Nahrungsaufnahme aufhalten (CLUTTON-BROCK et al., 1988). An solchen Stellen konzentrieren sich die Brunftplätze, die jährlich von den Hirschen zur Fortpflanzung aufgesucht werden. Ob ein Hirsch zum selben Brunftplatz zurückkehrt, liegt in erster Linie daran, ob er im vergangenen Jahr dort Erfolg bei der Begattung von Hirschkühen hatte (APOLLONIO et al., 2003).

Durch das Brunftgeschrei der Hirsche angelockt ziehen die Kühe zu den Brunftplätzen, wo sie selbst bestimmen, mit wem sie sich paaren. CLUTTON-BROCK & MCCOMB (1993) fanden heraus, dass Damhirschkühe sich am Brunftplatz zu Hirschen mit dem größten Harem gesellen – nicht wegen des Hirsches selbst, sondern weil sie dorthin ziehen, wo sich die meisten anderen Kühe befinden. Die Partnerwahl beruht also eher auf einem Herdentrieb, als auf dem Vergleichen der Kondition einzelner Hirsche durch die weiblichen Tiere vor der Paarung.

Eine Langzeitstudie in Irland, wo die Reproduktionsrate von über 300 Damhirschen über 15 Jahre lang verfolgt wurde, ergab, dass es nur etwa zehn Prozent der adulten Hirsche gelang, sich mit Kühen zu paaren. Diese wenigen Hirsche, die sich fortpflanzten, waren sozial stärker als andere. Trotz der erhöhten Anstrengungen, vor allem durch Kämpfe und akustische Kommunikation, ist nach den Forschungsergebnissen die

Lebenserwartung dieser ranghöheren Hirsche höher einzuschätzen als die von sich nicht paarenden Artgenossen (McELLIOT & HAYDEN, 2000).

In den ersten Minuten nach erfolgter Paarung geben Damhirsche besondere Laute von sich, die in der Frequenz ihre anderen Vokalisationen bei weitem übersteigen. McELLIOTT & HAYDEN (2001) gehen davon aus, dass der Hirsch damit seine aktuelle Kondition und Motivation anzeigt und diese seinen Rivalen mitteilt. Möglicherweise werden auf diese Art Konkurrenten von den begatteten Hirschkühen ferngehalten und so das Risiko einer erneuten Begattung mit einem anderen Hirsch reduziert. Außerhalb der Brunft schweigen Hirsche mehr als 10 Monate im Jahr.

Schon ein- bis zweijährige Hirsche begeben sich zur Brunftzeit zu den Brunftplätzen, jedoch ohne das typische Brunftverhalten zu zeigen und vermutlich ohne an der Reproduktion teilzunehmen (PFANNENSTIEL, persönliche Mitteilung). Mit wachsendem Alter steigt ihre soziale Dominanz und damit ihre Fähigkeit, sich gegen ältere Hirsche durchzusetzen, um erfolgreich Kühe zu begatten. In der Regel ist dies zum ersten Mal im Alter von drei möglich (KOMERS et al., 1997).

Ende Mai bis Anfang Juni, also nach einer Tragzeit von zirka 7 Monaten, kommt meist ein Kalb zur Welt. Zwillingsgeburten sind sehr selten und führen schon im Uterus zu einer langsameren Entwicklung (ULMENSTEIN, 1985), was sich in Lebensschwäche und geringerer Größe zeigt. Die Kälber haben normalerweise ein Geburtsgewicht von 4 – 5 kg und eine Widerristhöhe von zirka 60 – 65 cm. Die Prägungsphase an das Muttertier ist nach der ersten Woche vermutlich bereits abgeschlossen. WÖLFEL (1983) hat nach seinen Untersuchungen an Rotwild dem Sekret der Präorbitaldrüsen eine besondere Bedeutung für die Mutter-Kind-Bindung zugeschrieben, das den geruchlichen Kontakt gewährleistet, wenn sich das Muttertier nach Ablegen des Kalbes in Windrichtung entfernt. Das individuelle Erkennen ist vermutlich auch durch das Sekret der Wedeldrüsen möglich.

Aus Beobachtungen von handaufgezogenen Damwildkälbern (ULMENSTEIN, 1985) ist bekannt, dass die neonatale Entwicklung schneller verläuft als beim Rothirsch oder Reh. Das Kalb drückt sich nur in den ersten Tagen bei Gefahr in hohe Vegetation und kann bei Annäherung einer potentiellen Gefahrenquelle bereits fliehen. Nach ein bis zwei Wochen ist es schon in der Lage, dem Muttertier auch während der Flucht zu folgen. Im Alter von

zwei bis drei Wochen nimmt das Kalb zusätzlich zur Muttermilch die erste pflanzliche Nahrung auf. Die Laktation dauert mit vier bis fünf Monaten relativ lang, möglich ist sogar eine Säugezeit von bis zu zehn Monaten (TAYLOR-PAGE, 1962).



Abb. 2.4: Ein neu geborenes Damwildkalb, von der Mutter abgelegt (Foto: M. Boland).

Wie bei vielen sozial lebenden Säugetieren findet man auch bei Damwild „Allosuckling“, d. h. ein Muttertier säugt neben ihrem eigenen Kalb auch andere Kälber (PÉLABON et al, 1998; BIRGERSSON et al., 1991; STAGGE, 1982). Eine starke Bindung des Damwildkalbes zum Rudel konnte auch in der Gatterstudie von ULMENSTEIN beobachtet werden.

Mehrere Beobachtungen (GAEDE, 1986; HEMMER, 2006) deuten inzwischen darauf hin, dass männliche Damkälber tendenziell im Jahresverlauf früher geboren werden als weibliche. Der Grund hierfür wird in der Fitness des zeugenden Hirsches gesucht, ist aber kaum geklärt. Anders als bei anderen Säugetierarten beeinflusst die Fitness des Muttertieres das Geschlechterverhältnis der Neugeborenen nicht (BIRGERSSON, 1998).

2.5 Nahrungswahl

Im Schema der Einteilung von Wildwiederkäuern nach HOFMANN (1989) gehört der Damhirsch dem Intermediärtyp an, angesiedelt also zwischen Konzentratselektierern wie dem Reh und Grasfressern wie dem Wisent. Damit gilt er als recht anspruchslos in seiner Nahrungswahl. Die Landschaft, an die der Damhirsch unsprünglich angepasst ist,

scheint ein Mosaik aus Grasland, Busch und Wald zu sein. Ausgehend von einem Busch- und Waldbewohner, einem „Schlüpfer“ wie dem Reh (HEIDEMANN, 1973), könnte der Damhirsch sich von einer Anpassung an eher dichte Vegetation zu einer zunehmenden Nutzung von freien Flächen, Waldrändern und lichterem Wäldern entwickelt haben. Dafür sprechen neben der Ernährungsweise der Prellsprung mit aufgestelltem Wedel bei Gefahr, die Fortbewegung in Trab oder Galopp und die relativ große massige Gestalt (BUBENIK, 1984) mit dem ausladenden Geweih der Hirsche.

Untersuchungen an einer Population in Nordrhein-Westfalen bestätigten, dass Damhirsche vom Ernährungstyp her einem Intermediärtyp mit größerer Tendenz zum Grasfresser als das Rotwild entsprechen (PETRAK et al., 1991). Die maximale Nischenbreite findet sich beim Damwild im Winter, das heißt in der kalten Jahreszeit ist es am wenigsten nahrungselektiv. Die minimale Nischenbreite, die das Nahrungsoptimum für eine Tierart anzeigt, liegt beim Damwild im Vorfrühling und fällt also mit dem Einsetzen des vegetativen Gräserwachstums zusammen. Das Reh im Vergleich dazu hat seine maximale Nischenbreite im Vorfrühling und seine minimale Nischenbreite im Frühsommer, was es als Konzentratsselektierer auszeichnet. Eine Nischenüberlappung und damit Nahrungskonkurrenz zwischen Damhirsch und Reh ist den Autoren zufolge damit nur in geringem Maße gegeben.

Im Naherholungsgebiet Kottenforst bei Bonn, nicht weit entfernt von Petraks Untersuchungsgebiet, wurde von BOSCH (1997) eine weitere Studie zur Nutzung des Lebensraums durch Reh und Damwild im Vergleich durchgeführt. Er führt aus, dass die Schaffung von Ruhezeiten, das Anlegen von Wildwiesen und die Pflege der Wegränder forstliche Maßnahmen sind, die von Damwild und Reh sehr gut genutzt werden und den Wildschaden an Land- und Forstwirtschaft senken. Eine Winterfütterung ist außer in Notzeiten in Deutschland nicht angebracht und in einigen Bundesländern wie Brandenburg sogar verboten (Landesjagdverband Brandenburg, 2007).

Neuere Untersuchungen zur Abundanz von Damhirschen in der Schorfheide, Brandenburg, ergaben, dass das Vorkommen von Damhirschen mit der Vegetationsform in engem Zusammenhang steht. Damhirsche bevorzugen Kiefernwälder mit Drahtschmiele (*Deschampsia flexuosa*) in der Krautschicht deutlich gegenüber anderen Forstarten (KLENK, 2009). Entscheidend dafür seien die Kombination aus dem

Vorhandensein von Nahrung und Deckung. Auf die Bedeutung von Draht-Schmiele, anderen Gräsern, Beerenblättern, Feld- und Baumfrüchten in der Ernährung von Damhirschen weisen auch SIEFKE & STUBBE (2008) hin.

2.6 Rudelverhalten

Damhirsche leben, anders als Rothirsche, in einem sich in der Zusammensetzung ständig verändernden Rudel. Es gibt keine stabilen Verbände, die einzig konstante Verbindung besteht zwischen einem Muttertier und seinem Kalb. Rudel aus jungen Hirschen, älteren Hirschen oder Kühen mit Jungtieren können genauso beobachtet werden wie gemischte Rudel. Die Untersuchungen von SIEFKE & STUBBE (2003) ergaben, dass die Streifgebiete der einzelnen Individuen überwiegend konstant seien und sich zu verschiedenen großen Anteilen mit denen von Artgenossen überschneiden. Die Vermutung besteht, dass sich ein Tier mit denjenigen zu einem Rudel zusammenschließt, mit denen es sich gerade im gemeinsamen Anteil des Streifgebietes befindet.

APOLLONIO et al. (1998; 2004) untersuchten das Sozialverhalten und die Raumnutzung von Damwild in einem Gatter von 4650 ha Größe in der Nähe von Pisa, Italien. Sie stellten fest, dass männliches und weibliches Wild in unterschiedlichen Arealen lebt und nur während der Brunft in ein gemeinsames Gebiet wandern. Die Hirsche bevorzugten im dortigen Untersuchungsgebiet vor allem offenes Grasland, während sich die Kühe mit ihrem Nachwuchs eher auf Lichtungen und in Wäldern aufhielten und nur im Winter auf offenen Wiesen zu finden waren. Im Offenland bildeten sich größere Rudel als in geschlossener Vegetation. Die von den Autoren beobachtete großräumige Trennung von männlichem und weiblichem Wild begründen sie damit, dass Tiere, die mit ihren Nachkommen in einer Gruppe leben, vorsichtiger gegenüber möglichen Prädatoren sind. Hirsche hingegen erkundeten mehr ihre Umwelt nach den besten Äsungsmöglichkeiten und nahmen weniger Rücksicht auf Risiken. Im Allgemeinen waren bei dieser Untersuchung die Streifgebiete der Hirsche kleiner als die der Kühe.

Eine Studie zum Rudelverhalten von weiblichem Damwild in Italien (FOCARDI & PECCHIOLI, 2005) ergab, dass die Häufigkeit der Nahrungsaufnahme und die Synchronisation der Bewegungen der einzelnen Individuen abnehmen, je größer das Rudel ist. Die Autoren beobachteten, dass die am Rand der Gruppe äsenden Tiere häufiger Nahrung zu sich

nahmen als diejenigen in der Mitte. Dies wurde damit begründet, dass im Zentrum der Gruppe das Nahrungsangebot durch die Konkurrenz der anderen fressenden Tiere schrumpft. Ein Vorteil jedoch, sich in mitten des Rudels aufzuhalten, ist der Schutz vor Prädatoren. Nach dieser Untersuchung scheint es in der Regel kaum eine Durchmischung der Gruppe zu geben; manche Tiere haben eine stärkere Neigung als andere, immer im Zentrum der Gruppe zu bleiben, während andere die meiste Zeit am Rand zu finden sind. Eventuell dauert aber das Wechseln der Herdenmitglieder länger, als es in der Untersuchung berücksichtigt wurde. Die Tiere, die am Rande der Gruppe ästen, verloren leicht den Anschluss zur Gruppe, weil sie sich in ihren Bewegungen nicht so sehr an die anderen Rudelmitglieder anpassten. Die Synchronisation bei der Fortbewegung ist eine zentrale Voraussetzung für den Zusammenhalt innerhalb einer Gruppe und wird zunehmend erschwert durch eine dichter werdende Vegetation.



Abb. 2.5: Rudel aus Damhirschkühen mit ihrem Nachwuchs von zwei Jahren (Foto: D. Goebel-Berggold).

Von GILBERT & HAILMAN (1966) wurde in einem Gatter in Durham, USA beobachtet, dass in einem weiblichen Damwildrudel ein Leittier existiert. Dies konnte von FOCARDI und PECCHIOLI nicht bestätigt werden und auch sonst finden sich dazu keinerlei Hinweise in der bisherigen Literatur über den Damhirsch.

2.7 Lebensraumnutzung

Eine Studie in Sachsen gab Hinweise auf saisonale Streifgebietsverlagerungen von Hirschen, welche offenbar schon in jungem Alter ausgeprägt und später beibehalten werden (NITZE, 2003). Sommereinstände befanden sich in Abhängigkeit von Deckung und Äsungsangebot nur zeitweise auf den Feldern. Bei Hirschen fiel eine hohe individuelle Brunftgebietstreue auf. Bei den Kühen zeigte sich eine hohe Stabilität der Hauptstreifgebiete im Jahresverlauf. Um die Zeit der Geburt herum waren die Aktionsräume deutlich kleiner. Zur Brunft konnten kurze Exkursionen zu Brunftplätzen außerhalb des Streifgebietes beobachtet werden.

SIEFKE & STUBBE (2003) stellten fest, dass die Größe des Streifgebietes mit der Äsungskapazität negativ korreliert. Zwischen Januar und März seien die Aktionsräume jedoch generell deutlich kleiner, da Damhirsche im Winter insgesamt eine geringere Bewegungsaktivität zeigten, um den Energiebedarf möglichst gering zu halten. Im gesamten Jahr beobachteten die Autoren eine ausgeprägte Raumtreue der Kühe, die einzige Ausnahme bildete hierbei das Aufsuchen von Brunftplätzen im Herbst. Sowohl bei Hirschen als auch bei Kühen wurde von SIEFKE & STUBBE (2003) das erhöhte Frequentieren der Felder in der Vegetationsperiode festgestellt. Streifgebietsverlagerungen im Vergleich von Sommer und Winter kamen aber nur bei Hirschen vor. Insgesamt nutzten Hirsche im Jahreslauf etwa doppelt so viel Fläche wie weibliches Damwild.

2.8 Tages- und jahreszeitlicher Rhythmus

Der Jahresrhythmus der Damhirsche ist in der Jagdliteratur ausführlich beschrieben (DAVID, 2005; UECKERMANN & HANSEN, 2002). Ende April werfen Damhirsche ihr Geweih ab, um sogleich ein neues nachzuschieben. Bis September legt sich der Hirsch in der so genannten „Feistzeit“ möglichst viele Energiereserven zu. Ende August ist das Geweihwachstum abgeschlossen und die Basthaut beginnt abzusterben. Der Hirsch „fegt“, das heißt er reibt sein Geweih an Bäumen und Büschen, um die abgestorbene Haut abzustreifen. Durch die Pflanzensäfte erhält das Geweih seine typische bräunliche Farbe. Nach dem Fegen ziehen die Hirsche zu den Brunftplätzen, wo sie bis November keine Nahrung mehr aufnehmen. Im Untersuchungsgebiet der vorliegenden Arbeit findet die

Brunft in der letzten Oktober- und der ersten Novemberwoche statt. Damkühe bringen zwischen Ende Mai und Juli in der Regel ein Kalb zur Welt und säugen es in den folgenden Monaten. Sie ziehen zur Brunft an die Brunftplätze, wo sie sich mehrmals mit Hirschen paaren, und kehren danach wieder in ihre Streifgebiete zurück.

Dass Damwild nicht ausgeprägt tag- oder nachtaktiv ist, zeigen mehrere Studien. SIEFKE & STUBBE (2003) erkannten, dass die Tagesaktivität durch Störungen reduziert wird. In ungestörten Gebieten konnten sie drei Aktivitätspeaks feststellen: ganzjährig morgens zwischen 7:30 und 8:30 Uhr, mittags und spät nachmittags. In wie weit die nächtliche Aktivität und die Umstellung zwischen Sommer- und Winterzeit bei der Berechnung dieser Peaks mit eingeflossen ist, bleibt unklar.

Bei der Auswertung der Aktivitätsdaten zweier unserer Versuchshirsche im Rahmen einer Diplomarbeit traten die höchsten Messwerte in der Zeit der Brunft auf. Die niedrigsten Werte fanden sich im Sommer während der Feistzeit. Tagsüber waren die Tiere signifikant weniger aktiv als nachts. Zwei tageszeitliche Aktivitätspeaks konnten ermittelt werden: morgens etwa bei Sonnenaufgang und abends etwa eine Stunde nach Sonnenuntergang (HECKMANN et al., 2007).

Nach GREMSE (2004) können die in den Halsbändern aufgezeichneten Aktivitätsdaten nicht zur Interpretation von Verhaltensweisen, wohl aber als Anhaltspunkte für Ruhe- und Aktivitätsphasen herangezogen werden. Die Diplomarbeit von FÖRSTER (2008) zur Aussagekraft der Aktivitätsdaten bestätigt dies.

3 Material und Methoden

“All too often, radio [and GPS] tagging suffers from what might be called the 'James Bond' syndrome, from the film character's attitude that sophisticated equipment is 'pick-up-and-go'.”

(Robert E. Kenward, 2001)

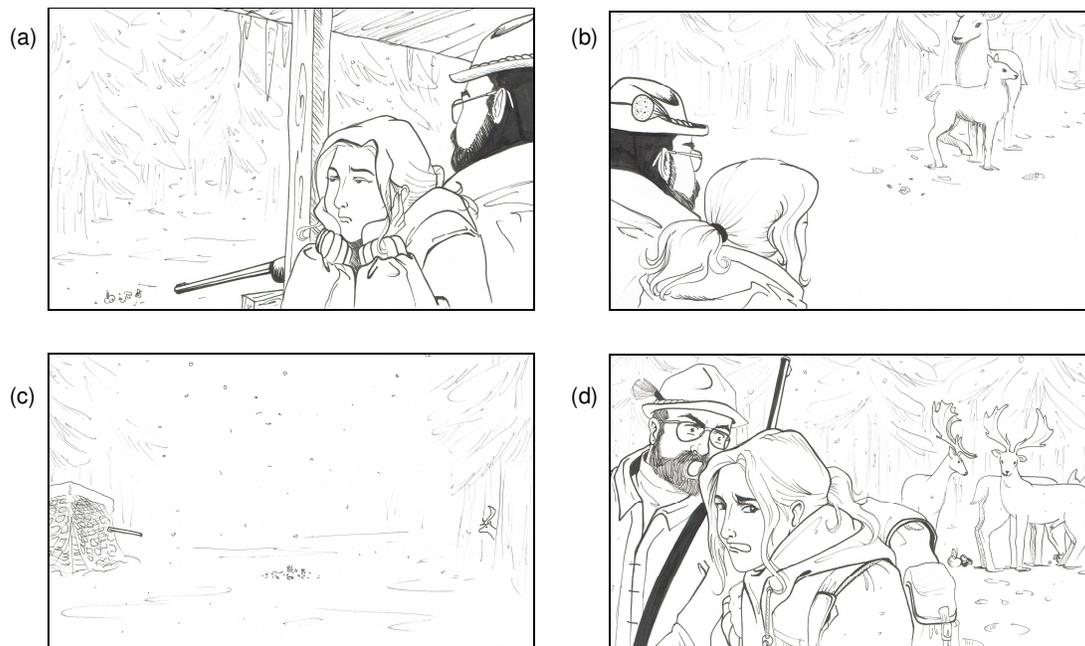


Abb. 3.1: Vier Beispiele aus 100 verschiedenen Möglichkeiten für vergeblichen Anstz zum Besndern der Versuchstiere: a) Es kommt keiner. b) Kalb steht immer im Weg. c) Misstraurischer Hirsch guckt raus und geht wieder. d) Es ist dunkel, wir packen ein – und da sind sie. (Zeichnungen: A. Sárempek)

3.1 Untersuchungsgebiete

Die vorliegende Studie wurde im Bundesland Brandenburg durchgeführt. Die Verträglichkeit der Sendehalsbänder wurde zunächst in einem Damwildgatter in einem Pilotprojekt überprüft. Nachfolgend wurden wild lebende Damhirsche in zwei unterschiedlichen Revieren zufällig ausgewählt und dienten für unterschiedliche Laufzeiten als Probanden.

3.1.1 Damwildgatter „Rädikow“

Für erste kontrollierte Studien zur Materialverträglichkeit und Einstellung der Parameter am Aktivitätssensor wurden Tiere aus dem Damwildgatter der Landesforstanstalt Eberswalde in Rädikow, zirka 50 km nordöstlich von Berlin besendert. Das Gatter umschließt zirka 12 ha Wald und Freiflächen, die mit Gräsern und verschiedenen Feldfrüchten bewachsen sind. Zum Zeitpunkt der Versuche bestand das Damwildrudel im Gatter aus 17 Individuen.

3.1.2 Untersuchungsgebiet „Lühsdorf“

Die eigentliche Studie fand hauptsächlich in einem Gebiet bei Lühsdorf statt, das im Naturpark Nuthe-Nieplitz zirka 60 km südlich von Berlin liegt (Abb. 3.3). Der Naturpark umfasst etwa 625 km² Fläche und wurde 1992 als erstes Naturschutz-Großprojekt Brandenburgs eingerichtet. Neben einer durch die Nutzung als militärischer Truppenübungsplatz entstandenen trockenen Heidelandschaft im Süden beinhaltet der Naturpark eine Seenkette und Abschnitte der beiden Flüsse Nuthe und Nieplitz, Feuchtwiesen, trockene Wälder und Binnensalzstellen. Der Naturpark bietet einer artenreichen Fauna Lebensraum. An größeren Säugetieren finden sich neben Damhirschen auch Rothirsche, Rehe, Wildschweine, Füchse, Dachse, Feldhasen, Nutrias und Fischotter.

Die Jagdreviere haben sich zu Hegegemeinschaften zusammengeschlossen und bewirtschaften das Wild gemeinsam. Die Jagdzeit beginnt jährlich am 1. September und endet am 31. Januar, das heißt, zwischen 1. Februar und 31. August ist Schonzeit. Für Kälber und Einjährige (Spießler bzw. Schmaltiere) dauert die Schonzeit nur vom 1. März bis zum 30. Juni.

Die Damwildpopulation geht auf mehrere gezielte Auswilderungen von insgesamt zirka 30 Tieren in den Jahren 1976 bis 1978 zurück. Die Tiere stammten aus Königswusterhausen, Nedlitz und Flottstelle in Brandenburg. Heute wird angestrebt, die Wilddichte bei 2–3 Tieren pro 100 Hektar Bezugsfläche (Wald + Schilf + 200 m umgrenzendes Offenland) zu halten.



Abb. 3.2: Kiefern-Drahtschmielen-Forst im Untersuchungsgebiet „Lühsdorf“.

Die Besenderung der Damhirsche fand in einem zirka 8000 ha großen Waldgebiet inmitten des Naturparks statt. Den Baumbestand bilden fast ausnahmslos Waldkiefern (*Pinus sylvestris*) verschiedener Altersklassen, die forstlich genutzt werden. Lichtungen in Wäldern werden zu einem kleinen Teil als Wildacker bestellt. Vereinzelt kommen einige andere Baumarten wie Birke (*Betula pendula*), Buche (*Fagus sylvatica*), Stieleiche (*Quercus robur*), Traubeneiche (*Quercus petraea*), Robinie (*Robinia pseudoacacia*), Esche (*Fraxinus excelsior*) und Eberesche (*Sorbus aucuparia*) vor. Die Krautschicht im Wald wird überwiegend von Draht-Schmiele (*Deschampsia flexuosa*) gebildet, daneben kommen verschiedene andere Süßgrasarten (Pfeifengras (*Molinia spec.*), Honiggras (*Holcus spec.*), Sandrohr (*Calamagrostis epigejos*), Waldreitgras (*Calamagrostis arundinacea*)), Moose, Flechten, Pilze und vereinzelt Heidekraut (*Erica spec.*) vor. Auf den angrenzenden Feldern und Wiesen wird intensive Landwirtschaft vorwiegend durch die Agrar-GbR Wittbrietzen betrieben, die Auskunft über die jährlichen Anbau-

und Erntedaten gab. Es werden in erster Linie Mais, Getreide, Raps, Spargel, Sonnenblumen und Gras für Silage angebaut. Nur wenige Flächen liegen brach und können sich wild entwickeln. Die Ortschaften um das Waldgebiet herum sind teils durch Kreis- und Landesstraßen, teils durch Feld- und Waldwege miteinander verbunden. Von der Bevölkerung Berlins und des Umlandes wird die Region gerne für Freizeitaktivitäten wie Wandern, Radfahren, Reiten, Joggen, Nordic Walking und die Pilzsuche genutzt.



Abb. 3.3: Der Naturpark Nuthe-Nieplitz und die Untersuchungsgebiete „Lühsdorf“ (gestrichelt) bzw. „Wiesenhagen“ (gepunktet) im südlichen Brandenburg. (Quelle: LANDESUMWELTAMT BRANDENBURG, 2009).

3.1.3 Untersuchungsgebiet „Wiesenhagen“

Ein weiteres Projekt wurde in einem Waldgebiet bei Wiesenhagen, das am östlichen Rand des Naturparks Nuthe-Nieplitz liegt und darüber noch hinausgeht (Abb. 3.3), gestartet. Durch den Wald führt dort die Bundesstraße 101, die innerhalb des nächsten Jahres mehrspurig ausgebaut werden soll. Daneben zieht eine viel befahrene ICE-Strecke durch das Gebiet. Aus organisatorischen Gründen musste die Studie in diesem Gebiet recht bald abgebrochen werden, so dass nur zwei weibliche Tiere besendert werden konnten. Eines davon wurde schon zirka 3 Wochen nach dem Start der Datenaufnahme tot aufgefunden, so dass letztlich nur die Daten einer einzigen Hirschkuh aus Wiesenhagen bleiben. Diese werden in der Auswertung nur zur Untersuchung der Lebensraumzerschneidung durch Straßen verwendet.

3.2 Untersuchungszeitraum und Klima

Am 25.02.2003 startete die Pilotstudie im Forschungsgatter Rädikow um zu prüfen, ob es Beeinträchtigungen der Tiere durch die Halsbänder gibt, und um gegebenenfalls das Material zu korrigieren. Einem zweijährigen Hirsch und einer dreijährigen Kuh wurde jeweils ein Senderhalsband für einen Zeitraum von mehreren Monaten angelegt. Regelmäßige Sichtbeobachtungen fanden bis zur Abnahme der Halsbänder am 13.09.2003 bzw. 11.10.2003 statt. Parallel dazu wurden einige Halsbänder stationär an bestimmten Orten aufgehängt, um die Ausbeute und die Streuung der Positionsdaten beurteilen zu können.

Die Tiere waren den Beobachtungen zufolge in ihrem Verhalten nicht beeinträchtigt, so dass die Freilandstudie mit der Besenderung der ersten Damhirschkuh *Lena* am 23.08.2003 beginnen konnte. Die Immobilisation des letzten besenderten Hirsches *Oskar* fand am 28.10.2005 statt. Tabelle 3.1 zeigt die Daten der Besenderung und Erlegung der einzelnen Versuchstiere mit den zugehörigen Halsbandnummern.

Für die Datenauswertung wurden Aufzeichnungen der Wetterstationen Michendorf und Jänickendorf verwendet. Der Beginn und das Ende der Vegetationszeit der einzelnen Jahre wurde an den Bodentemperaturen in 2 cm Tiefe und dem Entwicklungsstand phänologischer Weiserpflanzen bestimmt.

3.3 Versuchstiere

Im Freiland wurden in den Jahren 2003 bis 2005 insgesamt fünf weibliche und vier männliche Damhirsche in den beiden Untersuchungsgebieten besendert. Tabelle 3.1 gibt eine Übersicht über die Versuchstiere, den Besenderungsort und -zeitpunkt sowie gegebenenfalls den Tag der Wiedergewinnung des Halsbandes durch jagdliche Erlegung des Tieres. Die Hirschkuh *Merle* (Halsband-Nr. 679) wurde, wie bereits erwähnt, wenige Wochen nach der Besenderung tot neben den ICE-Gleisen, die durch das Untersuchungsgebiet Wiesenhagen führen, aufgefunden. Aller Wahrscheinlichkeit nach war sie von einem fahrenden Zug ergriffen worden. Die wenigen aufgezeichneten Daten gingen in die Auswertung nicht mit ein.

Die Immobilisation erfolgte mit einem Narkosegewehr (Dan-Inject „JM Special 25“) von einem Ansitz oder Versteck aus, vor dem das Wild mittels Kirtung (Äpfel, Kastanien, Zuckerrüben) angelockt wurde. Während der Brunft konnten Hirsche auch angepirscht werden. Als Narkosemittel wurde zwischen 3,0 und 3,2 ml Hellabrunner Mischung (WIESNER, 1988) bestehend aus Xylazin (Rompun®) und Ketamin (Ketanest®) im Verhältnis 5:4 intramuskulär injiziert. Teilweise wurde zum schnelleren Aufwachen Atipamezol (Antisedan®) ebenfalls i.m. appliziert.

Tab. 3.1: Versuchstiere in den Untersuchungsgebieten Lühsdorf und Wiesenhagen.

Halsband	Tier	Sex	Ort	Besenderung	Erlegung / Tod
588	Lena, ~3-jährig	♀	Lühsdorf	23.08.2003	07.01.2009
589	Kirsten, ~1-jährig	♀	Lühsdorf	24.08.2003	16.12.2006
586	Ludwig, ~5-jährig	♂	Lühsdorf	01.11.2003	26.10.2007
686	Basti, ~1-jährig	♂	Lühsdorf	16.07.2004	05.01.2007
590	Johanna, ~5-jährig	♀	Lühsdorf	23.10.2004	-
587	Karlchen, ~2-jährig	♂	Lühsdorf	28.10.2004	07.02.2006
679	Paula, ~5-jährig	♀	Wiesenhagen	03.09.2005	-
592	Merle, ~8-jährig	♀	Wiesenhagen	11.09.2005	24.09.2005
593	Oskar, ~5-jährig	♂	Lühsdorf	28.10.2005	28.10.2008

Den Versuchstieren wurden jeweils zwei Halsbänder umgelegt: ein GPS-Halsband aus gelbem Kunststoff und ein Sichthalsband aus Leder, auf dem ein 10x10 cm großes

Emailschild mit einem Buchstaben oder einer Zahl angebracht war. Außerdem wurden rechts und links Ohrmarken mit einem fünfstelligen Zahlencode befestigt. Nach der Freilassung erfolgte eine Meldung an die örtlichen Jäger und Förster, dass die besenderten Tiere nicht erlegt werden dürfen und Sichtungen weitergegeben werden sollten. Abbildung 3.4 zeigt *Karlchen* in Narkose mit den gerade angebrachten Halsbändern kurz vor seiner Freilassung.



Abb. 3.4: Zweijähriger Hirsch Karlchen in Narkose bei der Besenderung am 28.10.2004. Es wurden ein GPS-Halsband, ein Sighthalsband und zwei Ohrmarken angebracht. (Foto: E. Gleich)

Die Tierversuche waren gemäß §8a des Tierschutzgesetzes beim Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz in Potsdam angezeigt. Ursprünglich war geplant, zwischen 15 und 20 Versuchstiere zu besendern, was aber nicht umgesetzt werden konnte. Wegen der geringen Wilddichte und der scharfen Bejagung verliefen die meisten Anstöße mit dem Versuch, ein Tier zu narkotisieren, erfolglos (siehe Abb. 3.1 a-d).

3.4 GPS-Telemetrie, Radiotelemetrie und Aktivitätsmessung

Die verwendeten Halsbänder des Systems „GPS-Plus“ der Firma VECTRONIC Aerospace enthalten mehrere Funktionseinheiten (Abb. 3.5):

- GPS-Empfänger für die Positionsbestimmung des besenderten Tieres, der in einem programmierbaren Intervall eine Ortung vornimmt.
- GSM-Sendeeinheit für den Transfer von Positionsdaten per Mobilfunk
- VHF-Radiosender, um das Tier vor Ort radiotelemetrisch mit einer Antenne anzupeilen
- Batterie mit einer Laufzeit von zirka 2 Jahren bei 6 Messungen pro Tag
- Beschleunigungssensor, der die auf ihn einwirkenden Kräfte in zwei Ebenen misst und daraus die Aktivität widerspiegelt
- Temperatursensor
- Chip zur Speicherung der Positions- und Aktivitätsdaten und Temperatur

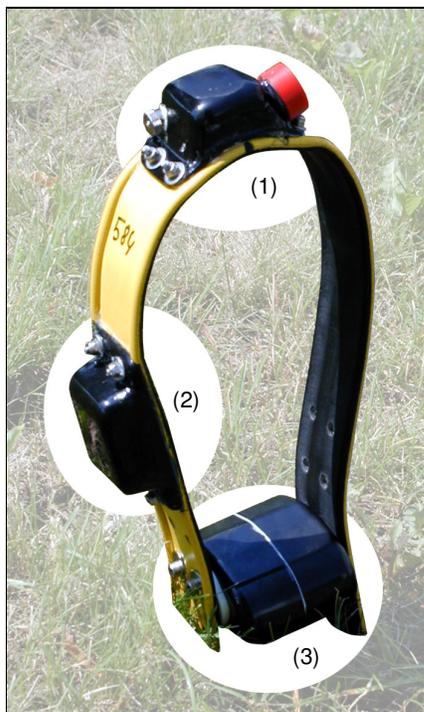


Abb. 3.5: Aufbau des GPS-Halsbandes.

- 1) GPS-Sensoreinheit mit Aktivitätsmesser. Wenn sich das Halsband nicht am Tier befindet, wird es durch Magneten (rot) deaktiviert.
- 2) GSM-Sendeeinheit und VHF-Radiosender.
- 3) Batterie.

Die GPS-Empfänger in den Halsbändern wurden für den Großteil der Messperiode auf einen 4h-Rhythmus programmiert. Die genauen Zeitpläne für die Messungen finden sich im Anhang in Tabelle 8.1. Kurz nach der Messung und Speicherung auf einem internen Chip werden die Positionsdaten über das GSM-Netz an einen Server versendet, von dem sie wiederum per E-Mail an den Benutzer übermittelt werden. Die Aktivitätsdaten können dagegen nur direkt aus dem Halsband über eine Kabelverbindung ausgelesen

werden und liegen daher erst dann vor, wenn das Halsband dem Tier wieder abgenommen wurde. Bei allen Tieren geschah dies nach der Erlegung.

Die einzelnen Halsbänder waren von unterschiedlicher Qualität. Die Halsbänder 586, 587 und 589 hatten jeweils einen technischen Defekt (SCHULTE, persönliche Mitteilung), was sich in fehlerhafter Aufzeichnung von Positions- und Aktivitätsdaten und einer nicht funktionierenden GSM-Übertragung äußerte.

3.5 Datenauswertung und Analyse

Die über das GSM-Netz von D2-Vodafone übertragenen Positionsdaten enthalten folgende für die weitere Bearbeitung wichtigen Angaben:

- Datum und Uhrzeit der Messung in UTC
- ECEF-Koordinaten (Earth Centered Earth Fixed)
- DOP (Dilution of Precision)
- Navigation (abhängig von der für die Ortung zur Verfügung stehenden Satelliten)
- Validierung (Überprüfung der Position durch mehrfache Berechnung)

Die in einem anderen Datensatz gespeicherten Aktivitätsdaten wurden anhand der Beschleunigungsänderung des Halsbandes jeweils in X- und Y-Richtung gemessen. Diese Werte wurden sechs bis acht Mal pro Sekunde aufgenommen, über fünf Minuten gemittelt und abgespeichert.

Die digitalen Landkarten (Rasterdaten) im Maßstab 1:25.000 und 1:10.000 vom Landesvermessungsamt Brandenburg lagen im Gauss-Krüger-Koordinatensystem vor. Zur Transformation der Positionsdaten diente so lange ein eigens dafür erstelltes Programm (LABONDE, 2003), bis im Programm *GPS Plus* des Halsbandherstellers Vectronic Aerospace die entsprechende Funktion mit aufgenommen worden war.

Zur weiteren Datenverarbeitung wurden die Programme *Microsoft Excel 2003*, *SPSS 16.0* sowie die Geoinformationssysteme *ArcView 3.2* und *ArcGIS 9.0* verwendet. Die Datensätze wurden zunächst nach misslungenen oder fehlerhaften Messversuchen gefiltert und danach weiterbearbeitet.

Die Ausbeute zeigt den Anteil der tatsächlich festgestellten Positionen im Verhältnis zu der Anzahl der eingestellten Messversuche. Sie ist abhängig von der Menge der empfangenen Satellitensignale, die wiederum von der freien Sicht zum Himmel abhängt. Dichte Vegetation kann zu einer schlechteren Ausbeute führen (JANEAU et al., 2004).

Zur Bestimmung der Streifgebiete wurden zwei Berechnungsmethoden herangezogen. Zum einen wurde das gesamte Streifgebiet eines Versuchstieres als MCP (Minimal Convex Polygon) angegeben. Dafür werden die äußeren Punkte so miteinander verbunden, dass ein konvexes Polygon entsteht, in dem alle anderen Punkte liegen (DALKE, 1942). Die zweite Methode berechnet mit Hilfe der Software *Animal Movement 2.0* (HOOGE & EICHENLAUB, 1997) das Streifgebiet, in dem sich das beobachtete Tier mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit aufgehalten hat. In dieser Arbeit wurde „Kernel 90 %“ verwendet, das heißt das Kerngebiet, in dem sich das Versuchstier mit einer Wahrscheinlichkeit von 90 % aufgehalten hat. Die Grenzen des Kerngebiets können dabei über die des MCP hinausgehen. Die Ergebnisse der Kernelberechnung hängen von dem Glättungsfaktor h ab, der nach einer vorhergehenden Betrachtung auf 150 für weibliche und 400 für männliche Tiere gesetzt wurde.

Zur Berechnung der Häufigkeit der Straßenüberquerungen kam ebenfalls *Animal Movement 2.0* zum Einsatz. Die Positionsdaten wurden damit chronologisch miteinander verbunden. Die Anzahl der Kreuzungsstellen mit den betreffenden Straßen wurde danach auf der Landkarte ausgezählt.

Zur Auswertung der Aktivitätsdaten wurde das vom Hersteller der Halsbänder Vectronic Aerospace entwickelte Programm *Activity Pattern* verwendet. Damit lassen sich die aufgezeichneten Daten in Form eines Aktogramms darstellen oder statistische Zusammenfassungen nach Datum und Uhrzeit berechnen. Wie in einer früheren Arbeit gezeigt wurde (HECKMANN, 2007), korrelieren die beiden Aktivitätswerte X und Y, so dass hier nur auf die X-Werte zurückgegriffen werden kann. Die absolute Höhe der Aktivitätswerte, angegeben in Zahlen zwischen 0 und 255 (Hexadezimalsystem), ist nicht unwesentlich durch die Festigkeit der Anbringung am Tier gekennzeichnet. Da diese nicht standardisiert war, werden bei der Auswertung nur die individuellen Änderungen berücksichtigt. Vergleiche der absoluten Aktivitätswerte zwischen einzelnen Tieren sind nicht möglich.

Um festzustellen, ob die Daten einen circannualen Rhythmus aufweisen, wurde nach der Cosinor-Methode eine Regression mit einer Sinusfunktion (Periodenlänge ein Jahr) berechnet. Für die Verteilung der Aktivität auf den hellen und dunklen Teil der Photoperiode (Tag / Nacht) wurde ein Diurnality Index nach der folgenden Formel berechnet:

$$I_d = \frac{n_T - n_N}{n_T + n_N}$$

I_d : Diurnality Index (Tagaktivitätsindex)

n_T : Anzahl der Positionen am Tag

n_N : Anzahl der Positionen in der Nacht

4 Ergebnisse

„Tatsächlich fehlen uns stärker, als man sich das bislang wohl klargemacht hat, genaue Kenntnisse – und nicht nur Faustzahlen und Ansichten – über Verbreitungsdichten, Umweltansprüche und Fortpflanzungskapazitäten ... [nämlich] wie sich diese Dinge jeweils unter den örtlichen Sonderbedingungen ausnehmen und bestandes- oder populationsspezifisch voneinander abweichen.“

(Hartmut Gossow, 1999)

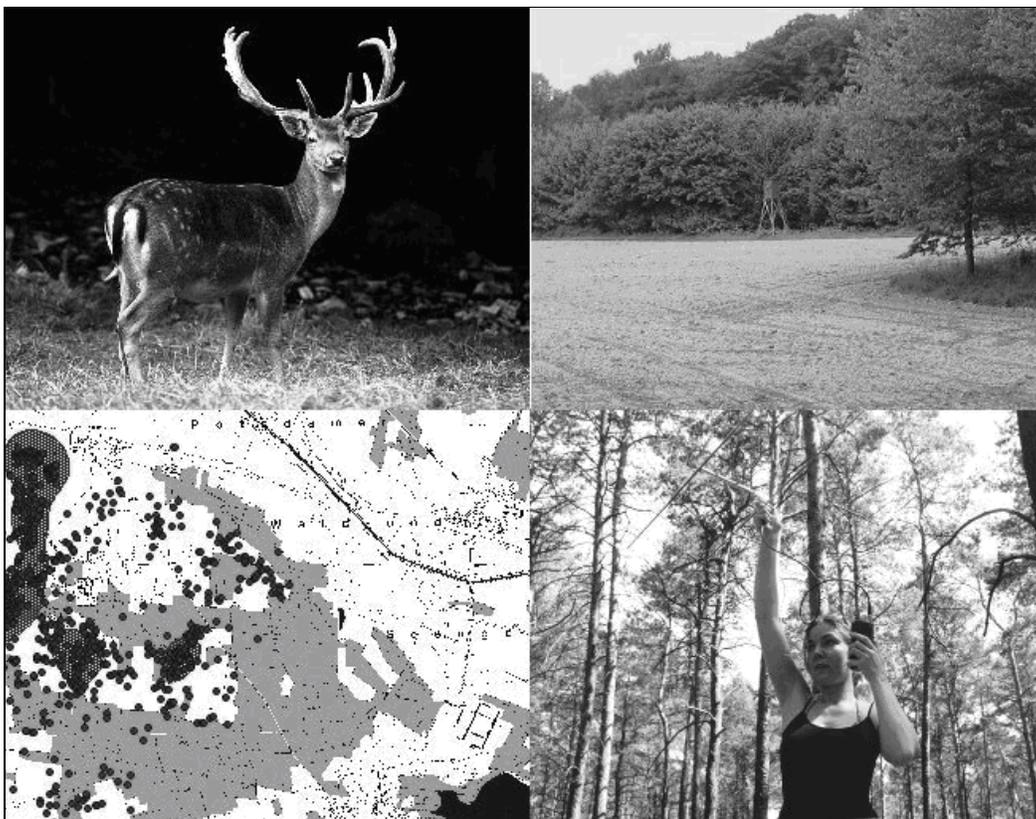


Abb. 4.1: Vom Hirsch zum Punkt auf der Karte – Impressionen der Datenaufnahme.

4.1 Allgemeine Analyse der Datenaufnahme

4.1.1 Verträglichkeit der Halsbänder

In den Gatterversuchen konnte keine Beeinträchtigung der Versuchstiere durch die Anbringung der Halsbänder festgestellt werden. Das Rudel wurde über mehrere Wochen beobachtet, so dass eine Materialunverträglichkeit oder Verhaltensstörungen nach der Besenderung auszuschließen sind. Im Freiland wurde außerdem beobachtet, dass alle besenderten Hirsche in gewohnter Weise brunfteten und die besenderten Kühe jedes Jahr ein gesundes Kalb zur Welt brachten.

4.1.2 Fehlerquellen bei der Datenaufnahme

a) Prüfung der Technik vor und nach dem Einsatz im Feld

Jedes Halsband wurde vor seinem Einsatz im Feld stationär geprüft. Bei allen Halsbändern lag die Ausbeute auf dem Firmengelände von Vectronic Aerospace unter freiem Himmel bei 100 %. Ein Test des Halsbandes 686 nach der Abnahme vom Versuchstier ergab weiterhin eine Ausbeute von 100 %. Die Technik ist also während des Untersuchungszeitraumes nicht beschädigt worden. Auch in Studien von ZWEIFEL-SCHIELLY (2005) war die Ausbeute der GPS-Halsbänder während stationärer Tests wesentlich höher als später am Tier.

b) Einfluss der Vegetation auf die Ausbeute

Bei der GPS-Telemetrie ist eine erfolgreiche Positionsbestimmung wesentlich abhängig von der Abschirmung des Senders durch die Vegetation (DUSSAULT et al., 1999). Um diesen Einfluss quantifizieren zu können, wurden mehrere stationäre Tests durchgeführt, bevor die Halsbänder an den Versuchstieren angebracht wurden.

Abbildung 4.2 zeigt eine deutliche Abnahme der erfolgreichen Messungen mit zunehmender Vegetationsdichte. Das Halsband wurde für einen Zeitraum von mehreren Wochen an vier verschiedene Positionen verbracht: Zunächst wurde es in einem Meter Höhe in einen Hochwald, dann in eine Dickung gehängt, danach in ein Maisfeld gelegt, das kurz vor der Ernte stand, und schließlich unter freiem Himmel an einem Hochsitz angebracht. Von den vier Lokalitäten wurden jeweils 100 zusammenhängende

Positionen ausgewertet. Mit zwei anderen Halsbändern wurde der Versuch wiederholt, wobei die Ergebnisse ähnlich waren.

Es zeigte sich, dass unter freiem Himmel nahezu alle Positionsmessungen erfolgreich waren, im hohen Maisfeld noch 84 %. Im lockeren Wald lag die Ausbeute bei 58 %, in der Dichtung war sie mit nur 30 % am schlechtesten.

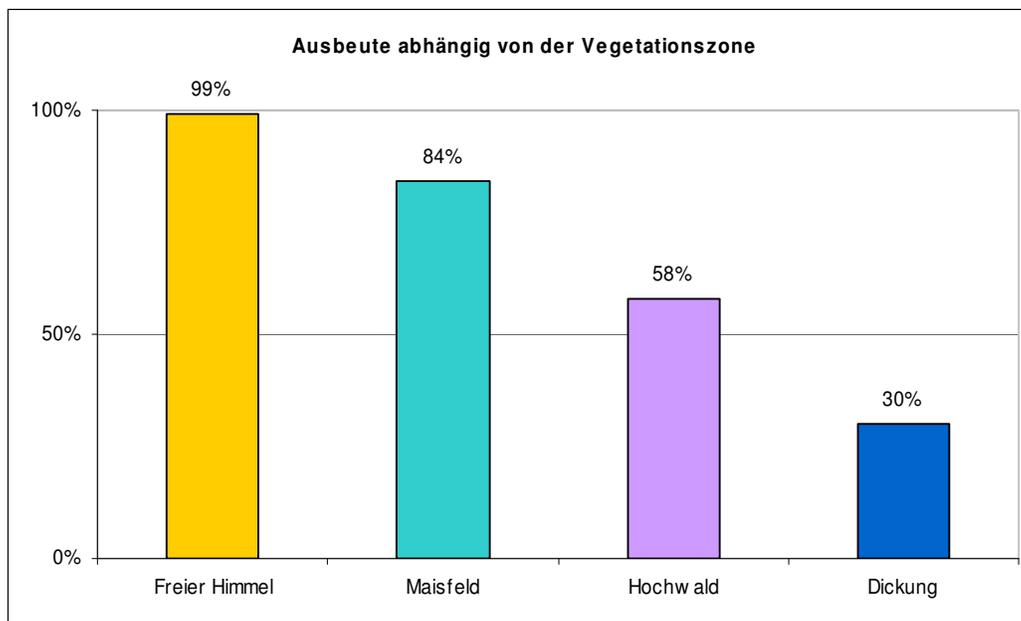


Abb.4.2: Ausbeute des Halsbandes 593 abhängig von der Vegetationszone (n=100 je Versuchsansatz).

c) Streuung der Positionsdaten

Die stationären Tests der Halsbänder wurden weiterhin eingesetzt, um den Fehlerradius der erfolgreichen GPS-Messungen zu bestimmen. Dazu wurden die Positionsdaten in drei verschiedene Qualitätsstufen eingeteilt:

- A: alle Messungen
- B: Messungen mit einem DOP-Wert < 9
- C: nur 3D-Werte mit DOP ≤ 6 und validiert

Die Werte der Kategorie C waren zwar die genauesten, mit zunehmender Vegetationsdichte wurden sie zahlenmäßig jedoch geringer (Tab. 4.1). Beispielsweise war die Präzision der C-Werte aus der Dichtung von allen Vegetationsformen am höchsten, doch reichte die Anzahl von 3% für eine aussagekräftige Auswertung nicht aus. Da die

Kategorie A zu unpräzise war und von der Kategorie C zu wenige Werte vorhanden waren, wurden für die weitere Arbeit die Daten der Kategorie B verwendet.

Tab. 4.1: Anzahl und Streuung der Positionsdaten nach Vegetationsdichte (statischer Vorversuch).

	Freier Himmel			Maisfeld			Hochwald			Dickung		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Anzahl (n)	3	6	91	3	20	60	12	30	58	9	17	3
Streuung (m)	20,1 ±3,6	10,3 ±8,0	10,4 ±8,2	18,7 ±4,7	10,8 ±12,3	5,2 ±2,7	19,4 ±18,7	12,7 ±12,5	5,2 ±6,6	18,9 ±19,8	10,2 ±8,1	4,5 ±1,0

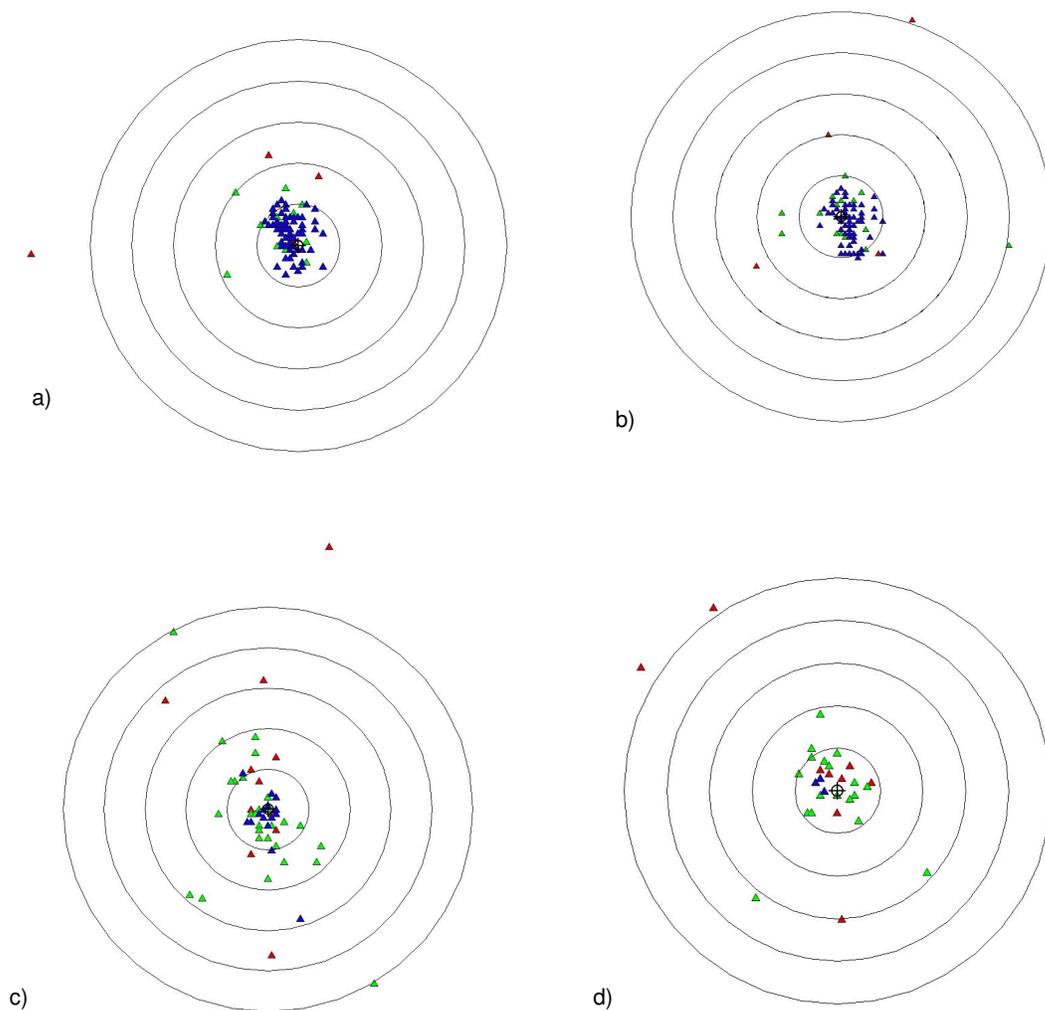


Abb. 4.3: Streuung der Positionsdaten im stationären Versuch. a) unter freiem Himmel; b) im Maisfeld; c) Dickung; d) Hochwald. Je Versuchsansatz $n = 100$. Güteklasse A: blau; Güteklasse B: blau & grün; Güteklasse C: blau, grün & rot. Der Abstand zwischen den konzentrischen Kreisen beträgt je 10 m. Mitte: tatsächlicher Standort.

Der Fehlerradius ist ebenfalls abhängig von der Vegetation, in der sich das Halsband befindet. Abbildung 4.3 zeigt, dass der Großteil der Positionsdaten unter freiem Himmel einen Fehler von weniger als 20 m hatte. Die größte Distanz eines Wertes zum tatsächlichen Standpunkt des Halsbandes lag bei 62 m. Im Feld mit hohen Maisstangen lagen die meisten Punkte ebenfalls im Fehlerbereich bis 20 m. Die größte Distanz zum Standort betrug 51 m (Kategorie C). Die höchste Streuung der Positionsdaten findet man im Hochwald. Die größte Distanz zum tatsächlichen Standort des Halsbandes lag bei 61 m (Kategorie C). In der Dickung lagen die Werte meist innerhalb eines Fehlerradius von 10 m, die weitesten Entfernungen waren bei 51 und 52 m (Kategorie C).

d) Einzelne Halsbandfehler

Nach dem Anbringen der Halsbänder an die Versuchstiere traten bei einigen Modellen technische Schwierigkeiten bei der Aufzeichnung und Übertragung der Daten auf. Neben der besonders anfälligen GSM-Einheit war bei Halsband 587 (Hirsch *Karlchen*) auch die Ausbeute des GPS-Empfängers nicht von zufriedenstellender Qualität. Der ungünstigste Fall trat bei Halsband 586 (Hirsch *Ludwig*) auf, bei dem kein einziger Wert per SMS übermittelt wurde. Ob die Positionsdaten dennoch gemessen und auf dem Chip gespeichert waren, konnte nicht nachvollzogen werden, da beim Erlegen des Hirsches das Halsband nicht mehr komplett war: Die Einheit mit dem Speicherchip war abgerissen und fehlte. Das Halsband 589 (Hirschkuh *Kirsten*) hatte für etwa zwei Monate nahezu einen Totalausfall der GPS-Einheit, die GSM-Einheit war wenige Wochen nach der Besenderung nicht mehr funktionsfähig.

Die Hardware-Defekte betrafen bei den Halsbändern 589 und 590 (Hirschkuh *Johanna*) auch die chronologische Aufzeichnung der Aktivitätsdaten und der Temperatur. Zwar konnte die richtige Reihenfolge der Daten durch eine nachträgliche manuelle Korrektur mit hoher Sicherheit wiederhergestellt werden, ein gewisses Restrisiko bleibt jedoch bestehen, dass die Daten zeitweise nicht absolut korrekt sind. Die Modelle der nachfolgenden Generation (z.B. Halsband 593 von Hirsch *Oskar*) lieferten wesentlich bessere Ergebnisse.

4.1.3 Ausbeute der Halsbänder

Die mittlere Gesamtausbeute der einzelnen Halsbänder ist in Tabelle 4.2 dargestellt. Von den festgelegten Messintervallen pro Tag (alle vier Stunden bzw. alle zwei Stunden bei

Karlchen) waren je nach Halsband insgesamt 15 % bis 51 % der Positionsdaten von ausreichender Qualität der Kategorie B. Die Leistungen der einzelnen Halsbänder waren sehr unterschiedlich, was nicht allein mit der Abschirmung des Himmels durch die Vegetation erklärt werden kann. Es muss also davon ausgegangen werden, dass die Halsbänder individuell unterschiedliche Empfangsqualitäten hatten, die durch die Anbringung am Tier, durch unterschiedliche Auslenkungen oder durch unterschiedliche Empfindlichkeit der Technik gegenüber Umwelteinflüssen bedingt waren.

Tabelle 4.2: Ausbeute der Halsbänder über den gesamten Untersuchungszeitraum. Soll = Anzahl der programmierten Positionsmessungen; N/A = nicht erfolgreiche Messversuche; Ausbeute berücksichtigt nur Messwerte mit DOP < 9 (Qualitätskategorie B).

	587 <i>Karlchen</i>	686 <i>Basti</i>	593 <i>Oskar</i>	590 <i>Johanna</i>	589 <i>Kirsten</i>	588 <i>Lena</i>	679 <i>Paula</i>
Messtage	415	601	907	482	520	663	417
Soll	4523	3600	5458	2922	3112	3975	2605
N/A	3699	1763	2276	1827	1805	1761	1360
Messwerte	824	1837	3182	1095	1307	2214	1245
DOP < 9	695	1571	2639	989	1063	2031	1084
Ausbeute	15%	44%	48%	34%	34%	51%	42%

4.2 Streifgebiete

4.2.1 Größe der Gesamtstreifgebiete

Die Gesamtstreifgebiete ergeben sich aus allen GPS-Positionsdaten, die für das betreffende Tier im Untersuchungszeitraum ermittelt werden konnten. Tabelle 4.2 zeigt die Größe der Gesamtstreifgebiete als MCP 100 % und Kernel 90 % im Vergleich. Alle Hirsche haben nach beiden Berechnungsarten wesentlich größere Streifgebiete als die Kühe. Von den drei Güteklassen der Daten wird im Folgenden nur die Kategorie B weiterverwendet, da, wie im vorhergehenden Kapitel erläutert, Kategorie A Daten enthält, die zu ungenau sind, und bei Kategorie C zu viele ausreichend präzise Positionsdaten herausfallen.

Tabelle 4.3: Größe der gesamten Streifgebiete aller besenderten Tiere im Untersuchungsgebiet „Lühsdorf“ in Hektar. A: alle Werte; B: alle Werte DOP < 9,0; C: 3D-Werte, validiert, DOP ≤ 6,0.

	MCP 100 % [ha]			Kernel 90 % [ha]		
	A	B	C	A	B	C
<i>Oskar</i> (593)	5048	5048	4860	3396	2211	2154
<i>Karlchen</i> (587)	5060	5060	3878	2722	1113	808
<i>Basti</i> (686)	3045	3045	2855	886	886	831
<i>Lena</i> (588)	961	961	953	346	290	326
<i>Johanna</i> (590)	1422	1422	1385	440	440	409
<i>Kirsten</i> (589)	1519	1340	1326	763	432	620

In Abbildung 4.4 sieht man die Gesamtstreifgebiete als MCP für die sechs erfolgreich besenderten Versuchstiere im Untersuchungsgebiet „Lühsdorf“. Man sieht deutlich, dass die adulten Hirsche *Oskar* und *Karlchen* ein wesentlich größeres Areal nutzten als der jüngere Hirsch *Basti* und die weiblichen Tiere.

4.2.2 Hirsch *Oskar* (Halsband 593)

Das Gesamtstreifgebiet von *Oskar* ist 5048 ha (MCP 100 %) bzw. 2211 (Kernel 90 %) groß. Abbildung 4.5 zeigt die Lage und die Verteilung aller ermittelten Positionen während der Jahre 2005 bis 2008. Deutlich sind zwei Konzentrationen der Punkte im Norden und im Süden des Streifgebietes zu erkennen, die über einen schmaleren

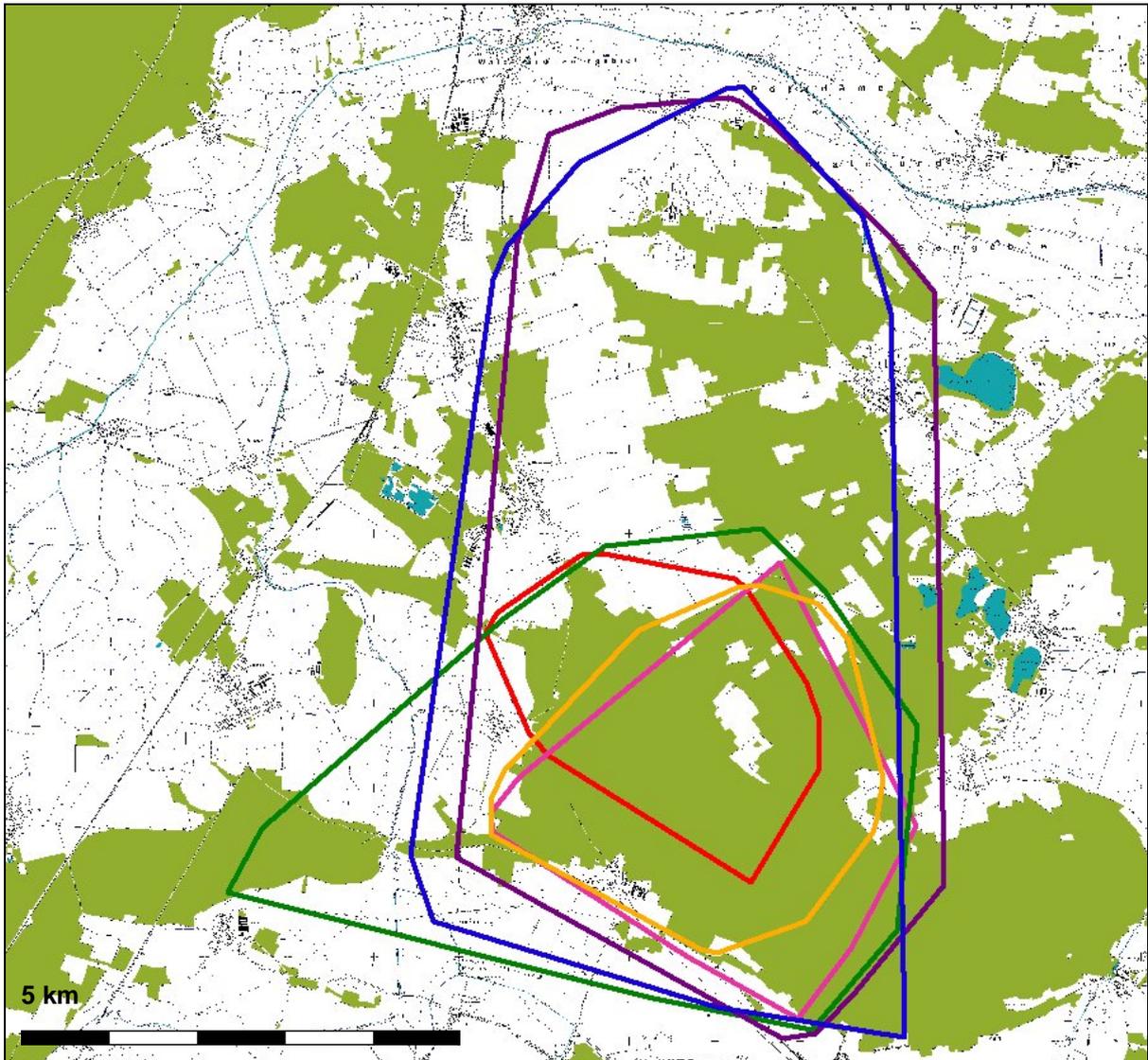


Abb. 4.4: Gesamtstreifgebiete aller besenderten Tiere im Untersuchungsgebiet „Lühsdorf“. *Karlchen* (28.10.04 – 16.12.05; n = 824); *Oskar* (28.10.05 – 21.04.08; n = 3182); *Basti* (16.07.04 – 08.03.06; n = 1837); *Lena* (23.08.03 – 15.06.05; n = 2213); *Kirsten* (24.08.03 – 07.02.05; n = 1307); *Johanna* (23.10.04 – 24.02.06; n = 1095).

Korridor miteinander verbunden sind. Weiterhin kann man sehen, dass der Großteil der Aufenthaltsorte im Wald lokalisiert ist, besonders im südlichen Teil des Streifgebietes.

Im Jahresverlauf sieht man eine deutliche Rhythmik in Lage und Größe der Streifgebiete. Die zeitliche Einteilung der Ortungen in Quartale zeigt, dass *Oskar* im Sommer eine im Vergleich zum restlichen Jahr deutlich kleinere Fläche nutzte. Im Frühling war in jedem Jahr eine Wanderbewegung aus dem südlichen Teil des Streifgebietes (Winterstreifgebiet) in ein nördliches Areal (Sommerstreifgebiet) zu beobachten. Im Herbst zog *Oskar* wieder zurück in das Winterstreifgebiet.

In Abbildung 4.6 sieht man die Größe der 30 ermittelten Monatsstreifgebiete von *Oskar* im Jahresverlauf. Vor der Wanderung in das Sommerstreifgebiet und während der Brunft wurde von Oskar ein größeres Streifgebiet genutzt als während des Sommers und während des Winters.

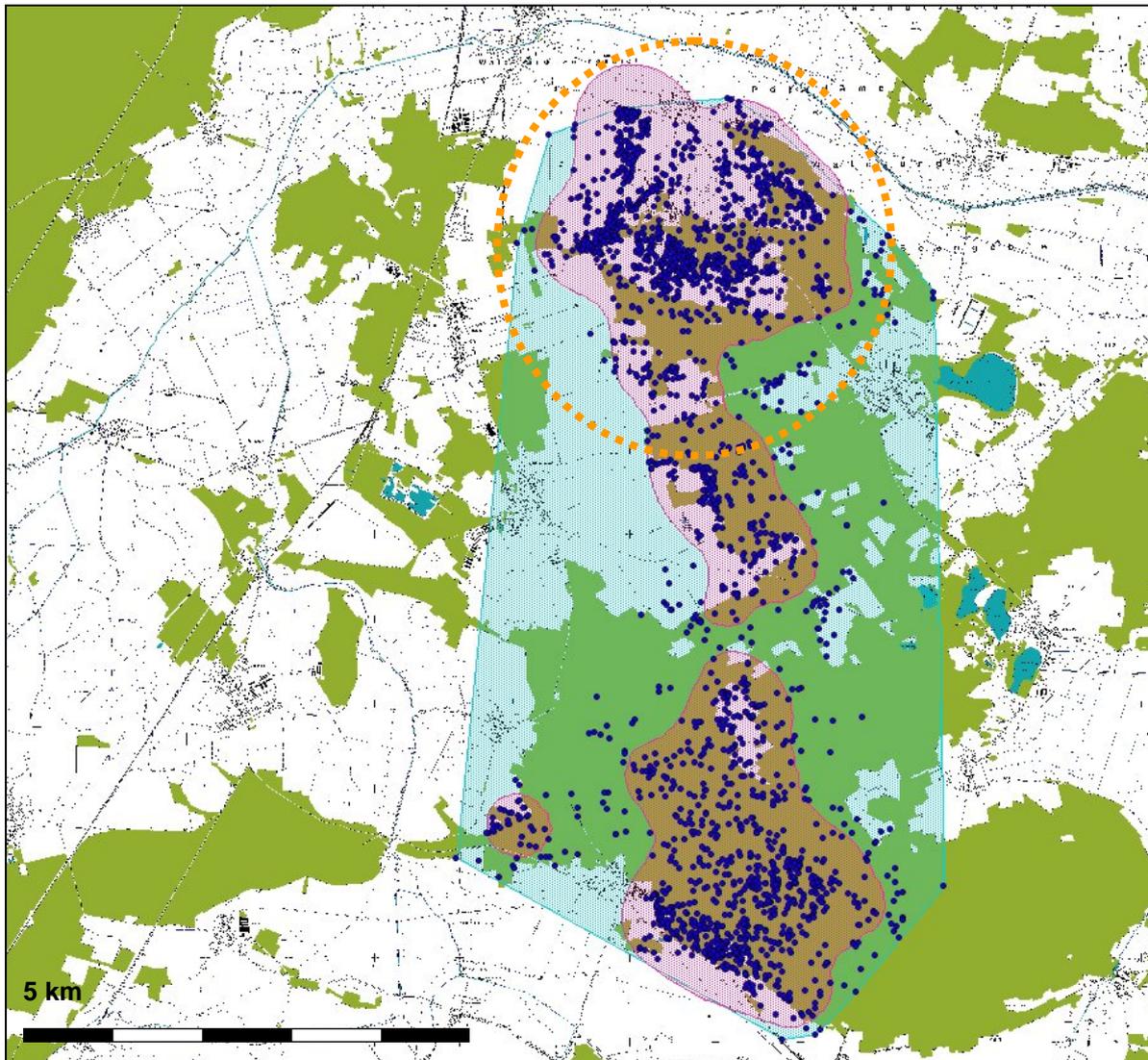


Abb.4.5: Gesamtstreifgebiet von Hirsch *Oskar* mit allen ermittelten Positionsdaten. Blaue Fläche: MCP 100 %. Rosa Fläche: Kernel 90 %. Blaue Punkte: Positionsdaten. Orange gestrichelter Kreis: Sommergebiet.

Oskar wurde während der Brunft 2005 besendert. Das Novemberstreifgebiet hatte eine Größe von 1441 ha. Die Streifgebiete der folgenden Wintermonate Dezember, Januar und Februar waren 1720 ha, 1143 ha und 292 ha groß. Bis Mitte März 2006 war der Boden noch gefroren, wodurch die Vegetationsperiode erst relativ spät gegen Ende März einsetzte. In den Frühlingsmonaten März, April und Mai 2006 waren *Oskars*

Streifgebiete 507 ha, 3042 ha und 537 ha groß. Ende April wechselte er in das nördliche Gebiet, wo er die Sommermonate 2006 verbrachte. Dort betrug die Größe des genutzten Areals im Juni 459 ha, im Juli 414 ha und im August, der Feistzeit kurz vor der Brunft, nur 104 ha. Im Herbst 2006, gegen Ende September, wanderte der Hirsch wieder in das südliche Waldgebiet zurück. Die genutzten Gebiete waren im September 792 ha, im Oktober 1546 ha und im November 506 ha groß. *Oskars* Winterstreifgebiete waren im Dezember 2006 646 ha, im Januar und Februar 2007 1456 ha und 1862 ha groß. Gegen Ende Februar setzte 2007 bereits die Vegetationsperiode ein und der Hirsch wanderte Richtung Norden in sein Sommerstreifgebiet. Dieses war in den Frühlingsmonaten 2007 März 777 ha, April 733 ha und Mai 623 ha groß. Im folgenden Sommer blieb der Hirsch im nördlichen Gebiet und nutzte im Juni 317 ha, im Juli 456 ha und im August 422 ha. Gegen Mitte September wanderte er wieder ab nach Süden. Die Streifgebiete der Herbstmonate September, Oktober und November 2007 waren 1078 ha, 1156 ha und 864 ha groß. Im Dezember 2007 bewegte sich der Hirsch auf 1218 ha, im Januar und Februar 2008 waren es 710 ha bzw. 1110 ha. Die letzten Messergebnisse von *Oskar* ergaben eine Streifgebietsgröße von 2070 ha im Februar und 1233 ha im März 2008.

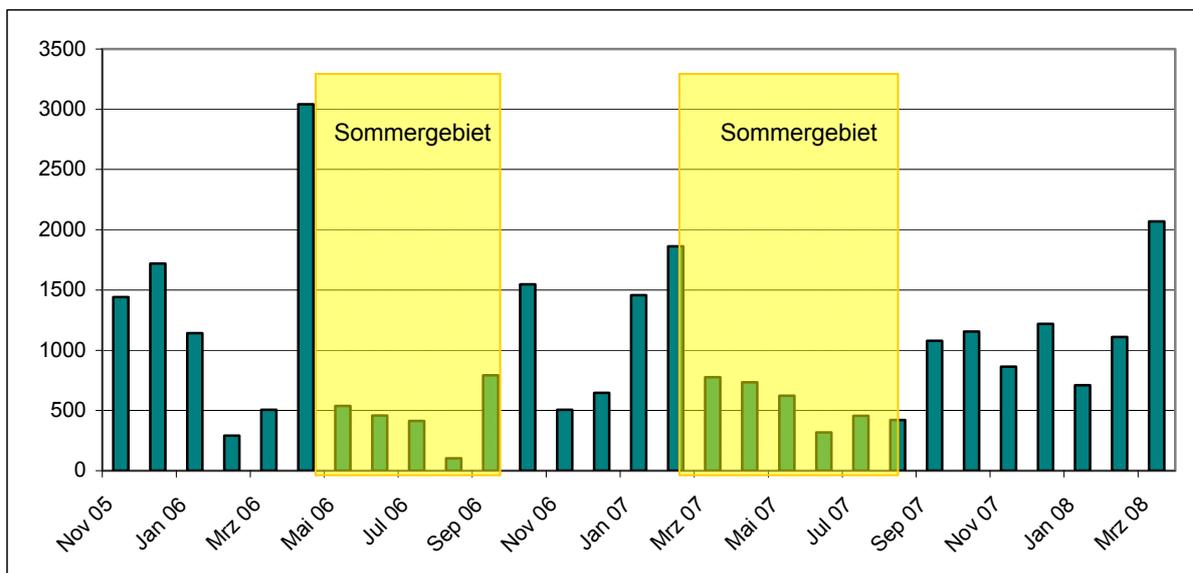


Abb. 4.6: Hirsch *Oskars* Monatsstreifgebiete MCP [ha].

4.2.3 Hirsch *Karlchen* (Halsband 587)

Das Gesamtstreifgebiet von *Karlchen* ist 5060 ha (MCP 100%) bzw. 1113 ha (Kernel 90%) groß. Trotz der relativ geringen Datenmenge lässt sich auch hier ein nördliches Sommerstreifgebiet von einem südlichen Winterstreifgebiet abgrenzen, die über einen

schmalen Korridor mit einander verbunden sind. Die Lage dieser beiden Teilstreifgebiete stimmt mit denjenigen von *Oskar* weitgehend überein. In Abbildung 4.7 sieht man die Verteilung aller ermittelten Positionen von *Karlchen* der Jahre 2004 und 2005.

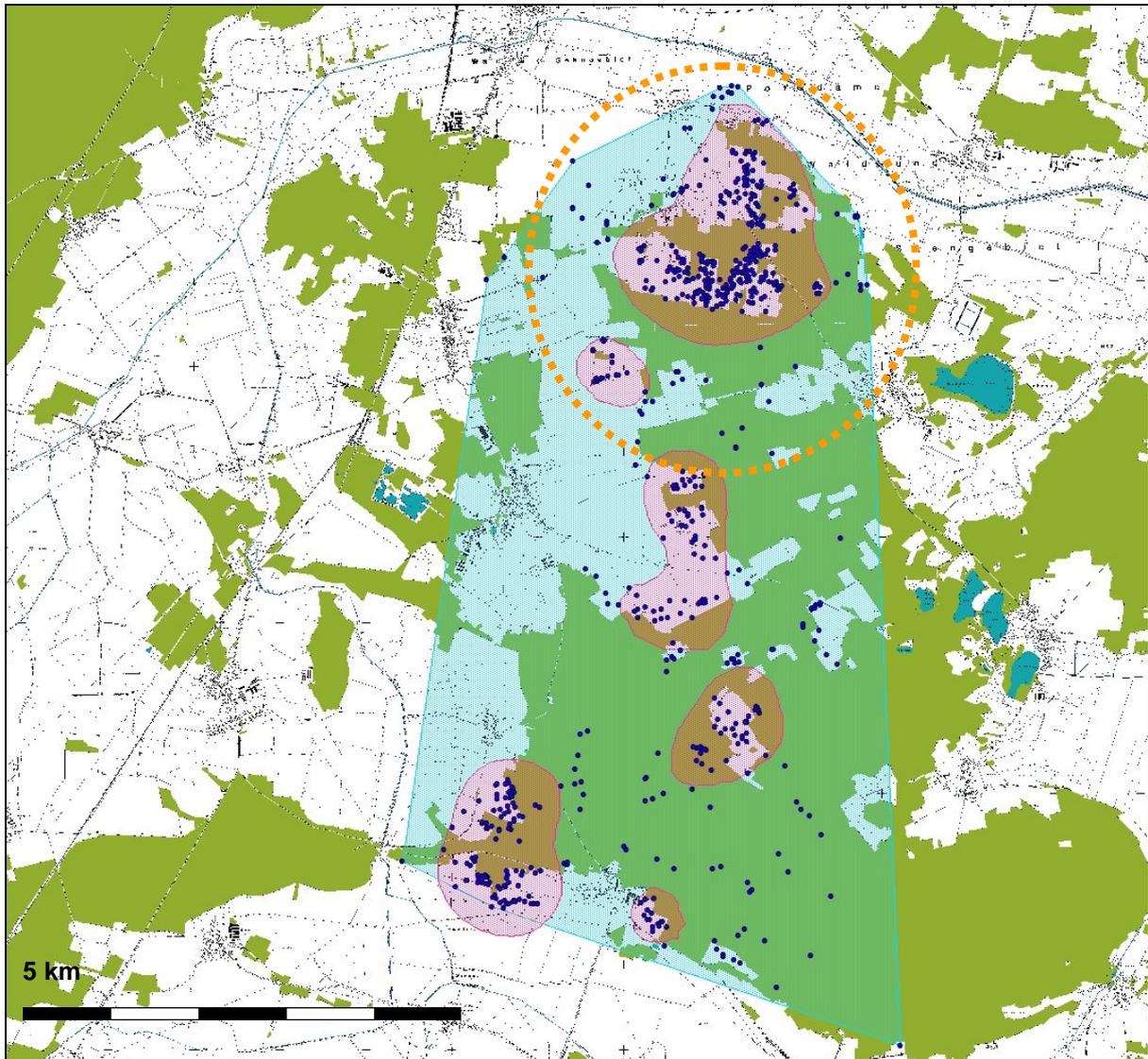


Abb. 4.7: Gesamtstreifgebiet von Hirsch *Karlchen* mit allen ermittelten Positionsdaten. Blaue Fläche: MCP 100%.

Im Jahresverlauf sieht man eine Veränderung der Lage und Größe der Streifgebiete ähnlich wie bei *Oskar*. Die Streifgebietsgröße änderte sich von 1418 ha (MCP 100 %) im Winter 2004/05 auf 4115 ha im folgenden Frühling, in dem *Karlchen* das Winterstreifgebiet verließ und in das nördliche Areal wechselte. Das Sommerstreifgebiet war mit 1159 ha das kleinste. Im Herbst wanderte der Hirsch wieder in das südliche Gebiet und nutzte 2758 ha.

Die Größe der 13 ermittelten Monatsstreifgebiete von *Karlchen* sind in Abbildung 4.8 dargestellt. Trotz der geringen Zahl der erfolgreich ermittelten Positionsdaten kann man erkennen, dass der Hirsch während der Sommermonate im nördlichen Gebiet weniger Raum nutzte als davor und danach.

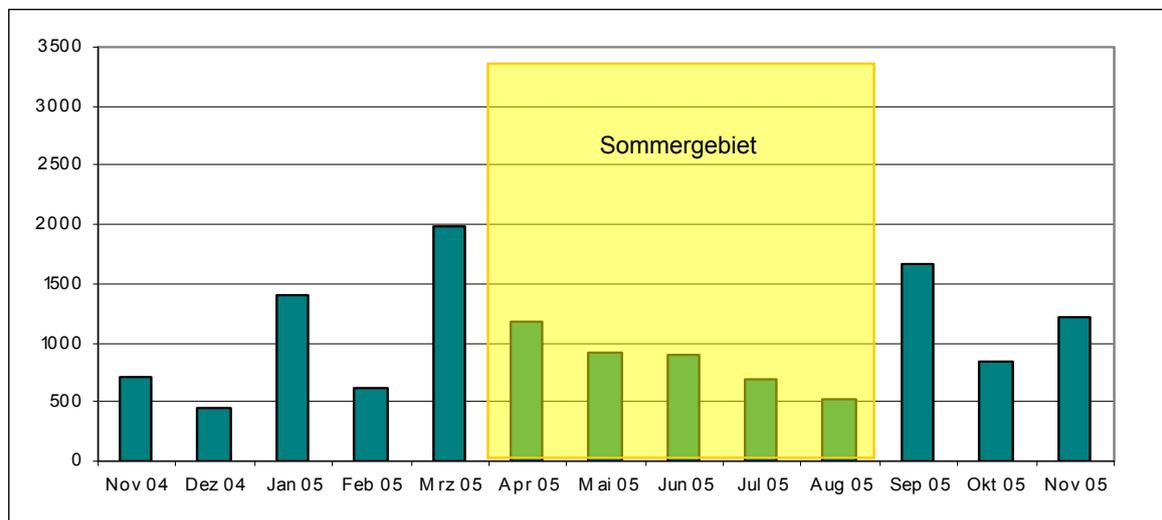


Abb. 4.8: Hirsch *Karlchens* Monatsstreifgebiete MCP [ha].

Karlchen wurde während der Brunft 2004 als zweijähriger Hirsch (Knieper) besendert. Die Monatsstreifgebiete entsprechen mit Sicherheit nur einem Teil der tatsächlich genutzten Areale, da die Ausbeute besonders im November und Dezember 2004 mit 8 % und 9 % nur sehr gering war. Im Januar wurde die Taktung des Halsbandes von 6 auf 12 Positionen pro Tag erhöht, so dass die Ausbeute geringfügig gesteigert werden konnte. Die Größe des ermittelten Monatsstreifgebietes November 2004 beträgt 716 ha. In den Wintermonaten Dezember 2004, Januar und Februar 2005 konnte eine Streifgebietsgröße von 456 ha, 1410 ha und 626 ha aufgezeichnet werden. Im März wanderte der Hirsch in das nördliche Sommerstreifgebiet und nutzte eine Fläche von 1975 ha. Im April 2005 zog *Karlchen* noch umher (1181 ha) und blieb dann ab Mai im Sommergebiet (909 ha). Die Sommermonate verbrachte er dort, wo er im Juni auf 897 ha, im Juli auf 690 ha und im August auf 530 ha zu finden war. Das Streifgebiet von September 2005 ist durch die Wanderung nach Süden mit 1666 ha wieder größer. In den Herbstmonaten Oktober und November 2005 lag die Größe der Streifgebiete bei 851 ha und 1214 ha.

4.2.4 Hirsch *Basti* (Halsband 686)

Das Gesamtstreifgebiet von *Basti*, der im Alter von einem Jahr als Spießler besendert wurde, hatte eine Größe von 3045 ha (MCP 100 %) bzw. 886 ha (Kernel 90 %). Eine Abgrenzung eines Sommer- und Winterstreifgebietes ist hier nicht gegeben, der Hirsch nutzte in allen gemessenen Jahreszeiten das südlichere Gebiet. Abbildung 4.9 zeigt alle ermittelten Positionen von *Basti* aus den Jahren 2004 bis 2006. Sichtbeobachtungen aus dem Jahr 2007 zeigen jedoch, dass sich der zu diesem Zeitpunkt adulte Hirsch so wie *Oskar* und *Karlchen* während des Sommers im nördlichen Streifgebiet aufhielt.

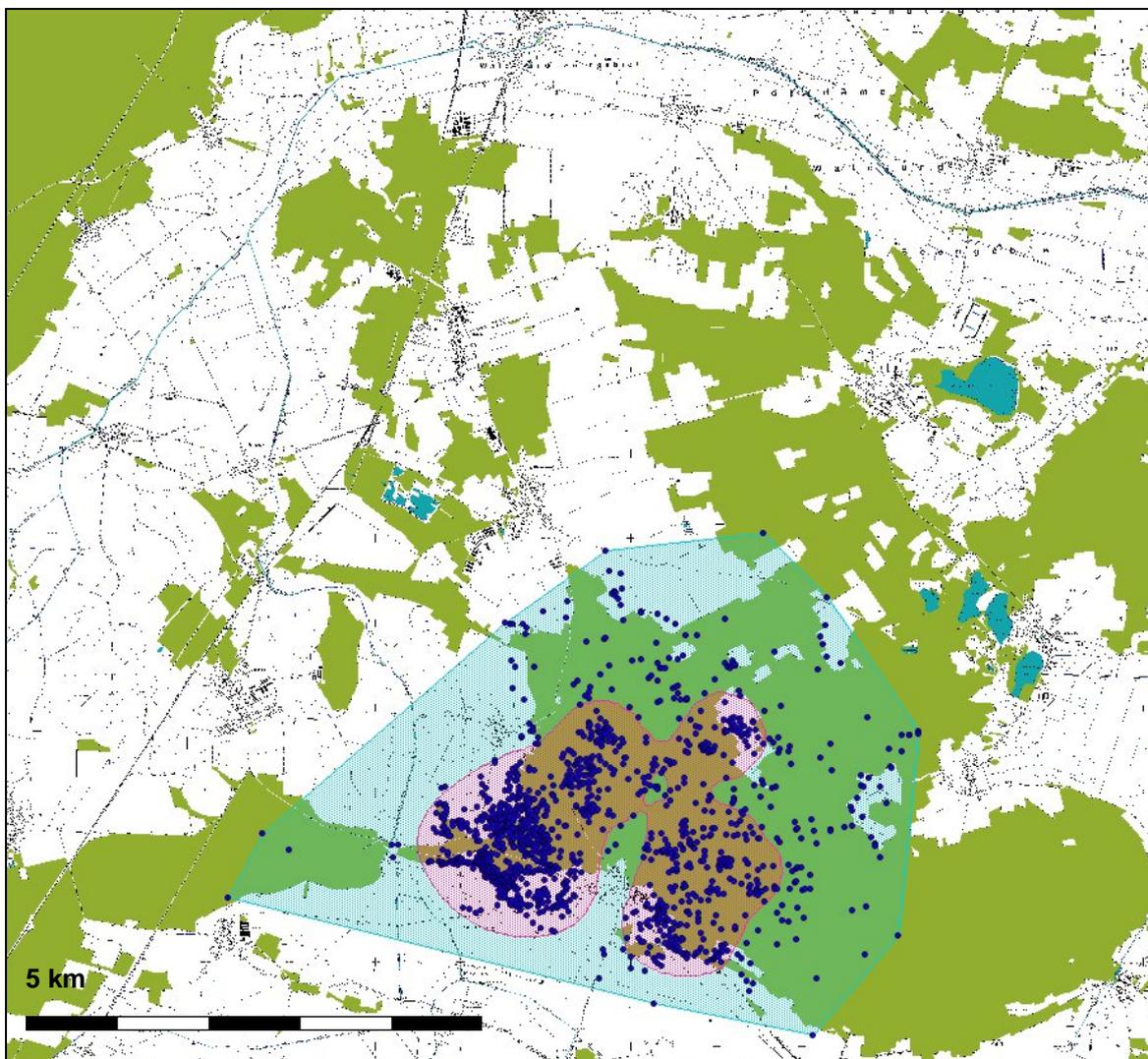


Abb. 4.9: Gesamtstreifgebiet von Hirsch *Basti* mit allen ermittelten Positionsdaten. Blaue Fläche: MCP 100%. Rosa Fläche: Kernel 90%. Blaue Punkte: Positionsdaten.

Im Jahresverlauf zeigt sich im Untersuchungszeitraum keine Veränderung der Lage, wohl aber der Größe der Streifgebiete. Im Herbst 2004 war die genutzte Fläche 1469 ha

(MCP 100 %) groß, im darauf folgenden Winter 1350 ha. Im Frühling 2005 hatte *Basti* das größte Streifgebiet mit 2287 ha, im Sommer das kleinste mit 1073 ha. Das Herbststreifgebiet 2005 war 1794 ha groß. Im Winter 2005/06 nutzte der Hirsch eine Fläche von 1853 ha.

Die Größen der 19 ermittelten Monatsstreifgebiete von *Basti* sind in Abbildung 4.10 dargestellt. Ein Streifgebietswechsel im Frühjahr konnte im Zeitraum der Positionsmessungen nicht festgestellt werden.

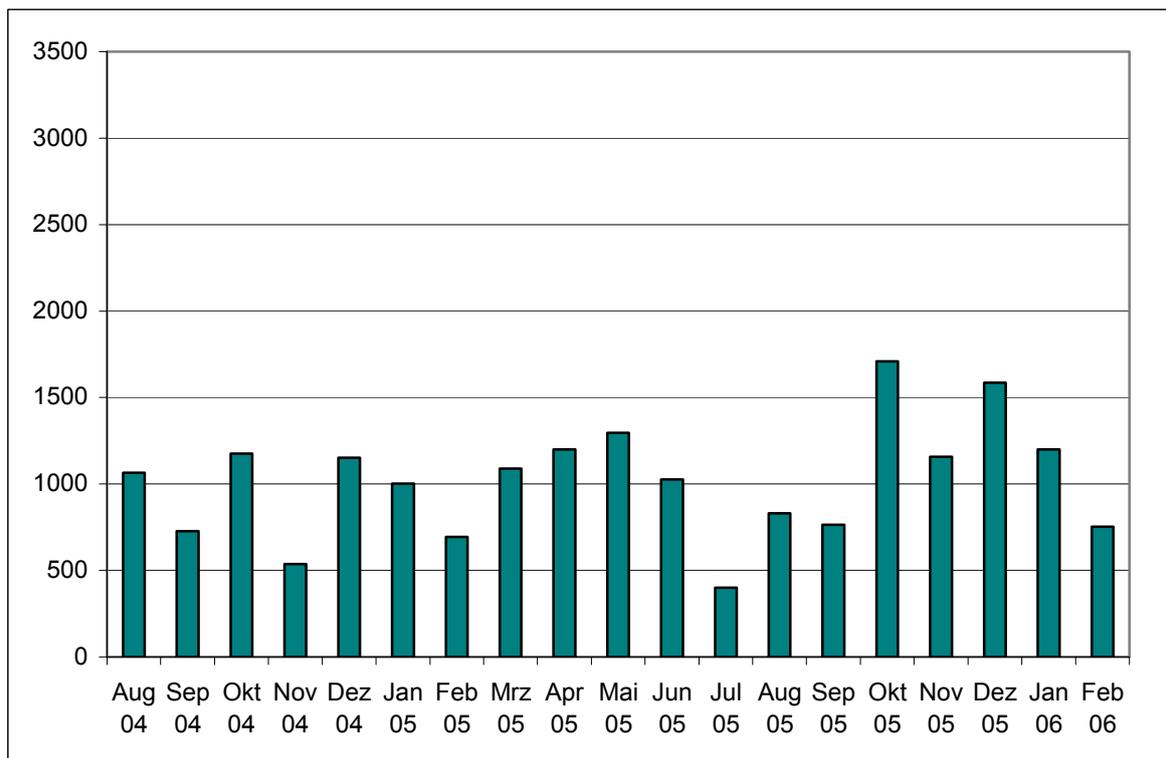


Abb. 4.10: Monatsstreifgebiete MCP [ha] von Junghirsch *Basti*.

Basti wurde im Sommer 2004 besendert. Sein August-Streifgebiet war 1065 ha groß. In den folgenden Herbstmonaten September, Oktober und November nutzte der einjährige Hirsch 728 ha, 1175 ha und 537 ha. Die Streifgebietsgröße im Dezember 2004 lag bei 1152 ha, im Januar und Februar 2005 bei 1003 ha und 695 ha. Im Frühling 2005 wanderte *Basti* mehr umher und nutzte im März 1089 ha, im April 1200 ha und im Mai 1296 ha. Die Sommerstreifgebiete lagen weiterhin im südlichen Teil des Untersuchungsgebietes und waren im Juni 1027 ha, im Juli 400 ha und im August 831 ha groß. Für den Herbst 2005 wurden von *Basti* genutzte Flächen von 765 ha im September, 1710 ha im Oktober und 1158 ha im November ermittelt. Die Winterstreifgebiete waren im Dezember 2005 1586 ha, im Januar und Februar 2006 1200 ha und 753 ha groß.

4.2.5 Hirschkuh *Lena* (Halsband 588)

Das Gesamtstreifgebiet von *Lena*, die zum Zeitpunkt der Besenderung zwei oder drei Jahre alt war, hatte eine Größe von 961 ha (MCP 100%) bzw. 290 ha (Kernel 90%). Sie blieb über den gesamten Untersuchungszeitraum in demselben Gebiet. Abbildung 4.11 zeigt alle ermittelten Positionen von *Lena* aus den Jahren 2003 bis 2005.

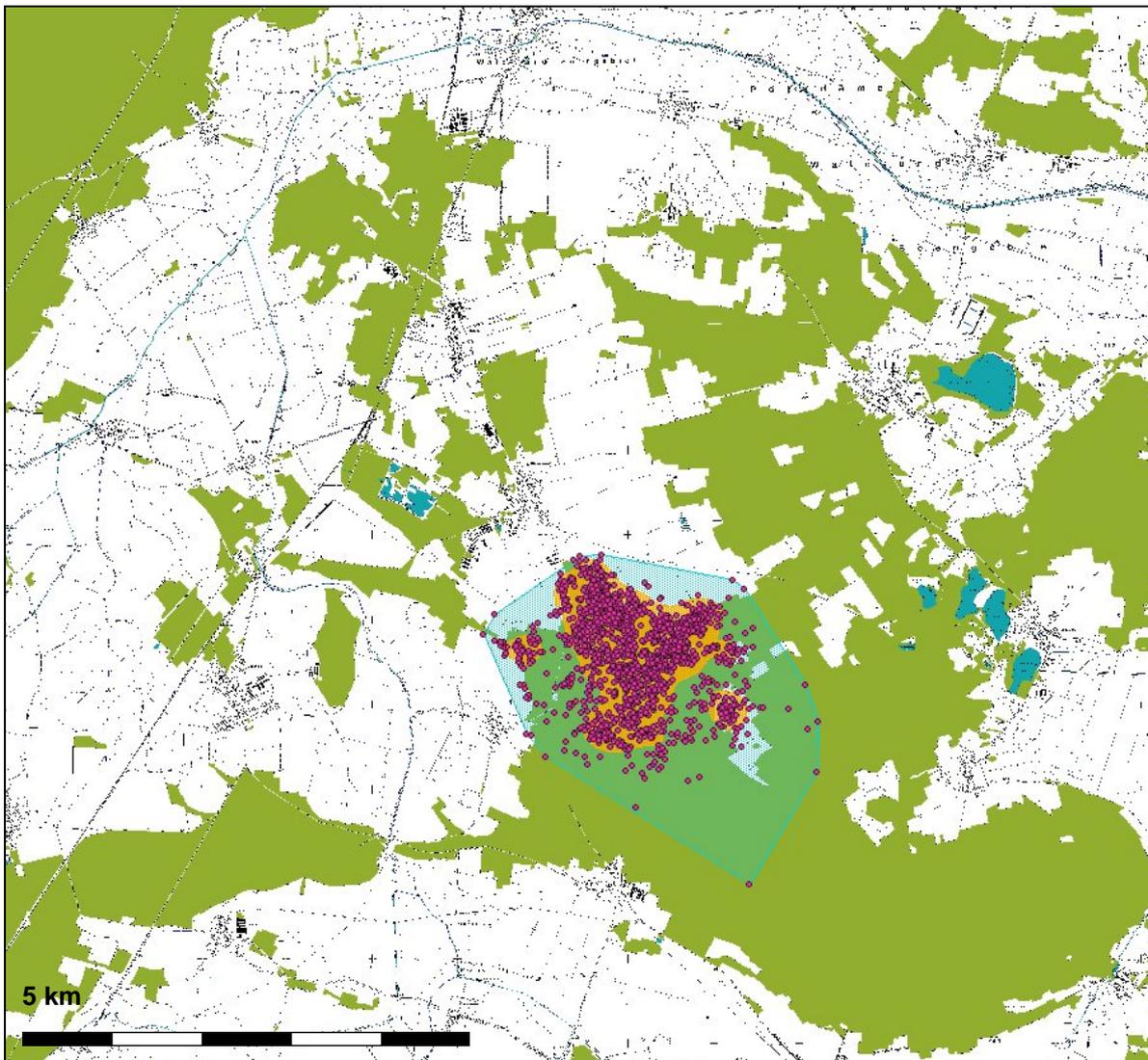


Abb. 4.11: Gesamtstreifgebiet von Hirschkuh *Lena*. Blaue Fläche: MCP 100%. Orange Fläche: Kernel 90%. Rosa Punkte: Positionsdaten.

In Quartalen sind die Streifgebiete von *Lena* über das Jahr verteilt etwa gleich groß. Sie nutzte zwischen 431 ha im Winter 2003/04 und 678 ha im Winter 2004/05.

Die Größen von *Lenas* Monatsstreifgebieten sind in der Abbildung 4.12 zu sehen. Sie liegen zwischen 189 ha im September 2003 und 606 ha im Januar 2005. Der am weitesten vom Streifgebietszentrum entfernte Aufenthaltsort liegt im November 2003

auf einem bekannten Brunftplatz. Im Juli 2004 und 2005 kam jeweils ein Kalb zur Welt. Das erste wurde im Januar 2005 erlegt.

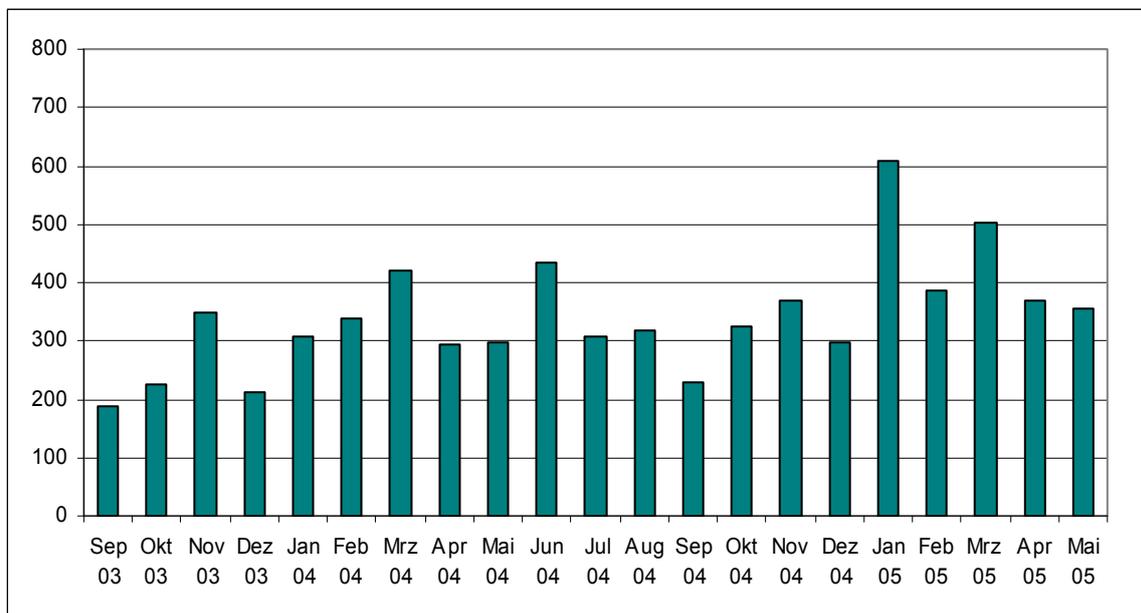


Abb. 4.12: Monatsstreifgebiete MCP [ha] von *Lena*.

4.2.6 Hirschkuh *Kirsten* (Halsband 589)

Kirsten wurde im Alter von zirka einem Jahr als Schmaltier besendert. Ihr Gesamtstreifgebiet im Untersuchungszeitraum war 1340 ha (MCP 100 %) bzw. 432 ha (Kernel 90 %) groß. Auf Abbildung 4.13 sieht man alle für *Kirsten* erhaltenen Positionsdaten aus den Jahren 2003 und 2004.

Zwischen dem 02.10.2003 und dem 07.02.2004 war die GPS-Einheit in *Kirstens* Halsband defekt, so dass in dieser Zeit kaum Positionen gemessen werden konnten (Ausbeute 3 %). Daher ist ein Vergleich der Quartale nur von Frühling 2004 bis Winter 2004/05 möglich. Innerhalb dieses Zeitraums waren die Streifgebiete von Frühling und Herbst mit 1094 ha und 1117 ha größer als diejenigen von Sommer und Winter (791 ha und 961 ha).

Abbildung 4.14 zeigt die Größen von *Kirstens* Monatsstreifgebieten. Diese sind insgesamt größer als die von *Lena*. Das kleinste Monatsstreifgebiet liegt im Juli 2004 zur Zeit der Geburt des Kalbes mit 358 ha. Die größte monatliche Fläche nutzte *Kirsten* im November 2004 zur Zeit der Brunft mit 844 ha. Im Dezember 2004 wurde ihr Kalb erlegt.

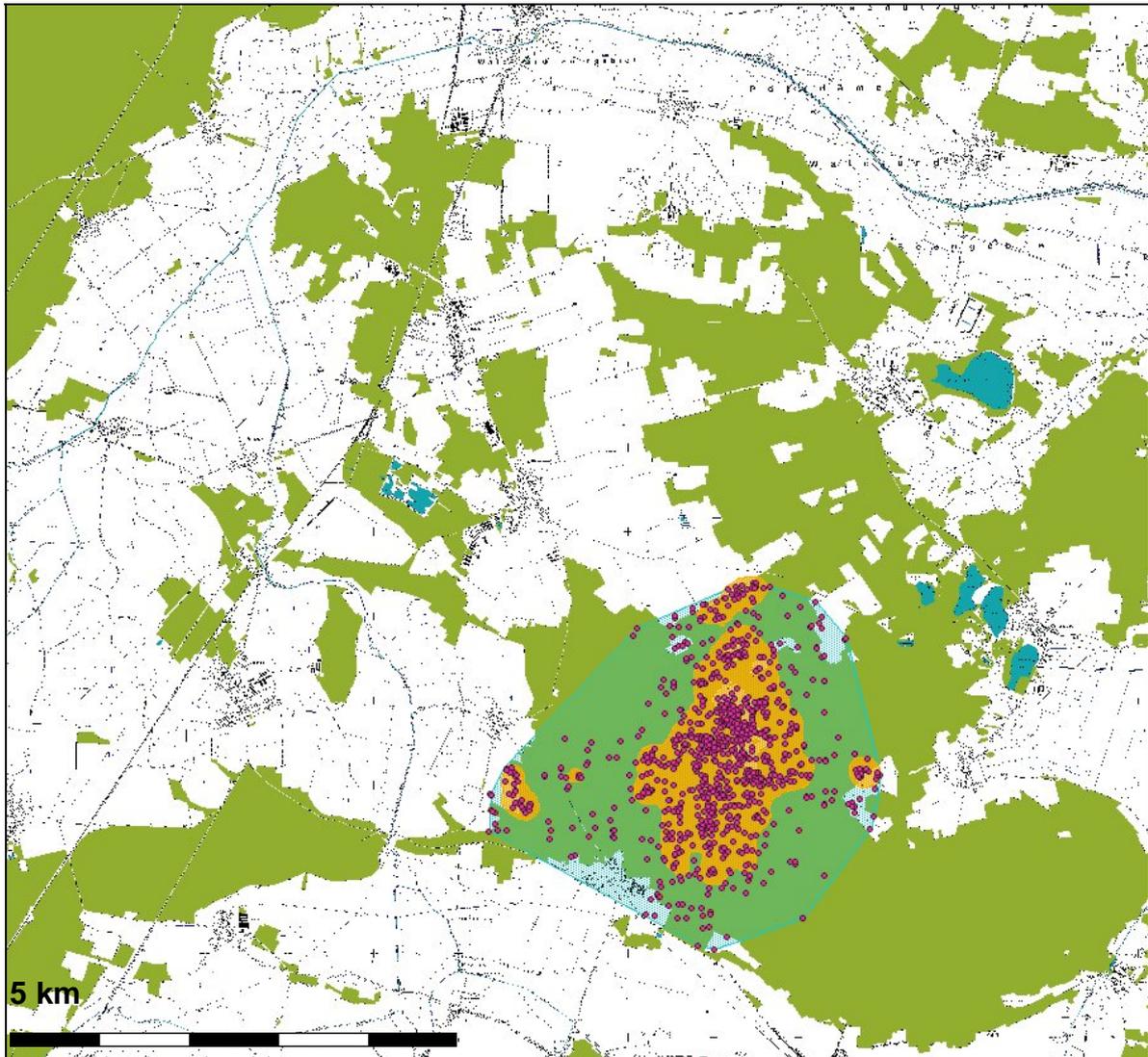


Abb. 4.13: Gesamtstreifgebiet der Hirschkuh *Kirsten*. Blaue Fläche: MCP 100%. Orange Fläche: Kernel 90%. Rosa Punkte: Positionsdaten.

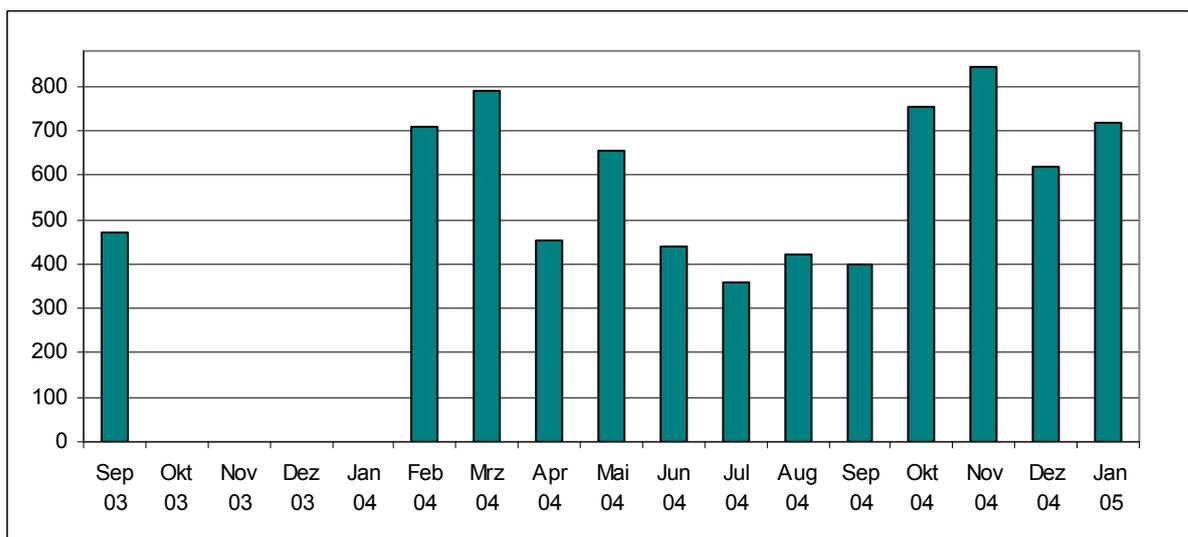


Abb. 4.14: Monatsstreifgebiete MCP [ha] von *Kirsten*. Von Oktober 2003 bis Januar 2004 keine Berechnung möglich.

4.2.7 Hirschkuh *Johanna* (Halsband 590)

Das Gesamtstreifgebiet von *Johanna*, die zum Zeitpunkt der Besenderung zirka fünf Jahre alt und sehr kräftig war, hatte eine Größe von 1422 ha (MCP 100 %) bzw. 440 ha (Kernel 90 %) und nutzte damit von den weiblichen Versuchstieren die größte Fläche. Auf Abbildung 4.15 sieht man alle ermittelten Positionsdaten von *Johanna* aus den Jahren 2004 bis 2006.

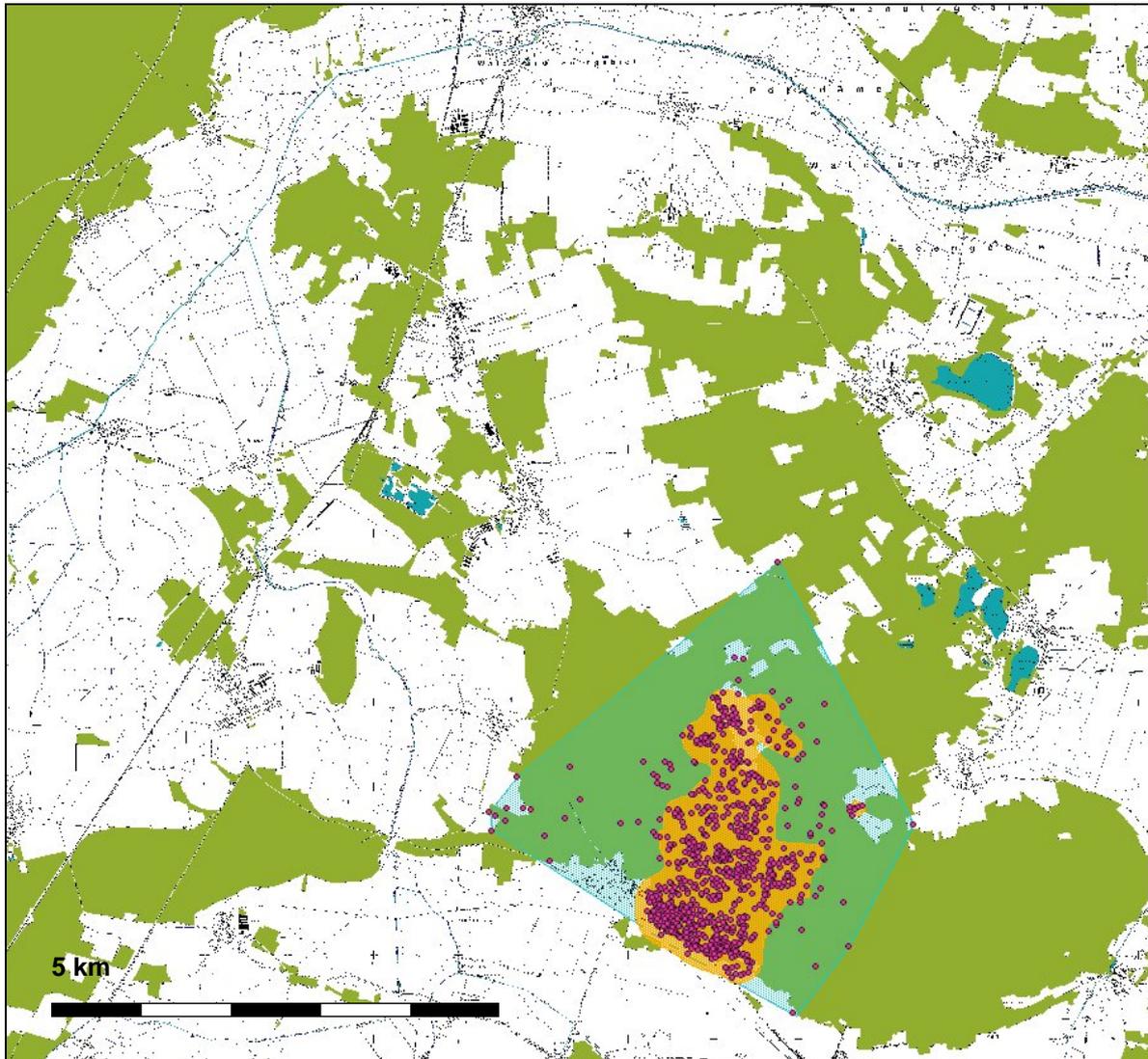


Abb. 4.15: Gesamtstreifgebiet der Hirschkuh *Johanna*. Blaue Fläche: MCP 100%. Orange Fläche: Kernel 90%. Rosa Punkte: Positionsdaten.

Johanna nutzte im Jahresverlauf immer dasselbe Areal im südlichen Teil des Untersuchungsgebietes. Im Winter 2004/05 war ihr Streifgebiet mit 522 ha deutlich kleiner

als im Winter 2005/06 mit 1194 ha. Im Frühling, Sommer und Herbst 2005 waren die Quartalsstreifgebiete in etwa gleich groß (733 ha, 682 ha und 869 ha).

Die Monatsstreifgebiete von *Johanna* waren zwischen 165 ha im November 2004 und 723 ha im Dezember 2005 groß (Abb. 4.16). Zur Zeit der Geburt ihres Kalbes im Juli war das Streifgebiet mit 354 ha relativ klein.

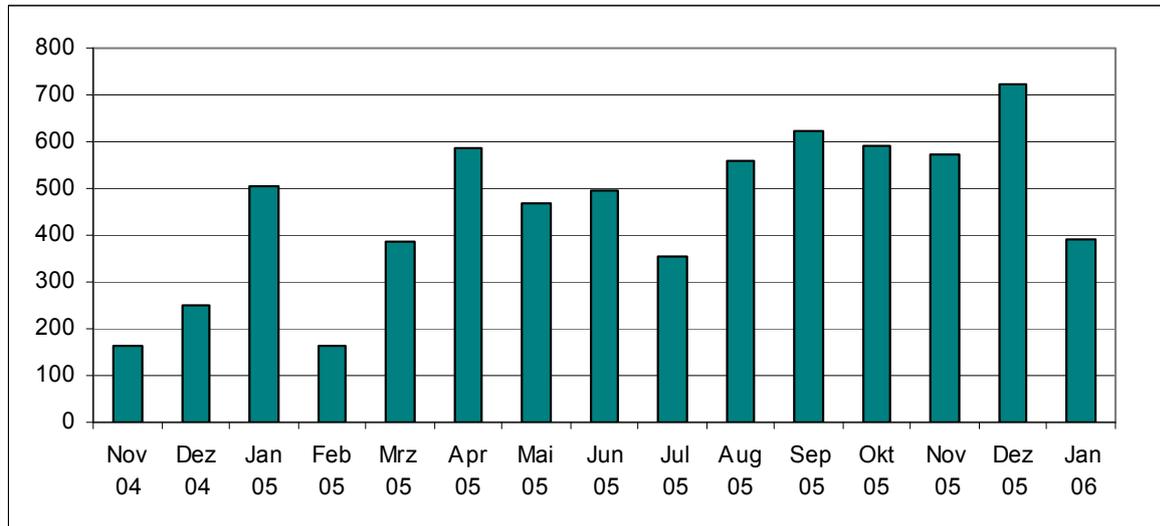


Abb. 4.16: Monatsstreifgebiete MCP [ha] von *Johanna*.

4.2.8 Hirsch *Ludwig* (Halsband 586)

Von Hirsch *Ludwig*, der im November 2003 im Alter von zirka fünf Jahren besendert wurde, existieren wegen des Totalausfalls der GSM- und GPS-Einheiten lediglich Sichtbeobachtungen. Diese sind in der folgenden Abbildung 4.17 dargestellt. Man sieht, dass *Ludwig* ein in Lage und Größe den anderen adulten Hirschen sehr ähnliches Streifgebiet nutzte. Im Sommer war er wie *Karlchen* und *Oskar* im nördlichen Sommerstreifgebiet gesehen worden. Das restliche Jahr über verbrachte er nach Hinweisen durch Sichtbeobachtungen vornehmlich im Süden.

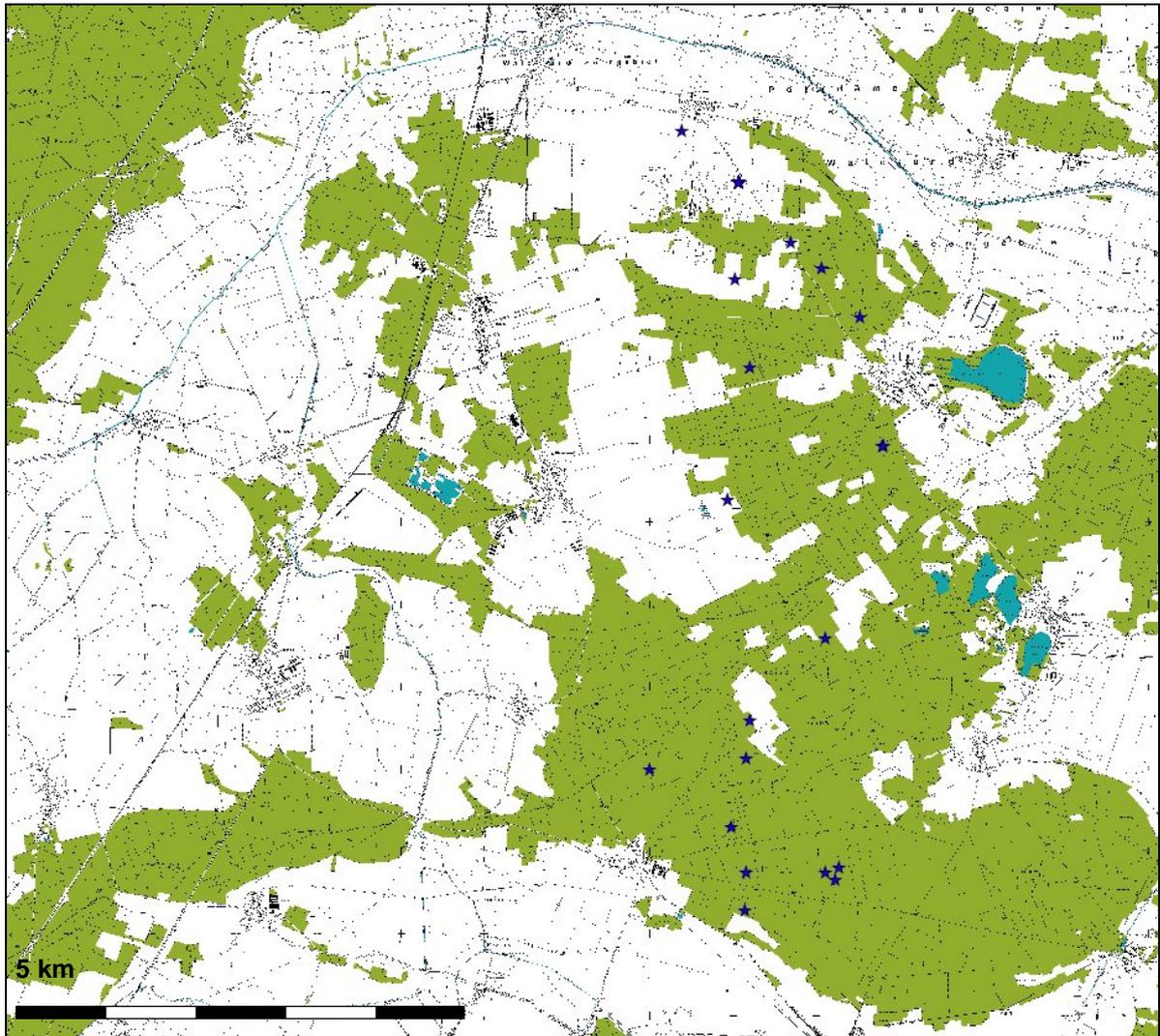


Abb. 4.17: Sichtbeobachtungen von Hirsch *Ludwig*. Andere Sichtbeobachtungen ohne Angaben von genauen Koordinaten sind nicht berücksichtigt.

4.2.9 Wanderungen der Hirsche

Wie in den Kapiteln 4.2.1 bis 4.2.4 bereits erwähnt, wurden bei adulten Hirschen regelmäßige Wanderungen im Frühling nachgewiesen. Das Zentrum des Sommergebietes liegt zirka 8 km vom Zentrum des Wintergebietes entfernt und zeichnet sich durch einen hohen Anteil an Feldern und damit weniger Waldanteilen aus. Den regelmäßigen jahreszeitlichen Wechsel zwischen den Streifgebietsteilen zeigt Abbildung 4.18 am Beispiel des Hirsches *Oskar*.

Der Temperaturverlauf von Januar bis April war in den Jahren 2006 und 2007 signifikant unterschiedlich (Mann-Whitney $U = 19,5$; $n_1 = n_2 = 12$; $p < 0.001$); ab Mai waren die Temperaturunterschiede der beiden Vergleichsjahre nicht mehr signifikant unterschiedlich. Dies hatte Auswirkungen auf den Beginn der Vegetationsperiode: Der Vorfrühling begann im Jahr 2006 am 20. März, im Jahr 2007 bereits am 15. Januar. Die Wanderung des Hirsches fand also in beiden Jahren etwa vier Wochen nach dem Einsetzen des Vorfrühlings statt.

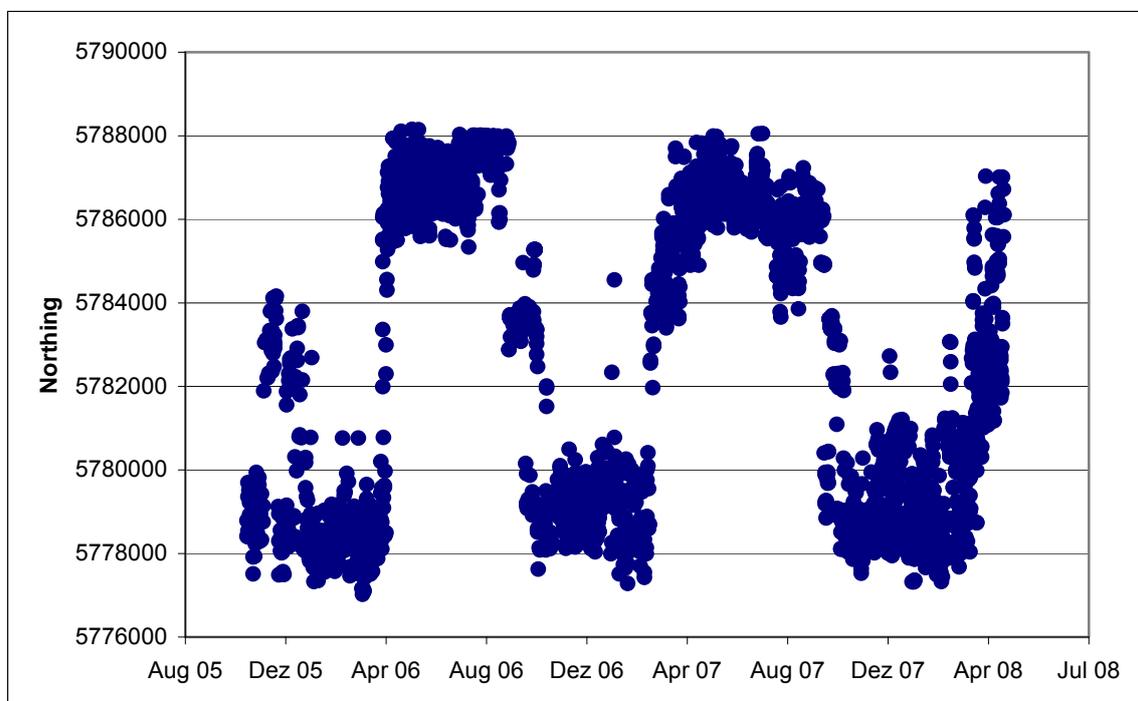


Abb. 4.18: Die Veränderungen der Northing-Werte (Gauss-Krüger-Koordinatensystem) zeigen die wiederkehrenden Nord-Süd-Wanderungen ins Sommer- bzw. Winterstreifgebiet von Hirsch *Oskar* im gesamten Messzeitraum.

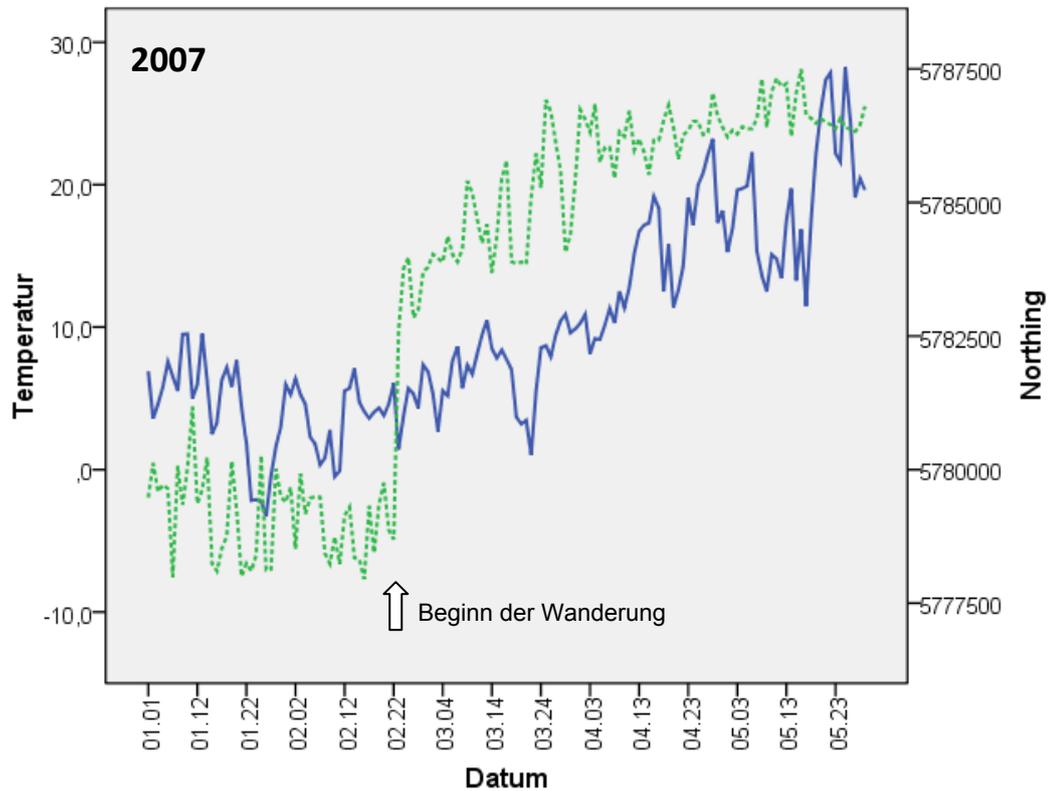


Abb. 4.19: Gegenüberstellung von Bodentemperaturen und Northingwerten aus dem Jahr 2007 (Hirsch Oskar).

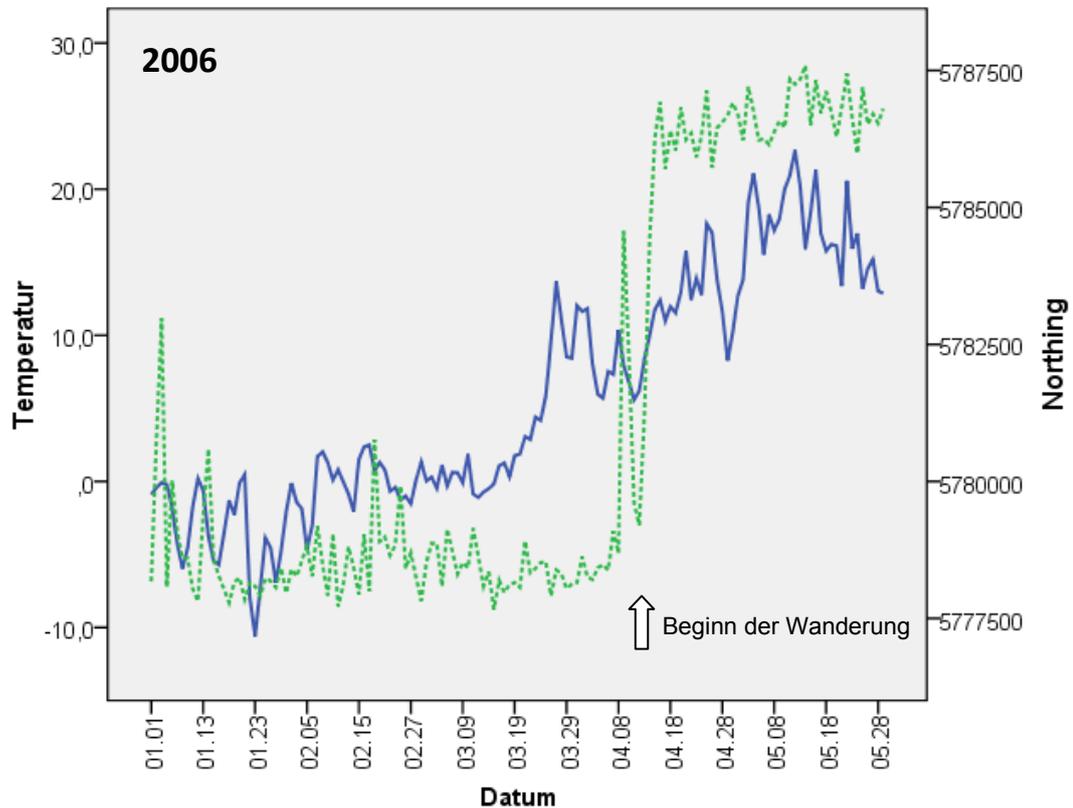


Abb. 4.20: Gegenüberstellung von Bodentemperaturen und Northingwerten aus dem Jahr 2006 (Hirsch Oskar).

4.3 Raumnutzung

Für die Auswertung der Raumnutzung wurden die Positionsdaten zunächst in „Wald“ und „Feld“ (alle Ortungen auf Flächen unter freiem Himmel) eingeteilt. Eine genauere Unterscheidung der Kategorie „Feld“ in Lichtungen, Brachland und Feldfrüchte folgt im nächsten Kapitel 4.4.

4.3.1 Saisonale Nutzung von Wald und Feld

Die Anzahl der Positionen auf dem Feld lassen im Jahresverlauf eine Rhythmik erkennen, die bei Hirschen und Kühen unterschiedlich ist. Die Abbildungen 4.21 a-f zeigen die Anzahl an Feldpositionen pro Monat im Jahresverlauf für die sechs Versuchstiere aus Lühendorf. Man sieht, dass bei den Hirschen die Werte im Winter niedrig sind, über den Frühling hin ansteigen und vom späten Frühling bis zum Sommer das Maximum erreichen. Nach der Ernte im Frühherbst fallen die Werte wieder ab, das heißt die Hirsche halten sich wieder fast ausschließlich im Wald auf. Bei dem ältesten Hirsch *Oskar* ist diese Rhythmik am deutlichsten sichtbar, bei dem jüngsten Hirsch *Basti* am wenigsten. Bei den älteren Kühen *Johanna* und *Lena* steigt die Anzahl der Positionen auf dem Feld ebenfalls von den niedrigen Winterwerten ausgehend im Laufe des Frühlings deutlich an. Die Maxima liegen jedoch im Vergleich zu den Hirschen früher im Jahr, gegen März bis Juni. Danach gehen die Feldwerte zurück, bis sie im Winter wieder ihr Minimum finden. Die Werte von *Kirsten* sind denen der beiden anderen Hirschkühe ähnlich, die Jahresrhythmik ist jedoch durch die fehlenden Positionsdaten zwischen Oktober 2003 und Februar 2004 sowie den plötzlichen hohen Anteil an Feldpositionen im August 2004 nicht signifikant. Die Anzahl der Positionen im Wald zeigt im Gegensatz dazu bei allen Tieren keine signifikante Jahresrhythmik, weder bei Hirschen noch bei Kühen.

Die Menge der Fehlmessungen, d.h. der fehlgeschlagenen und der von der Auswertung ausgeschlossenen Messversuche pro Monat änderte sich bei den Versuchstieren im Jahresverlauf und zeigt bei den Tieren *Oskar*, *Basti* und *Kirsten* eine signifikante negative Korrelation mit der Anzahl an Positionsdaten im Feld. Je häufiger sich also das Versuchstier im Freien aufgehalten hatte, desto mehr erfolgreiche Messversuche kamen zustande. Die Abbildungen 4.22 a und b stellen diese Veränderungen im Jahresverlauf beispielhaft am Hirsch *Oskar* und an der Hirschkuh *Lena* dar.

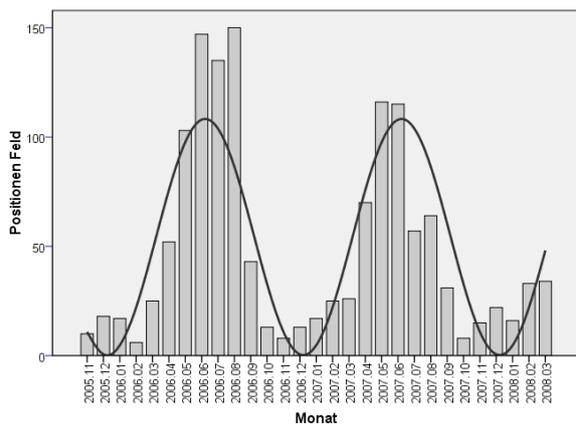


Abb. 4.21a: Feldpositionen im Jahresverlauf von Hirsch *Oskar*: Signifikante Rhythmik.

$$R^2 = 0,732; F(2,28) = 35,537; p < 0,001$$

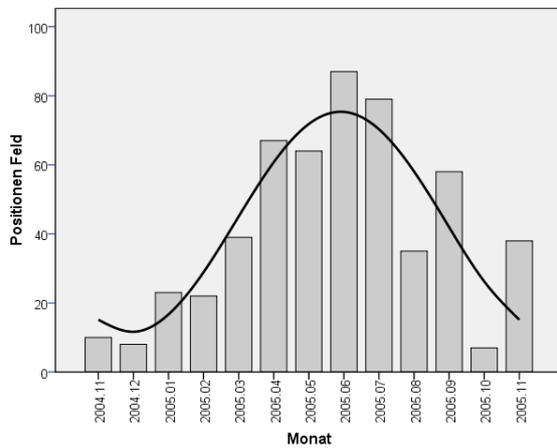


Abb. 4.21b: Feldpositionen im Jahresverlauf von Hirsch *Karlchen*: Signifikante Rhythmik.

$$R^2 = 0,760; F(2,12) = 15,830; p \leq 0,001$$

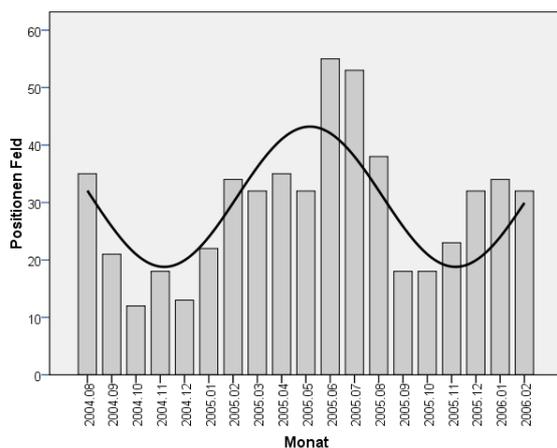


Abb. 4.21c: Feldpositionen im Jahresverlauf von Hirsch *Basti*: Signifikante Rhythmik.

$$R^2 = 0,510; F(2,18) = 10,384; p \leq 0,001$$

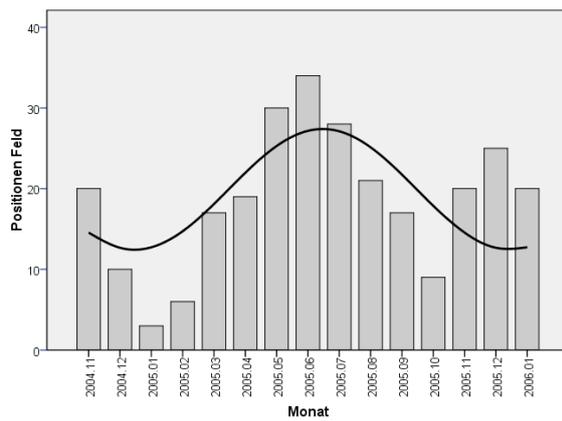


Abb. 4.21d: Feldpositionen im Jahresverlauf von Hirschkuh *Johanna*: Signifikante Rhythmik.

$$R^2 = 0,408; F(2,14) = 4,142; p \leq 0,043$$

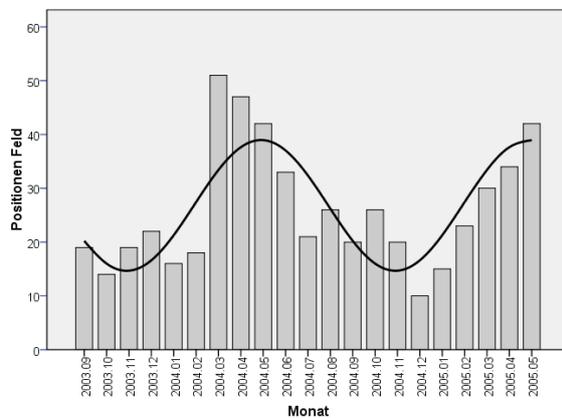


Abb. 4.21e: Feldpositionen im Jahresverlauf von Hirschkuh *Lena*: Signifikante Rhythmik.

$$R^2 = 0,622; F(2,20) = 14,826; p < 0,001$$

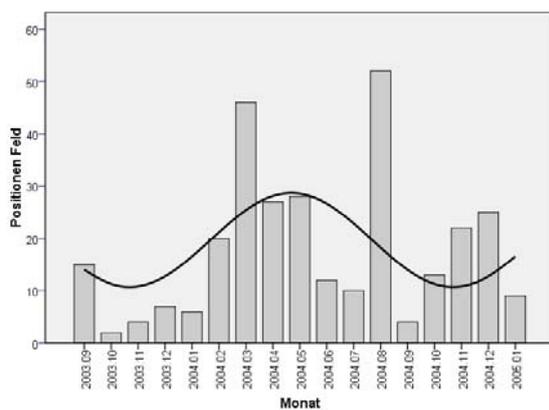


Abb. 4.21f: Feldpositionen im Jahresverlauf von Hirschkuh *Kirsten*: Rhythmik nicht signifikant.

$$R^2 = 0,198; F(2,16) = 1,730; p \leq 0,213$$

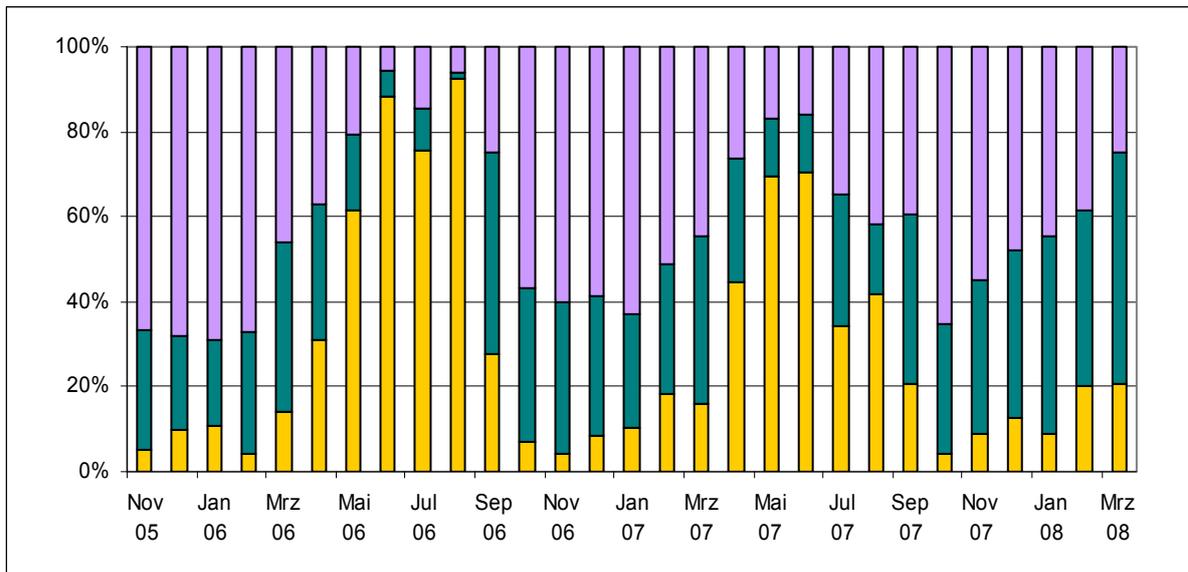


Abb. 4.22 a: Ausbeute und Verteilung der Positionsdaten von *Oskar*. Signifikanter Zusammenhang zwischen Ausfällen und Feldpositionen ($R^2 = 0,791$; $F(1,18) = 102,429$; $p < 0,001$). Gelb: Feld; Türkis: Wald; Violett: Fehlmessungen.

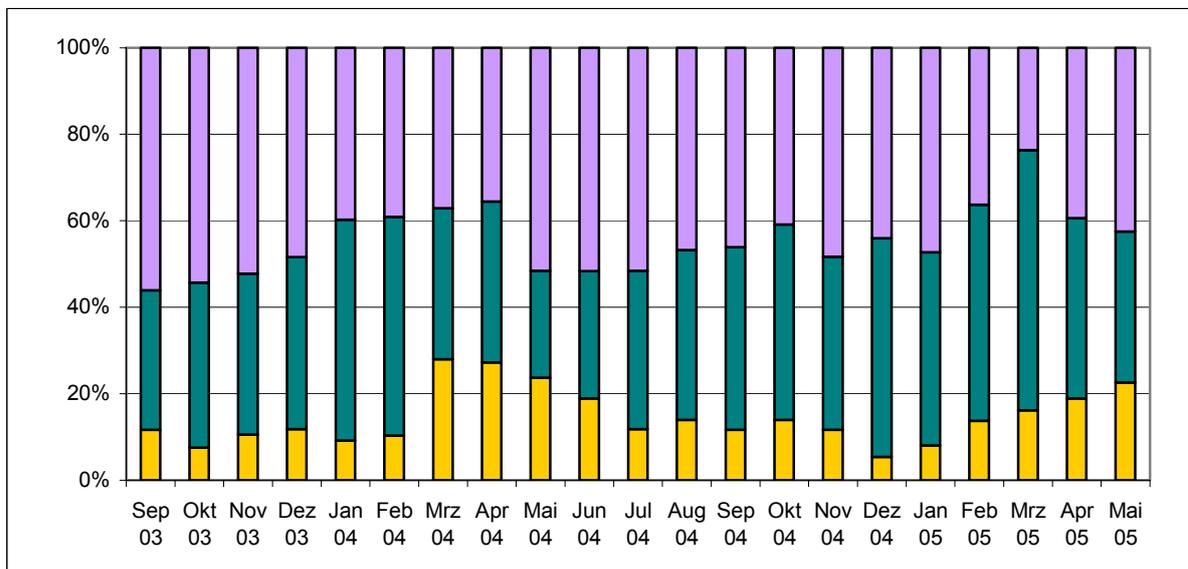


Abb. 4.22 b: Ausbeute und Verteilung der Positionsdaten von *Lena*. Kein signifikanter Zusammenhang zwischen Ausfällen und Feldpositionen. Gelb: Feld; Türkis: Wald; Violett: Fehlmessungen.

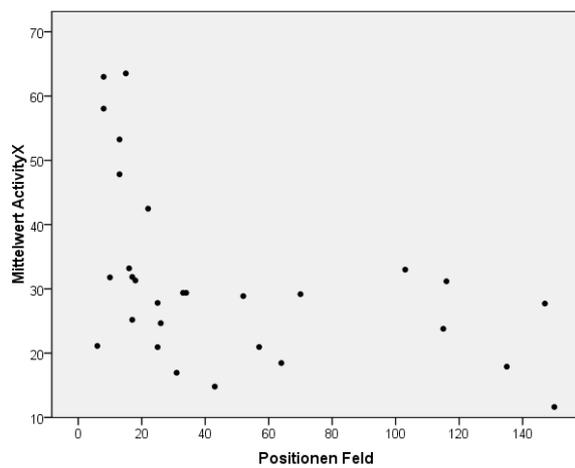


Abb. 4.23a: Hirsch *Oskar*: Monatsmittelwerte der Aktivität korrelieren signifikant negativ mit den monatlichen Positionen auf dem Feld.

$$R^2 = 0,206; F(1,28) = 7,25; p \leq 0,013$$

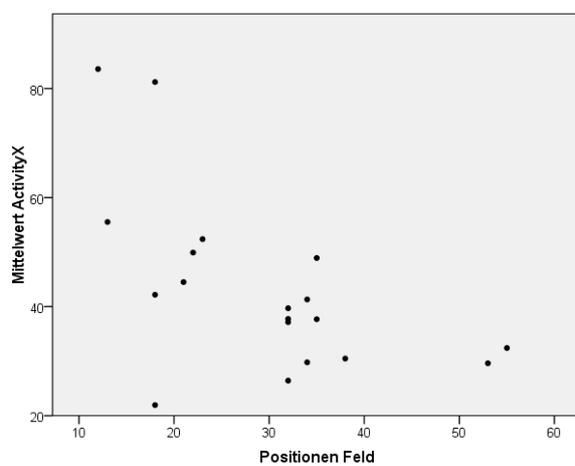


Abb. 4.23b: Hirsch *Basti*: Monatsmittelwerte der Aktivität korrelieren signifikant negativ mit den monatlichen Positionen auf dem Feld.

$$R^2 = 0,342; F(1,18) = 8,837; p \leq 0,009$$

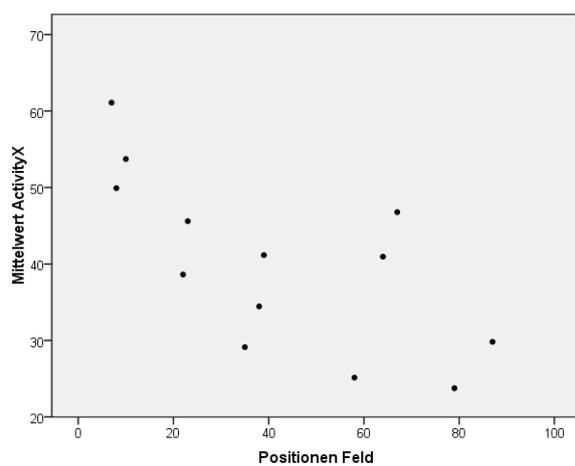


Abb. 4.23c: Hirsch *Karlchen*: Monatsmittelwerte der Aktivität korrelieren signifikant negativ mit den monatlichen Positionen auf dem Feld.

$$R^2 = 0,486; F(1,12) = 10,418; p \leq 0,008$$

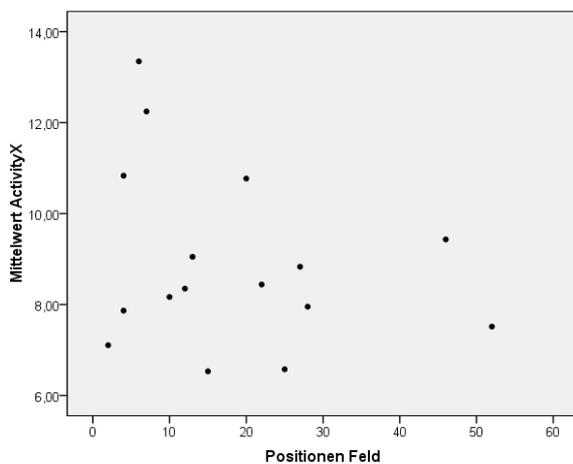


Abb. 4.23d: Hirschkuh *Kirsten*: Monatsmittelwerte der Aktivität korrelieren nicht mit den monatlichen Positionen auf dem Feld.

$$R^2 = 0,071; F(1,15) = 1,075; p \leq 0,317$$

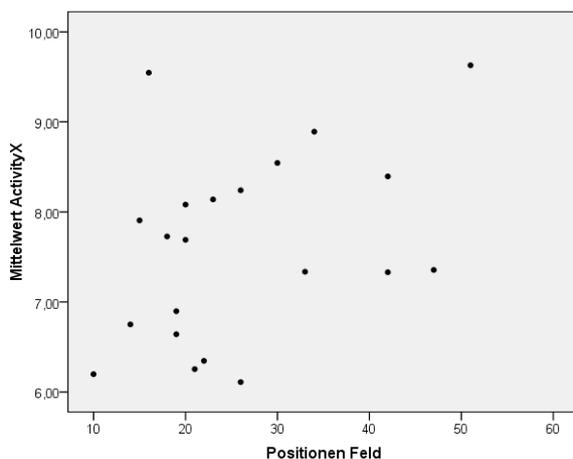


Abb. 4.23e: Hirschkuh *Lena*: Monatsmittelwerte der Aktivität korrelieren nicht mit den monatlichen Positionen auf dem Feld.

$$R^2 = 0,151; F(1,20) = 3,384; p \leq 0,082$$

Vergleicht man die mittleren monatlichen Aktivitätswerte mit der Anzahl der Felddaten (Abb. 4.23 a-e), so zeigt sich bei allen Hirschen ein signifikant negativer Zusammenhang. Dies bedeutet, dass die Aktivitätswerte des Hirsches umso niedriger waren, je mehr er sich im Feld aufhielt. Bei den Kühen *Lena* und *Kirsten* findet sich diese Korrelation nicht. *Lenas* Werte zeigen eher einen Trend dahingehend, dass bei ihr mit steigendem Anteil der Felddaten ein höherer Aktivitätswert aufgezeichnet wurde. *Johannas* Aktivitätswerte lagen zur Zeit der Auswertung noch nicht vor, da sich das Halsband noch am Tier befand. Sie können deshalb nicht berücksichtigt werden.

4.3.2 Tageszeitliche Nutzung von Wald und Feld

Die prozentuale Verteilung der gesamten Ortungen auf Tag und Nacht zeigt, dass von allen besenderten Tieren am Tag mehr Fehlmessungen auftraten als während der Dunkelheit. Der

Anteil an Felddaten ist bei allen Tieren nachts höher als tagsüber. Der Anteil der Positionen im Wald ist bei *Oskar*, *Johanna*, *Kirsten* und *Lena* am Tag und in der Nacht nahezu gleich groß, bei *Karlchen* nachts geringfügig größer und bei *Basti* tagsüber deutlich größer. Diese Unterschiede sind in den Abbildungen 4.24 a-f dargestellt.

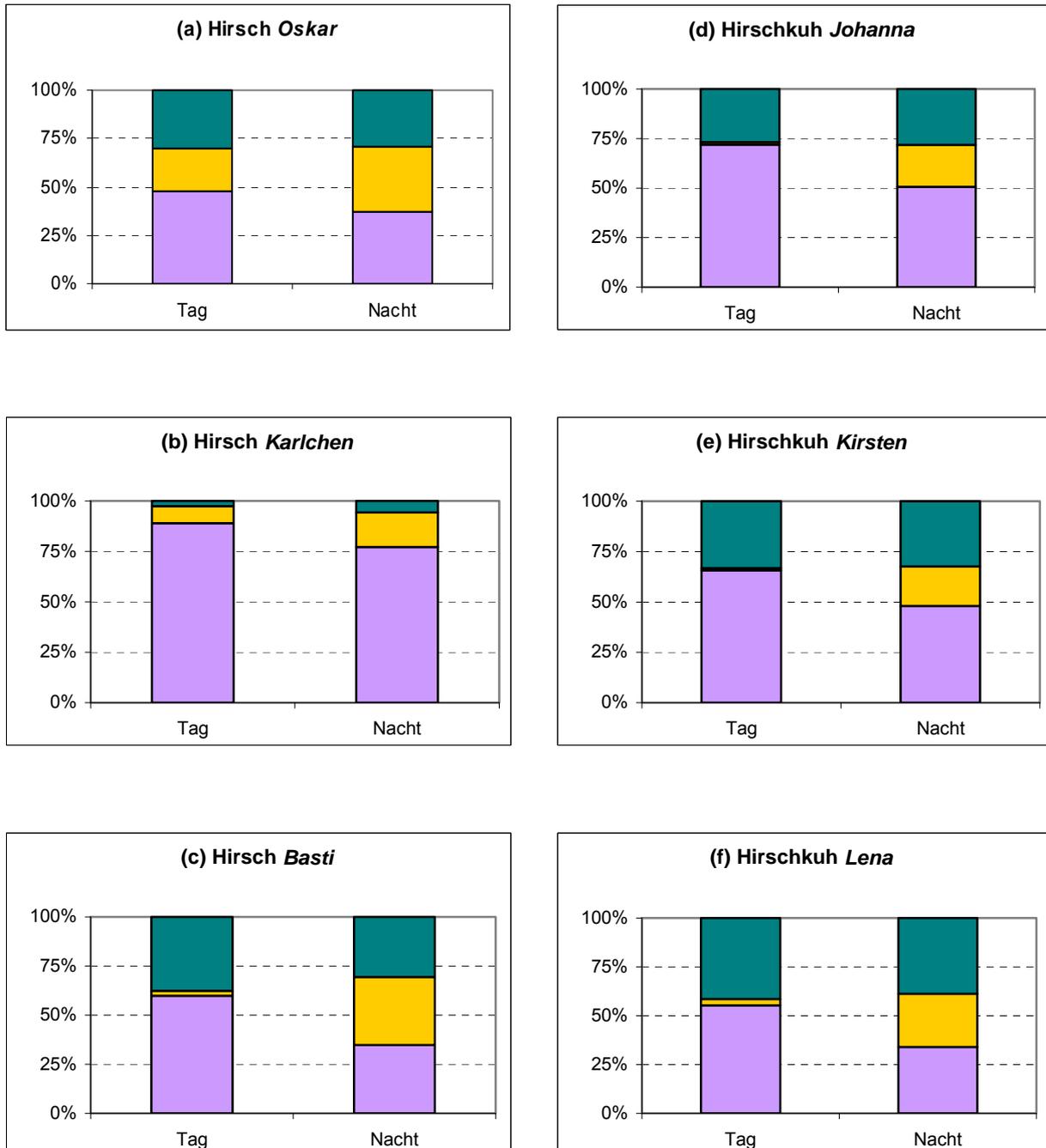


Abb. 4.24 a-f: Prozentuale Verteilung der Positionsdaten auf Feld, Wald und Unbekannte. Einteilung in Tag und Nacht (inkl. Dämmerung). Violett: unbekannt (Fehlmessungen); Gelb: Feld; Blau: Wald.

Bei der Auswertung der Felddaten hinsichtlich der Verteilung auf Tag und Nacht wurde ein Index von -1 bis 1 erstellt. Der Wert -1 bedeutet, dass alle Feldpositionen im betreffenden Monat in der Nacht auftraten; 1 bedeutet entsprechend, dass alle Feldpositionen des betrachteten Monats während des Tages aufgezeichnet wurden. Bei den Hirschen *Oskar* und *Karlchen* zeigt die Verteilung der Feldpositionen auf Tag und Nacht im Jahresverlauf eine signifikante Rhythmik, die man bei *Oskar* am besten erkennen kann. Die Häufigkeit, mit der er sich tagsüber auf dem Feld aufhielt, war im Sommer zwischen 38 und 65% ; im Winter lag sie hingegen bei 0 bis 10% . Die Abbildungen 4.25 a-f zeigen den Tagaktivitätsindex für die Feldpositionen für alle sechs Tiere.

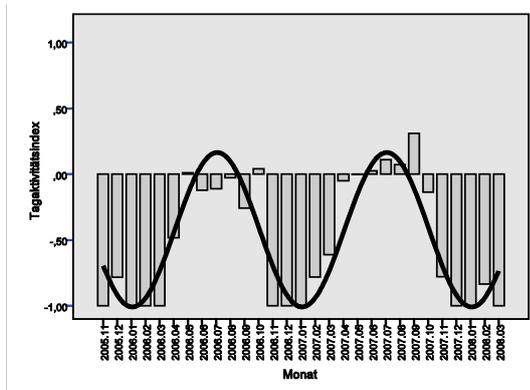


Abb. 4.25a: Tagaktivitätsindex von Hirsch *Oskar*. Balken stellen Monatswerte, die schwarze Linie die angepasste Sinusfunktion dar. Die hohe Amplitude der Kurve zeigt eine ausgeprägte Jahresrhythmik.

$$R^2 = 0,803; F(2,28) = 53,118; p < 0,001$$

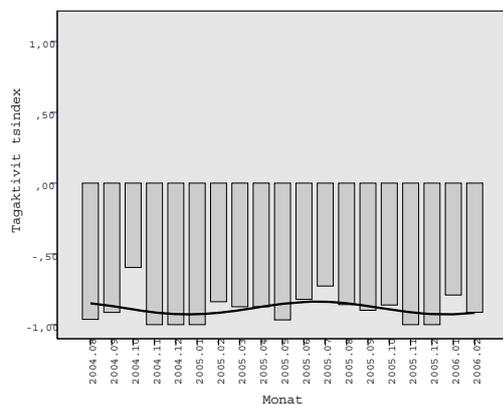


Abb. 4.25b: Tagaktivitätsindex von Hirsch *Basti*. Balken stellen Monatswerte, die schwarze Linie die angepasste Sinusfunktion dar. Eine Jahresrhythmik lässt sich nicht nachweisen.

$$R^2 = 0,090; F(2,18) = 0,786; p \leq 0,472$$

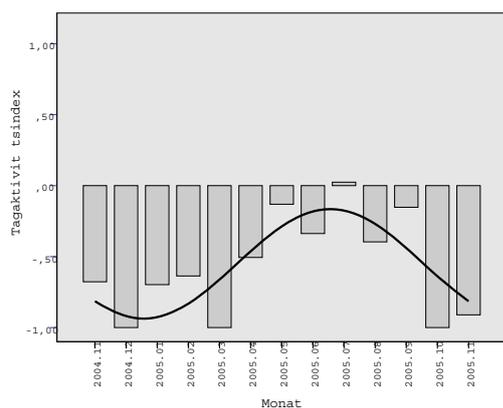


Abb. 4.25c: Hirsch *Karlchen*. Balken stellen Monatswerte, die schwarze Linie die angepasste Sinusfunktion dar. Die hohe Amplitude der Kurve zeigt eine ausgeprägte Jahresrhythmik.

$$R^2 = 0,631; F(2,12) = 8,541; p \leq 0,007$$

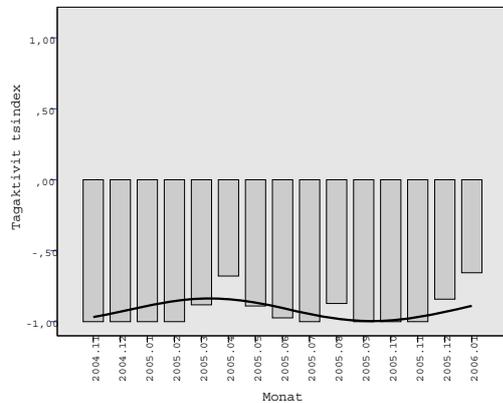


Abb. 4.25d: Hirschkuh *Johanna*. Balken stellen Monatswerte, die schwarze Linie die angepasste Sinusfunktion dar. Eine Jahresrhythmik lässt sich nicht nachweisen. ($R^2 = 0,218$; $F(2,14) = 1,674$; $p \leq 0,228$)

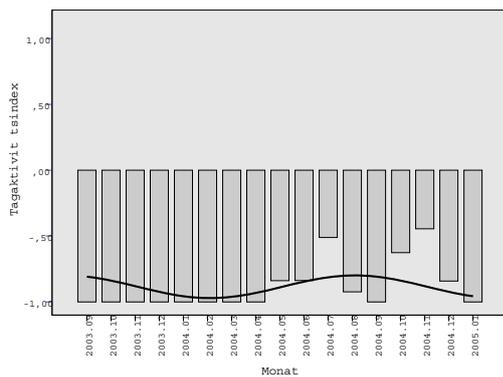


Abb. 4.25e: Hirschkuh *Kirsten*. Balken stellen Monatswerte, die schwarze Linie die angepasste Sinusfunktion dar. Eine Jahresrhythmik lässt sich nicht nachweisen.

$$R^2 = 0,110; F(2,16) = 0,865; p \leq 0,442$$

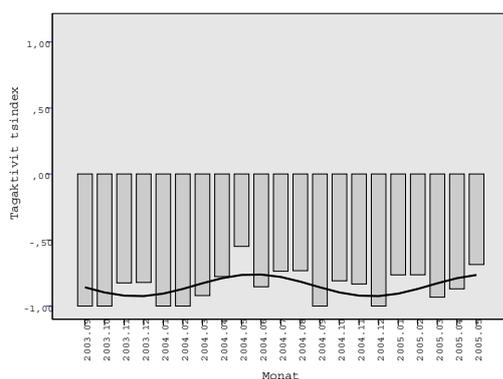


Abb. 4.25f: Hirschkuh *Lena*. Balken stellen Monatswerte, die schwarze Linie die angepasste Sinusfunktion dar. Eine Jahresrhythmik lässt sich nicht nachweisen.

$$R^2 = 0,221; F(2,20) = 2,549; p \leq 0,106$$

4.4 Anpassung an die Kulturlandschaft

4.4.1 Feldfrüchte als Nahrung

Wie im vorangegangenen Kapitel beschrieben, kann das gesamte Untersuchungsgebiet in Wald und Feld, d. h. alle Bereiche unter freiem Himmel eingeteilt werden. Die Nutzung der angebauten Kulturpflanzen, der Stilllegungsflächen und der Waldlichtungen wird hier eingehender beleuchtet.

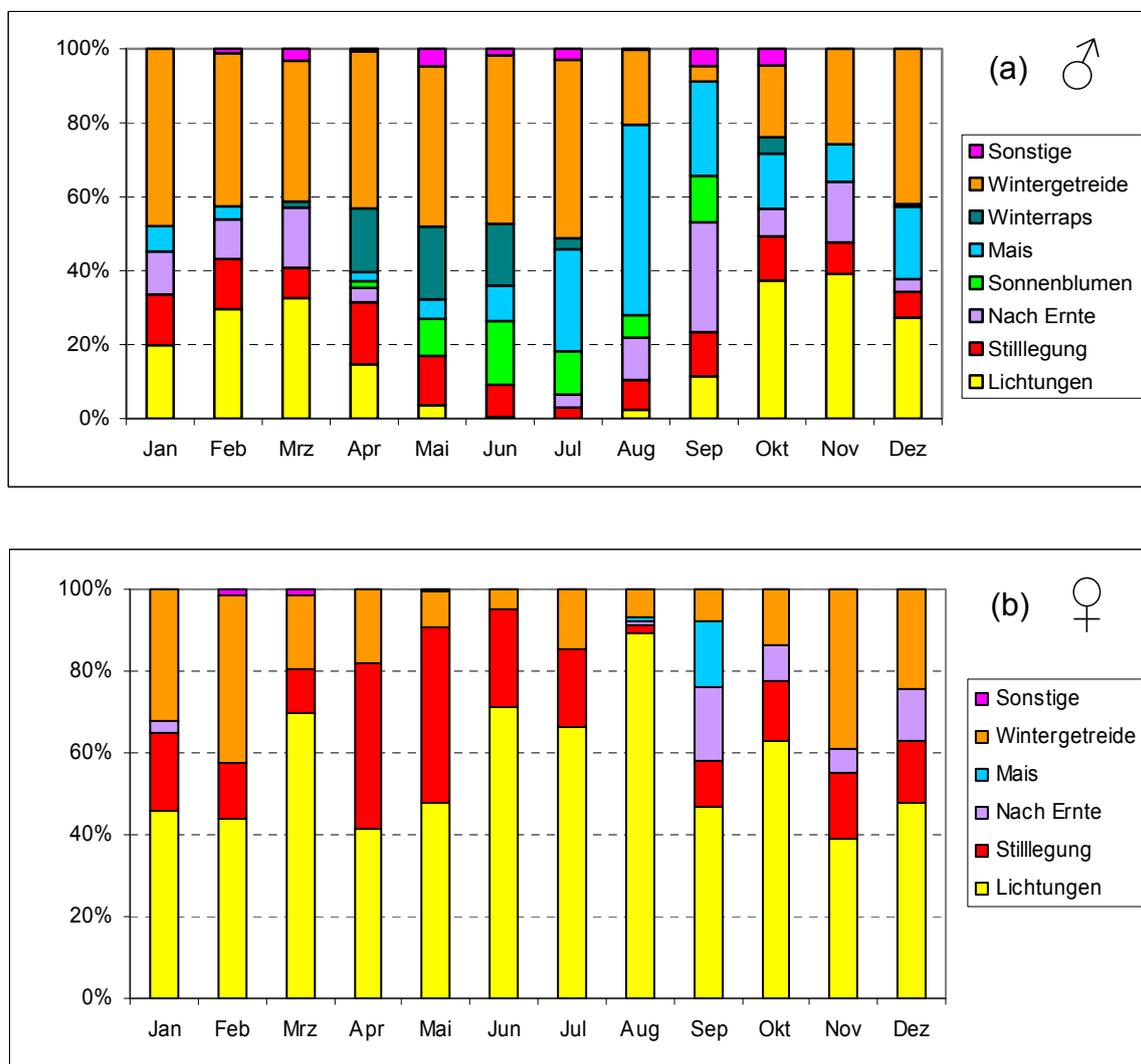


Abb. 4.26 a-b: Verteilung der Monatsmittel aller Feldpositionen der Hirsche und Hirschkühe auf verschiedene Anbauflächen. „Sonstige“ umfasst alle Feldfrüchte, die insgesamt weniger als zehnmal auftraten, z.B. Spargel, Kartoffeln, Gras.

In den Abbildungen 4.26 a und b sieht man die durchschnittliche Verteilung der Feldpositionsdaten auf die verschiedenen Anbauflächen im Jahresverlauf für beide Geschlechter.

Im Vergleich dazu zeigen Hirschkühe während des gesamten Jahres eine deutlich höhere Nutzung von Lichtungen. Auch Stilllegungsflächen (Abb. 4.27) werden von ihnen von April bis August bevorzugt, so dass in diesen Monaten der Anteil an Aufenthalten auf Getreidefeldern und anderen Feldfrüchten verglichen mit den Hirschen deutlich niedriger ist. Getreidefelder wurden von den Kühen das ganze Jahr über frequentiert. Andere Felder wurden dagegen nur selten bis gar nicht besucht. Im August liegt der Anteil an Ortungen auf Waldlichtungen mit 92% auffallend hoch. Nach der Getreideernte, wurden auch die Maisfelder und über einen längeren Zeitraum auch das noch nicht wieder bestellte Ackerland von den Kühen vermehrt aufgesucht.



Abb. 4.27: Stilllegungsfläche mit typischem Bewuchs (Lupine, Süßgräser, Kamille, u.a.). Im Hintergrund sieht man ein Getreidefeld und das brandenburgische Lühsdorf.

Die Unterschiede zwischen den Geschlechtern werden bei einem Vergleich der Jahresquartale deutlich. Von Januar bis März werden Felder vor erneuter Bestellung und Wintergetreide-Felder signifikant häufiger von Hirschen als von Kühen besucht ($U = 4,5$; $p < 0,001$ bzw. $U = 5,0$; $p < 0,002$), bei Lichtungen verhält es sich hingegen umgekehrt ($U = 0,0$; $p < 0,001$). Von April bis Juni sind Hirsche signifikant häufiger auf Sonnenblumen-, Mais-, Winterraps- und Getreidefeldern zu finden als Hirschkühe ($U = 13,5$; $p < 0,005$; $U = 13,5$; $p < 0,005$; $U = 13,5$; $p < 0,005$; $U = 8,0$; $p < 0,004$). Auf Lichtungen ist wiederum das weibliche Wild häufiger gewesen als das männliche ($U = 2,0$; $p < 0,001$). Von Juli bis September fallen signifikante Unterschiede nur auf Feldern mit Wintergetreide auf, wo sich die Hirsche signifikant häufiger aufgehalten haben ($U = 15,0$; $p < 0,024$). Die Hirschkühe waren auch von Juli bis September und von Oktober bis

Dezember signifikant häufiger als Hirsche auf Lichtungen zu finden ($U = 5,0$; $p < 0,002$; $U = 16,0$; $p < 0,030$). Zusammenfassend bevorzugten Hirschkühe also das ganze Jahr über Lichtungen, welche von den Hirschen nicht so häufig frequentiert werden. Auf Wintergetreidefeldern und im Frühling bis Frühsommer auch auf anderen Feldern sind jedoch Hirsche eher zu finden.

Die folgenden Abbildungen 4.28 a-f zeigen die Anzahl der Feldpositionen exemplarisch für die einzelnen Versuchstiere innerhalb eines vollständigen Jahres. Die Felddaten des einjährigen Hirsches *Basti* aus den Wintermonaten setzen sich aus Aufhalten auf Lichtungen, Stilllegungsflächen, Ackerland vor erneuter Bestellung und zum größten Teil Wintergetreide zusammen. Mit einsetzender Vegetationsperiode im Frühling erhöhten sich bei ihm die Ortungen auf Lichtungen und Stilllegungen. Ab Mai hielt sich der Hirsch nicht mehr auf Lichtungen, dafür aber umso mehr in Maisfeldern auf. In der Feistzeit von Juni bis August war der junge Hirsch daneben vermehrt in Wintergetreidefeldern zu finden. Im Juni liegt zugleich das Maximum an Ortungen im Feld. Ab August wurde er wieder auf Lichtungen geortet, die im September und Oktober den Hauptanteil ausmachten. Zur Brunftzeit im Oktober und November wurde die Anzahl der Feldpositionen insgesamt deutlich weniger verglichen mit dem Rest des Jahres. Ab November besuchte *Basti* in erster Linie wieder Lichtungen und Getreidefelder, wenn er sich unter freiem Himmel aufhielt.

Der zweijährige Hirsch *Karlchen* befand sich in den Wintermonaten von allen Feldarten am häufigsten auf Wintergetreidefeldern, daneben auch auf unbestelltem Acker und Lichtungen (Abb. 4.29). Mit dem Beginn des Frühlings erhöhten sich insgesamt die Ortungen auf dem Feld, wobei im März die Lichtungen, im April die Getreidefelder und im Mai Getreide und Raps die Hauptanteile ausmachten. Während des Sommers war der Hirsch vor allem auf Raps- Getreide- und Sonnenblumenfeldern zu finden. Nach der Ernte im August und September kamen noch immer Ortungen von diesen Feldern, so dass der abgeerntete Acker im September neben den Sonnenblumen den größten Anteil an Feldpositionen darstellt. Zur Zeit der Brunft im Oktober und November hielt sich *Karlchen* nur sehr wenig auf freien Flächen auf, und zwar nur auf Lichtungen bzw. Getreidefeldern.

Die Daten des adulten Hirsches *Oskar* zeigen eine ähnliche Verteilung wie bei *Karlchen*. Bis zum Einsetzen der Vegetationsperiode im April kamen die Feldortungen vorwiegend von Getreidefeldern, daneben auch von Lichtungen und zu einem geringen Anteil auch von Stilllegungsflächen. Während der Vegetationsperiode war der Hirsch vor allem auf Raps-, Sonnenblumen- und Getreidefeldern und auch auf Stilllegungen zu finden. Der Anteil an Aufhalten in Maisfeldern war in dem abgebildeten Jahr eher geringer, in dem vorangehenden Jahr (siehe Anhang) jedoch sehr groß. Verglichen mit den anderen Versuchstieren waren für *Oskar* die Lichtungen eher unattraktiv.

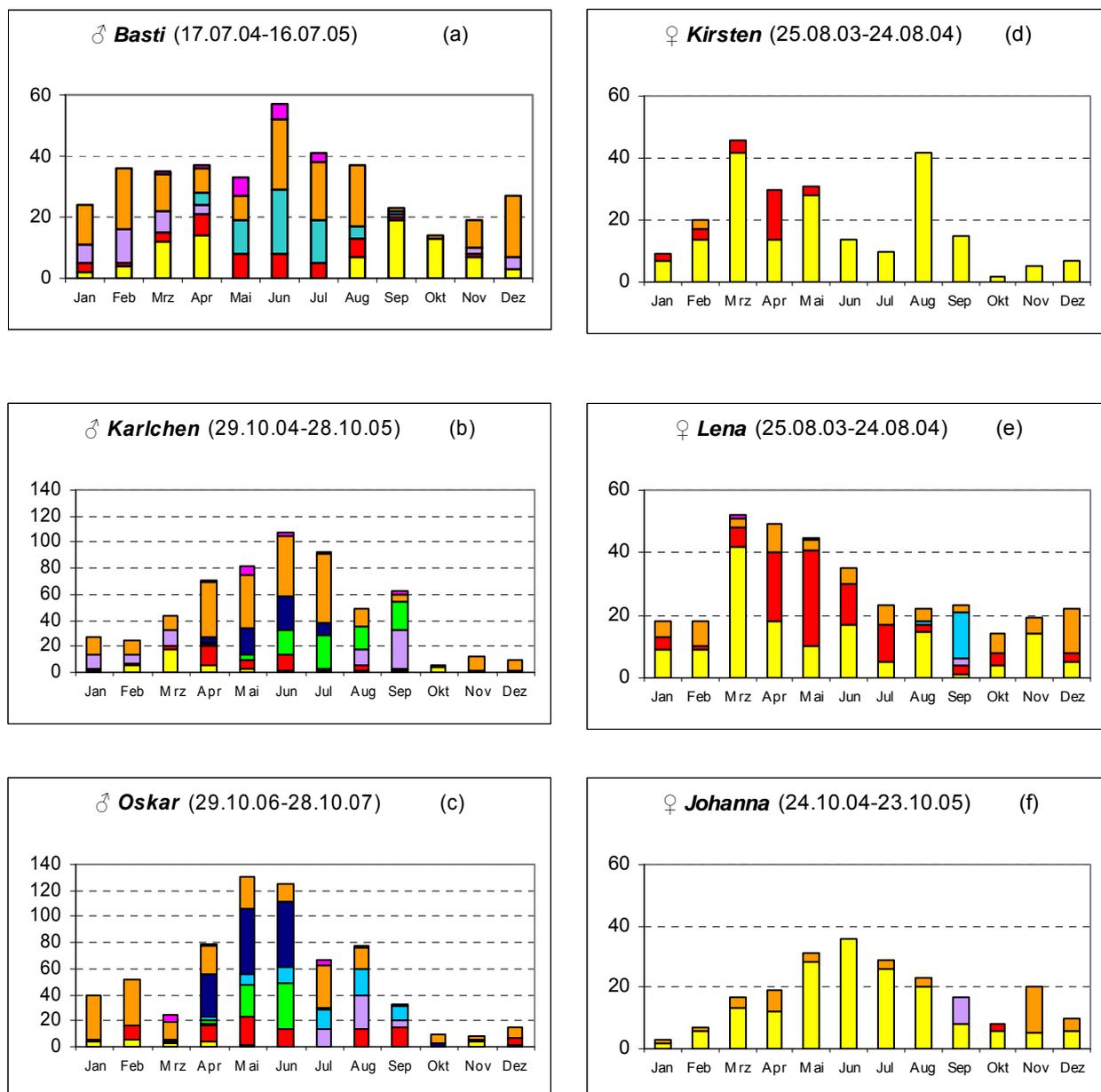


Abb. 4.28 a-f: Verteilung der Felddaten absolut im Jahresverlauf für die einzelnen Tiere. **Lichtungen**; **Stilllegung**; **Nach Ernte**; **Sonnenblumen**; **Mais**; **Winterraps**; **Wintergetreide**; **Sonstige** (Spargel, Gras u.a.).

Bei allen Hirschkühen ist die Nutzung der Lichtungen sehr ausgeprägt, d.h. sie verlassen das Waldgebiet seltener als die Hirsche. Daneben spielen Stilllegungsflächen als Feldbebauungsart eine große Rolle. Wintergetreidefelder wurden von *Lena* und *Johanna* in geringem Maße aufgesucht, daneben jedoch kaum andere Feldfrüchte. Die einjährige Hirschkuh *Kirsten* war fast nur auf Lichtungen, später im April auch zu einem beträchtlichen Anteil auf Stilllegungsflächen geortet worden.



Abb. 4.29: Waldlichtung im Untersuchungsgebiet „Lühdorf“.

Ausgehend von den Beobachtungen aus dem gesamten Untersuchungszeitraum lässt sich eine Rangliste der von den besenderten Damhirschen frequentierten Feldarten erstellen (Tab. 4.4).

Tab. 4.4: Liste der bevorzugten Feldarten der Versuchstiere. +++: sehr häufig frequentiert; ++: häufig frequentiert; +: öfters frequentiert; ○: selten frequentiert; -: nicht frequentiert.

	Frühling		Sommer		Herbst		Winter	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
Wintergetreide	+++	+	+++	+	+	+	+++	++
- Winterroggen	+++	+	+++	+	+	+	+++	++
- Wintertriticale	++	+	++	+	+	+	++	+
- Winterweizen	+	-	+	-	+	-	+	-
- Wintergerste	+	-	+	-	+	-	+	-
Sonnenblumen	+	-	++	-	+	-	-	-
Winterraps	++	-	+	-	○	-	-	-
Mais	+	-	+++	-	++	+	+	-
Gras	○	-	○	-	○	-	○	-
Acker nach Ernte	○	-	○	-	++	+	+	+
Stilllegungsflächen	+	+++	+	++	+	+	+	++
Waldlichtungen	+	+++	-	+++	++	+++	++	+++

Während der Vegetationsperiode bevorzugten die Hirsche Raps, Sonnenblumen und Getreide, darunter vor allem Winterroggen. Neben den angebauten Kulturpflanzen wurde auf den Feldern jedoch auch eine unterschiedliche Vielfalt an wild wachsendem Unterwuchs (Abb. 4.30) gefunden, die den Hirschen möglicherweise ebenso als Nahrung diente. Zwischen Oktober und Februar nutzten sie hauptsächlich Wintergetreide und Lichtungen. Hirschkühe bevorzugten an Offenlandschaften in erster Linie Lichtungen. Daneben waren sie während der Vegetationsperiode auch auf Stilllegungsflächen und Getreidefeldern zu finden.



Abb. 4.30: Sonnenblumenfeld mit Unterwuchs. Die große Vielfalt an Gräsern und Kräutern (hier: Hirtentäschelkraut (*Capsella bursa-pastoris*), Löwenzahn (*Taraxacum spec.*), Storchenschnabel (*Geranium pratense*) u.a.) dient vermutlich ebenfalls als Nahrung.

4.4.2 Straßenüberquerung

Im Untersuchungsgebiet befinden sich verschieden große geteerte und ungeteerte Straßen (Abb. 4.31). Die relativ viel befahrene Landesstraße 80 (L80), die von Buchholz nach Kemnitz und weiter nach Frankenförde führt, befindet sich im Süden und somit im Winterstreifgebiet der adulten Hirsche. Die befestigten und unbefestigten kleineren Straßen, die teilweise durch den Wald führen, werden von PKW und LKW ebenfalls häufig genutzt.

Die L80 wurde im gesamten Untersuchungszeitraum mit einer Ausnahme (♀ *Johanna*) nur von Hirschen überquert (Mann-Whitney $U = 19,5$; $n_1 = n_2 = 12$; $p < 0,001$). Dabei fällt auf, dass der einjährige Hirsch *Basti* sehr viel häufiger über diese Straße wechselte als der zweijährige *Karlchen* und der ca. fünfjährige *Oskar*, die durch das Wechseln in das Sommerstreifgebiet außerdem die Straße nicht mehr in ihrem Aktionsradius

besaßen. Auch andere geteerte oder mit Betonplatten bzw. Kopfsteinpflaster befestigte Straßen wurden von Hirschkühen nicht überquert (Mann-Whitney $U = 0,0$; $n_1 = n_2 = 12$; $p < 0,001$). Bei unbefestigten Straßen gibt es hingegen keinen Unterschied zwischen Hirschen und Kühen (Mann-Whitney $U = 65,0$; $n_1 = n_2 = 12$; $p < 0,707$). Die Häufigkeiten der Straßenüberquerungen sind für die einzelnen Versuchstiere gebündelt in Quartale jeweils eines vollständigen Jahres in Abbildung 4.31 a-f dargestellt.

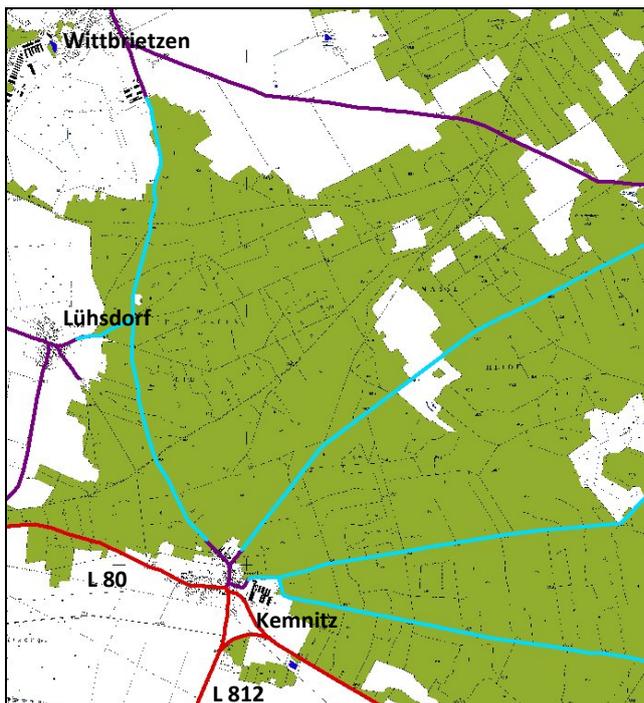


Abb. 4.31: Straßennetz im Untersuchungsgebiet „Lühsdorf“ (Ausschnitt). Rot: Landesstraßen; Violett: Befestigte Straßen (Teer, Betonplatten, Kopfsteinpflaster); Blau: Unbefestigte Straßen.

Die Abbildungen 4.33 a und b zeigen die Nutzung des Untersuchungsgebietes im Bereich der L80 vergleichend zwischen Hirsch *Basti* und Hirschkuh *Johanna* beispielhaft für den Sommer 2005. Man sieht, dass der Hirsch auch das Areal südlich der Straße nutzte, während Johannas Streifgebiet an der Straße endet.

Hirschkuh *Paula* aus dem Untersuchungsgebiet „Wiesenhagen“ überquerte im gesamten Messzeitraum weder die Eisenbahngleise noch die Bundesstraße 101. Auf Abbildung 4.34 sieht man die durch diese Verkehrswege begrenzte untypisch längliche Form ihres Streifgebietes.

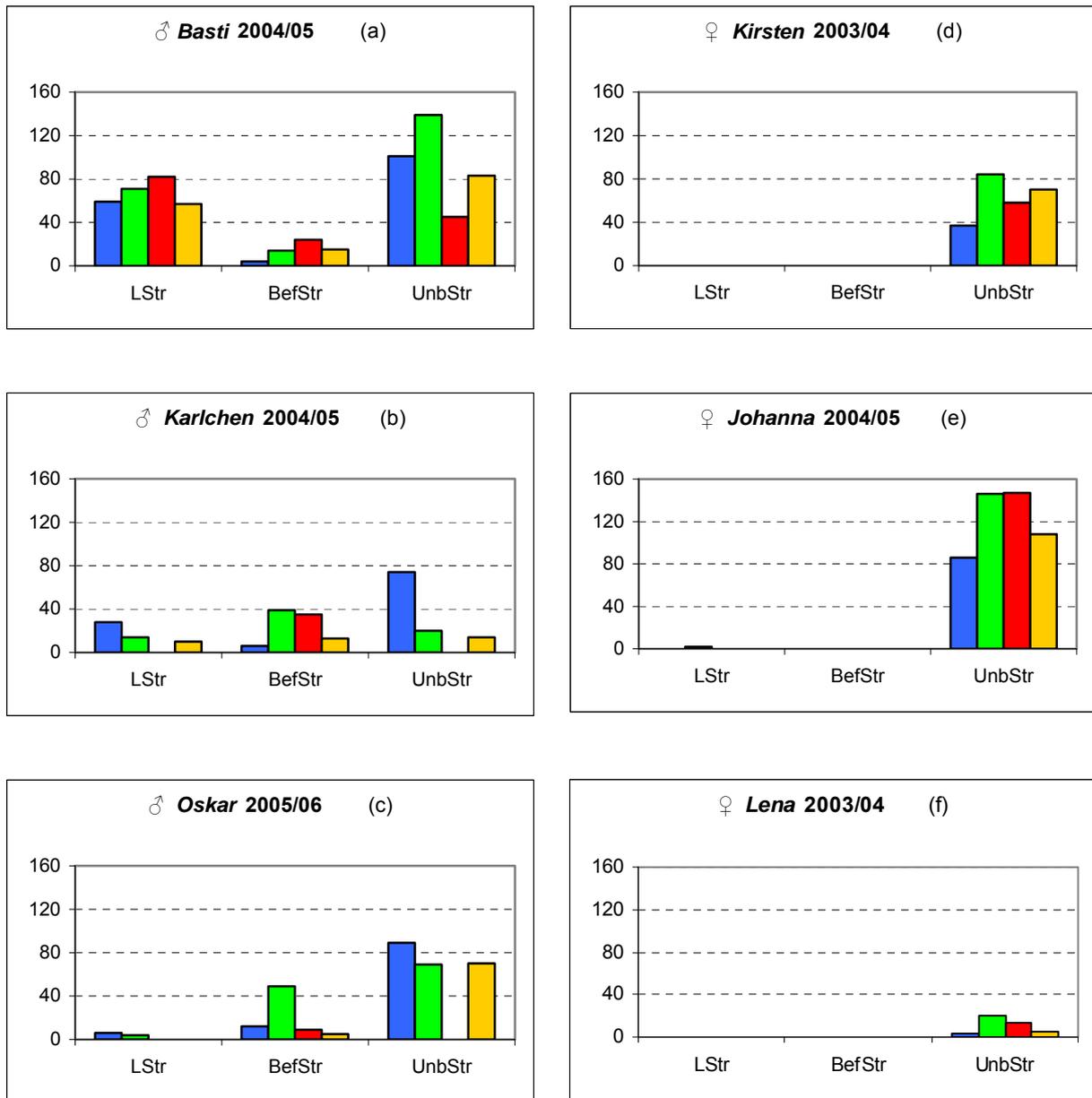


Abb. 4.32 a-f: Häufigkeiten der Straßenüberquerungen für jeweils ein komplettes Jahr. LStr = Landesstraße 80; BefStr = kleinere befestigte Straße; UnbStr = unbefestigte Straße. Blau = Winter; grün = Frühling; rot = Sommer; gelb = Herbst.

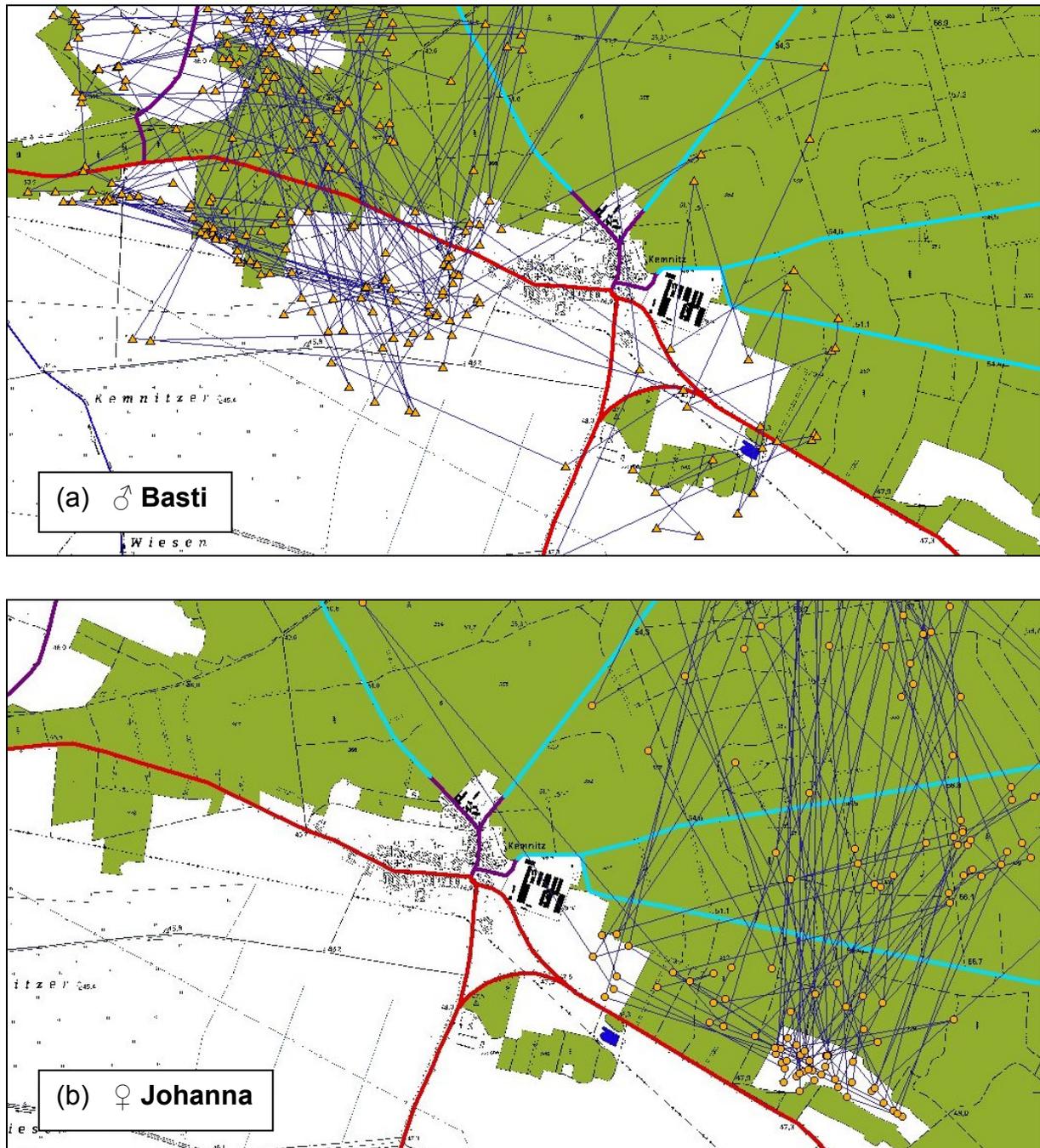


Abb. 4.33 a-b: Straßenüberquerung von Hirsch *Basti* und Hirschkuh *Johanna*, Juni bis August 2005. Rot: Landesstraße 80; Violett: Befestigte Straßen; Hellblau: Unbefestigte Straßen. Dreiecke bzw. Punkte markieren die einzelnen Ortungen, die chronologisch durch dunkelblaue Linien miteinander verbunden sind. Die Kreuzungsstellen mit den Straßen entsprechen wegen der großen zeitlichen Abstände der Ortungen nicht unbedingt den tatsächlichen Überquerungsstellen.

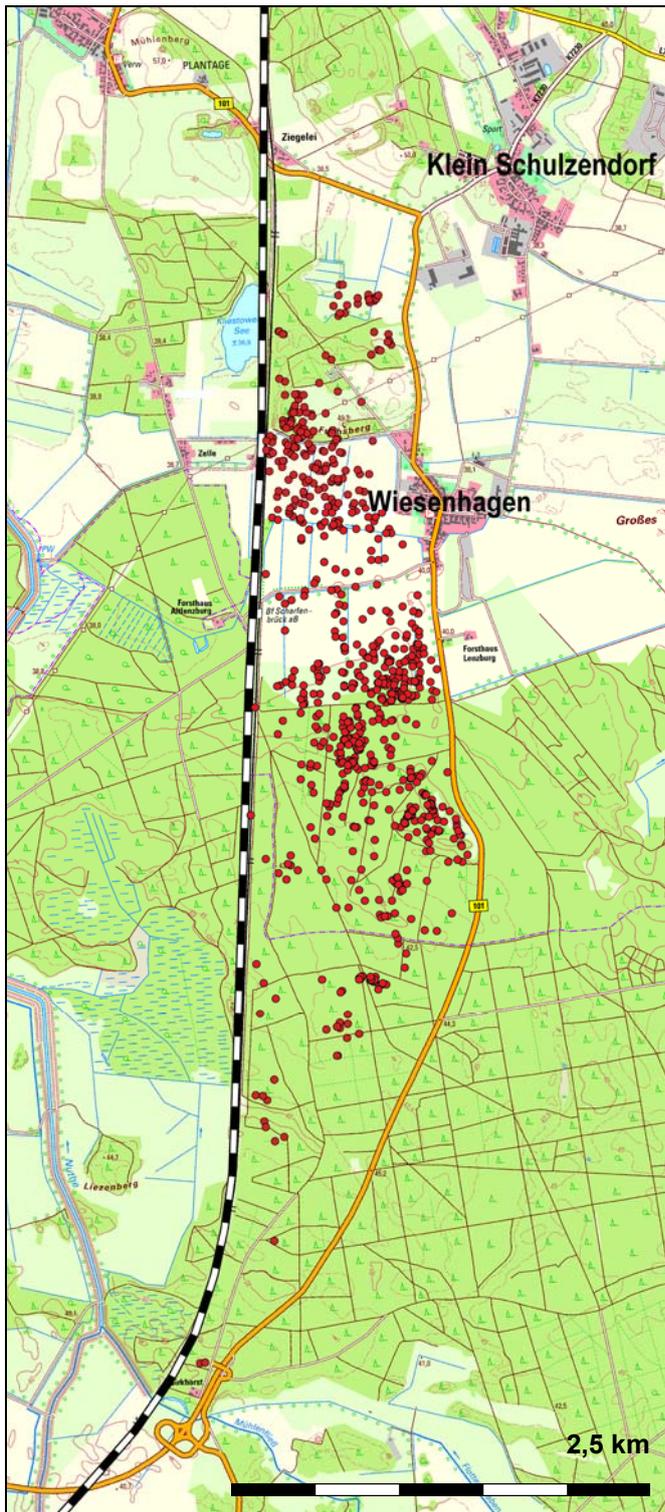


Abb. 4.34: Positionsdaten (rot) von Hirschkuh Paula im Revier Wiesenhagen. Schwarz-weiß: Eisenbahngleise (ICE-Strecke; Orange: B 101.

4.5 Biorhythmus

4.5.1 Aktivität im Jahresverlauf

Die Aktivitätsmittelwerte der einzelnen Monate zeigen im Jahresverlauf bei den Hirschen *Oskar* und *Basti* sowie den Kühen *Lena* und *Kirsten* eine signifikante Rhythmik. Bei Hirsch *Karlchen* sind die Werte nicht signifikant an eine Sinuskurve anzugleichen. Von *Johanna* liegen derzeit die Aktivitätswerte noch nicht vor und können in die Auswertung nicht einbezogen werden, da sich das Halsband noch am Tier im Feld befindet.

Auf den Abbildungen 4.35 a-c sieht man die Aktivitätswerte der Hirsche im Monatsmittel mit einer angeglichenen Sinuskurve (Cosinor-Methode). Der Graph des adulten Hirsches *Oskar* zeigt deutlich, dass die Aktivitätsminima in den Sommermonaten liegen, worauf die Maxima in der Brunftzeit Oktober und November folgen. In den Winter- und Frühlingsmonaten liegen die Aktivitätswerte im mittleren Bereich. Die Datenmenge des subadulten Hirsches *Karlchen* ist zwar geringer, lässt aber ebenfalls ein Aktivitätstief in den Sommermonaten und das Maximum im Brunftmonat Oktober erkennen. Bedingt durch die relativ niedrigen Aktivitätswerte im November ist die Cosinorauswertung nicht signifikant. *Bastis* Aktivitätsdaten zeigen im Vergleich zu denen der anderen Tiere insgesamt einen absteigenden Trend. Deshalb wurde bei der Regressionsanalyse neben der Sinus-Funktion zusätzlich das Datum als zweite lineare Einflussgröße verwendet, was die Anpassung deutlich verbessert hat und wodurch eine hochsignifikante Rhythmik erkennbar wurde.

Es fällt auf, dass bei den subadulten Hirschen *Basti* und *Karlchen* die Aktivitätswerte mit fortschreitender Zeit geringer werden. Zu Beginn der Messung waren bei allen dreien die Werte insgesamt höher als am Ende der Aufzeichnungszeit. Die Ursache hierfür liegt aller Wahrscheinlichkeit nach darin, dass das Halsband bei der Besenderung locker angelegt wurde und durch das Wachstum des Hirsches vor allem im Spätsommer enger wurde (Abb. 4.36 und 4.37). Die Auslenkungsamplitude ist damit im Laufe der Zeit insgesamt kleiner geworden.

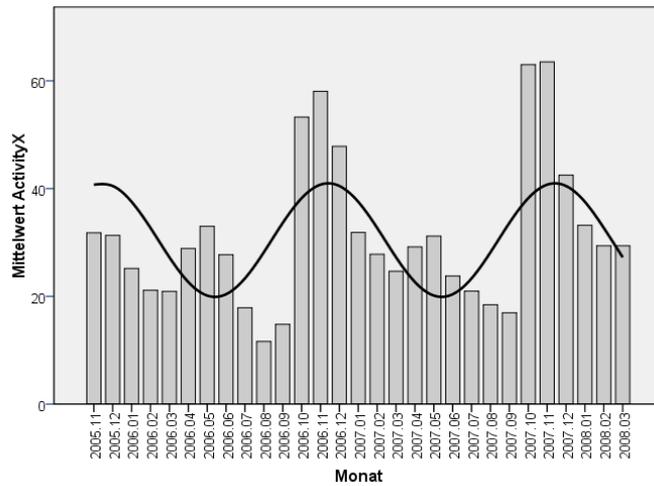


Abb. 4.35a: Monatsmittelwerte der Aktivität von Hirsch *Oskar* (adult) im gesamten aufgezeichneten Zeitraum.

Cosinor: $R^2=0,295$; $F(2,28)=5,438$; $p\leq 0,011$

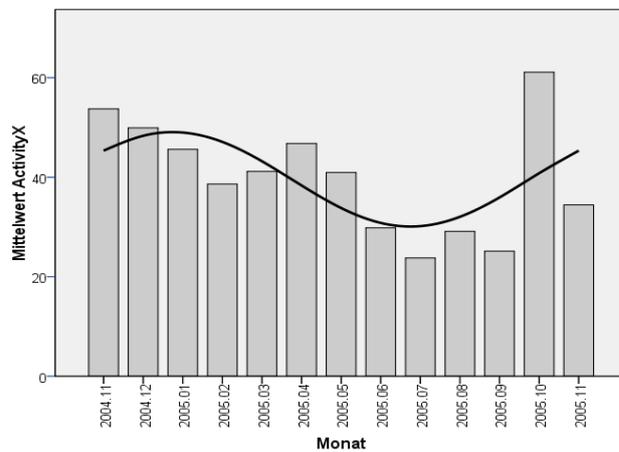


Abb. 4.35b: Monatsmittelwerte der Aktivität von Hirsch *Karlchen* (zwei- bis dreijährig) im gesamten aufgezeichneten Zeitraum .

Cosinor: $R^2=0,368$; $F(2,12)=2,906$; $p\leq 0,101$

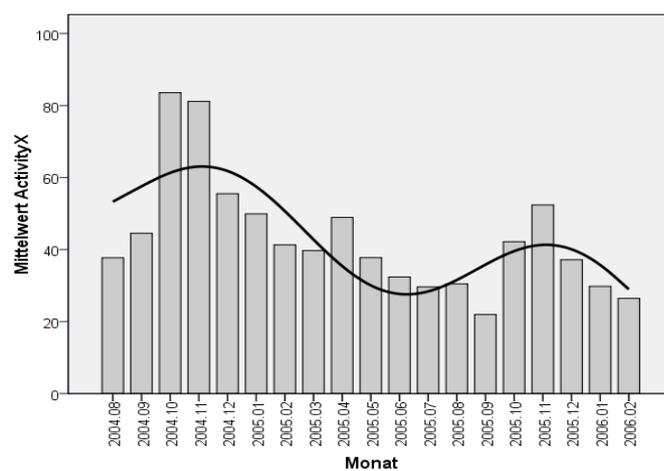


Abb. 4.35c: Monatsmittelwerte der Aktivität von Hirsch *Basti* (ein-bis zweijährig) im gesamten aufgezeichneten Zeitraum .

Cosinor mit linearer Komponente: $R^2=0,575$; $F(3,18)=6,775$; $p\leq 0,004$

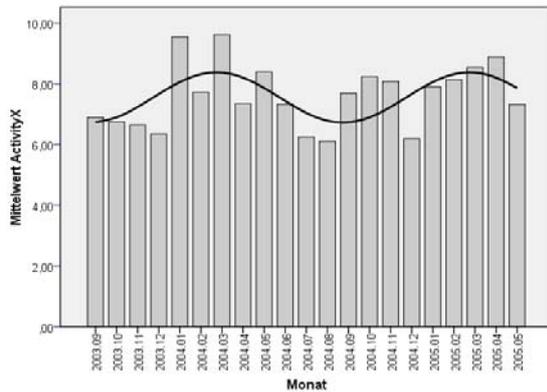


Abb. 4.35d: Monatsmittelwerte der Aktivität von Hirschkuh *Lena* (adult) im gesamten aufgezeichneten Zeitraum.

Cosinor: $R^2=0,329$; $F(2,20)=4,404$; $p\leq 0,028$

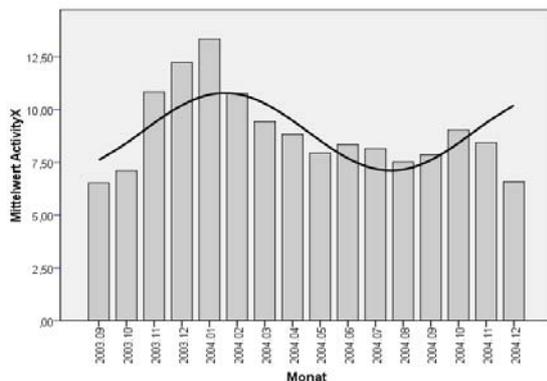


Abb. 4.35e: Monatsmittelwerte der Aktivität von Hirschkuh *Kirsten* (ein- bis zweijährig) im gesamten aufgezeichneten Zeitraum

Cosinor: $R^2=0,326$; $F(2,15)=4,632$; $p\leq 0,030$

Bei den Hirschkühen *Lena* und *Kirsten* lässt sich in den Monatsmittelwerten der Aktivitätsdaten ebenfalls eine circannuale Rhythmik erkennen. Die Maxima liegen hier im Spätherbst und Winter, während die Zeit der minimalen Aktivität wie bei den Hirschen auf den Sommer fällt. Man sieht auf den Abbildungen 4.34.d-e, dass die mittleren monatlichen Aktivitätswerte im Jahresverlauf deutlich weniger schwanken als bei den Hirschen. Auch *Kirsten* wurde als subadultes Tier besendert, was bedeutet, dass ihr Halsband mit der Zeit enger am Hals anlag und sich dadurch die Schwingungsamplitude verkleinerte.



Abb. 4.36 und 4.37: *Basti* am Tag der Besenderung (16.04.2004) und nach der Erlegung (01.05.2007). (Fotos: E. Gleich; H.-D. Pfannenstiel)

4.5.2 Aktivität im Tagesverlauf

Die Mittelwerte aus zweiwöchigen Abschnitten der vier Jahreszeiten sind in den Abbildungen 4.38 a-h exemplarisch für *Oskar* und *Lena* dargestellt. Die entsprechenden Abbildungen für die anderen Versuchstiere befinden sich im Anhang.

In allen analysierten Datensätzen fallen zwei Aktivitätsmaxima um den Sonnenaufgang und –untergang auf. Das morgendliche Aktivitätsmaximum beginnt meist zirka 30 Minuten vor Sonnenaufgang, das abendliche liegt kurz nach Sonnenuntergang. Dazwischen liegen tagsüber ein bis fünf kleinere Aktivitätsphasen. Nachts hält die Aktivität nach Sonnenuntergang meist länger an, worauf eine Ruhepause bis zum morgendlichen Maximum folgt.

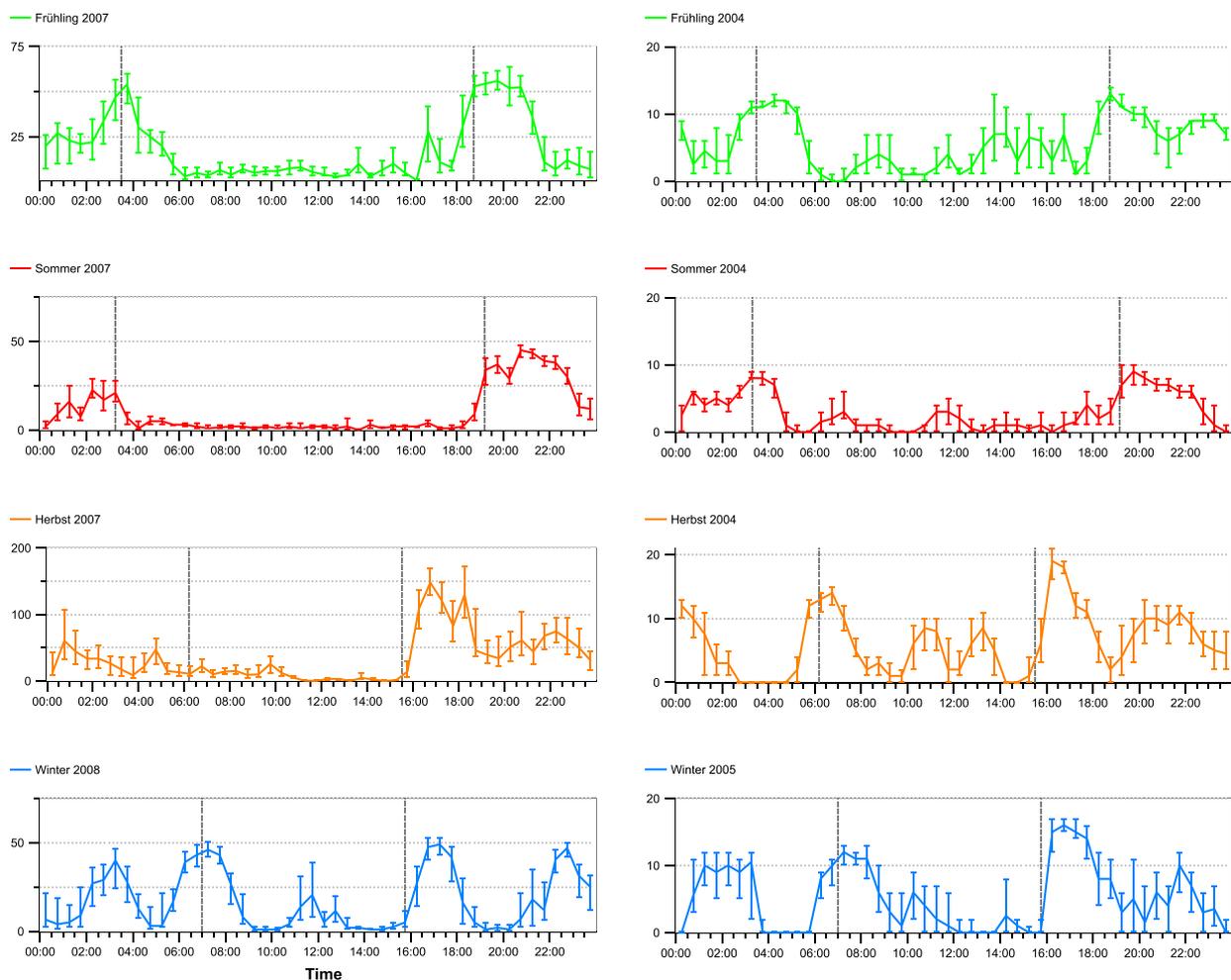


Abb. 4.38 a-h: Circadiane Aktivitätskurven von *Oskar* (links) und *Lena* (rechts) in den Jahreszeiten. Mittelwerte aus jeweils zweiwöchigen Abschnitten.

4.5.3 Aktogramme

Die Aktivitätsphasen richten sich bei allen besenderten Tieren tageszeitlich und saisonal nach dem Sonnenstand. Dies wird in den Abbildungen 4.39 a-e dargestellt. Die Aktivitätsmaxima vor Sonnenaufgang und kurz nach Sonnenuntergang sind deutlich zu erkennen. Bei kürzerer Photoperiode in den Wintermonaten ist die Aktivitätsphase nach Sonnenuntergang verlängert. Eine Pause wird erst vor dem neuen Maximum am Morgen sichtbar. Man sieht außerdem, dass die Aktivität der Hirsche sich während der Brunft insgesamt um ein Vielfaches steigert. Auch die insgesamt abnehmende Höhe der Aktivitätswerte bei den jüngeren Tieren *Basti*, *Karlchen* und *Kirstin* sind in den Abbildungen zu erkennen.

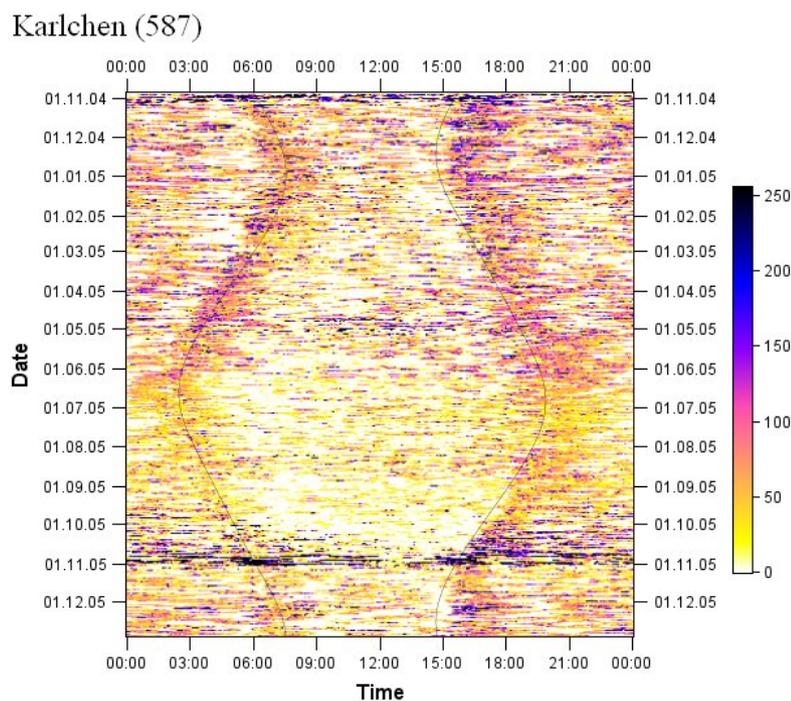


Abb. 4.39a: Aktogramm von Hirsch *Karlchen*. Jeder Aktivitätswert durch einen Pixel repräsentiert. Die Farbe entspricht der Höhe des Aktivitätswertes entsprechend der Skala von 0 bis 255. Mit einer schwachen Linie angedeutet sieht man je eine Linie für Sonnenaufgang und –untergang.

Basti (686)

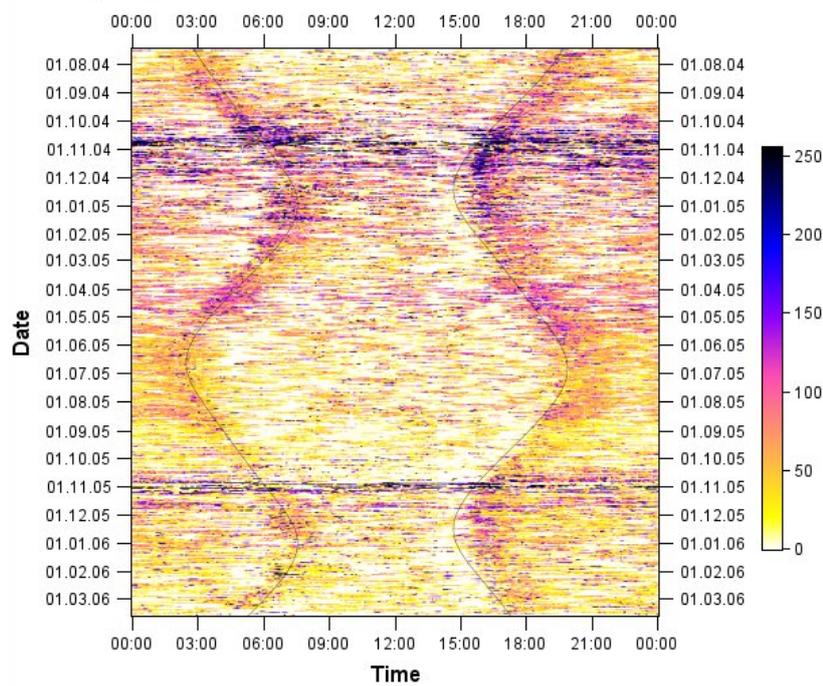


Abb. 4.39b: Aktogramm von Hirsch *Basti*. Jeder Aktivitätswert ist durch einen Pixel repräsentiert. Die Farbe entspricht der Höhe des Aktivitätswertes entsprechend der Skala von 0 bis 255. Mit einer schwachen Linie angedeutet sieht man je eine Linie für Sonnenaufgang und –untergang.

Oskar (593)

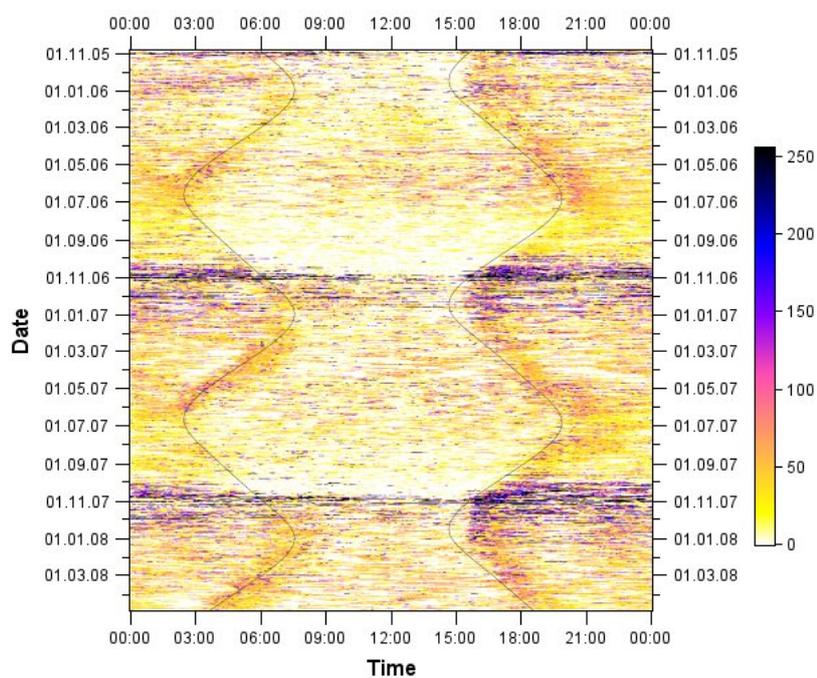


Abb. 4.39c: Aktogramm von Hirsch *Oskar*. Jeder Aktivitätswert ist durch einen Pixel repräsentiert. Die Farbe entspricht der Höhe des Aktivitätswertes entsprechend der Skala von 0 bis 255. Mit einer schwachen Linie angedeutet sieht man je eine Linie für Sonnenaufgang und –untergang.

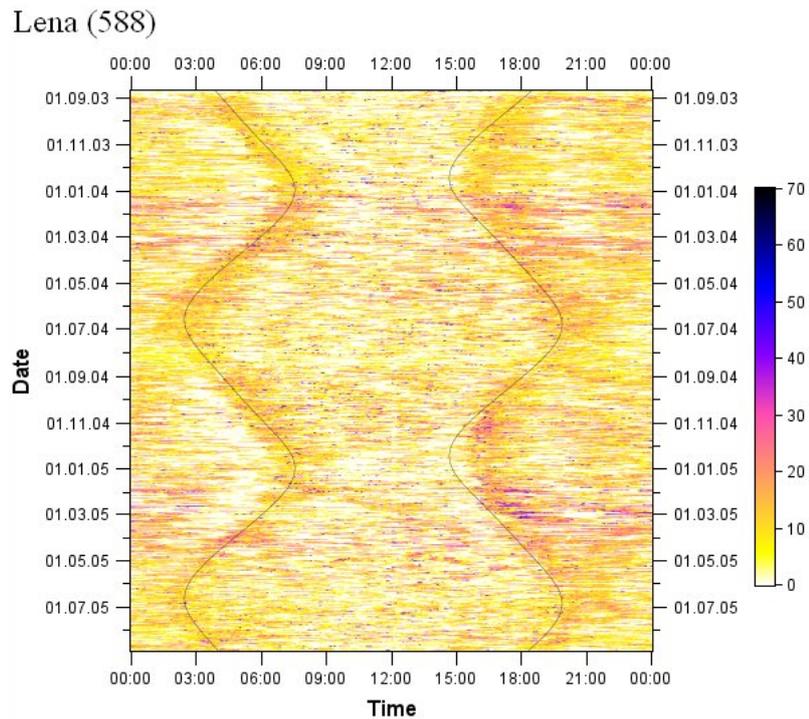


Abb. 4.39d: Aktogramm von Hirschkuh *Lena*. Jeder Aktivitätswert ist durch einen Pixel repräsentiert. Die Farbe entspricht der Höhe des Aktivitätswertes entsprechend der Skala von 0 bis 255. Mit einer schwachen Linie angedeutet sieht man je eine Linie für Sonnenaufgang und –untergang.

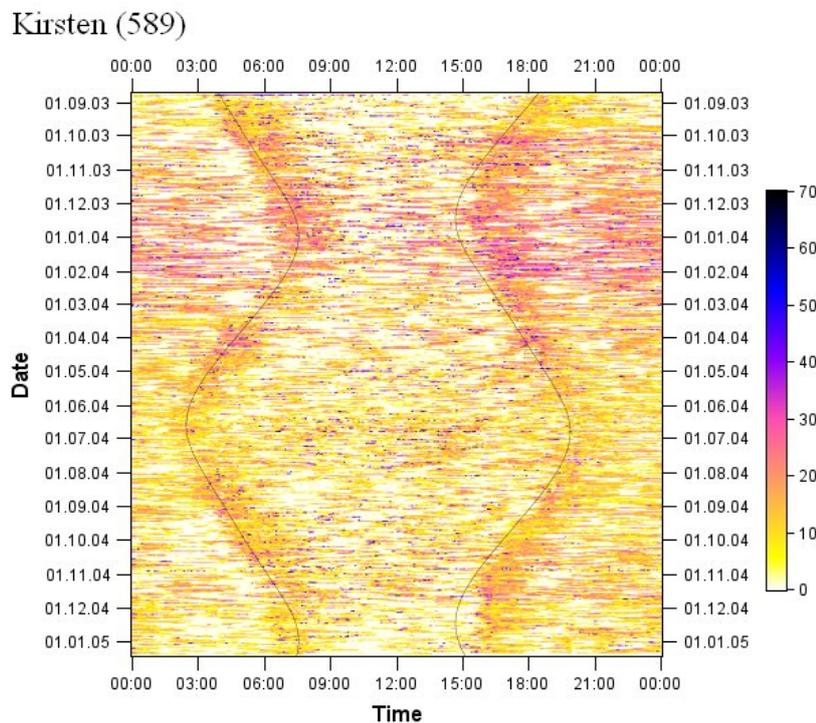


Abb. 4.39e: Aktogramm von Hirschkuh *Kirsten*. Jeder Aktivitätswert ist durch einen Pixel repräsentiert. Die Farbe entspricht der Höhe des Aktivitätswertes entsprechend der Skala von 0 bis 255. Mit einer schwachen Linie angedeutet sieht man je eine Linie für Sonnenaufgang und –untergang.

5 Diskussion

„Quantification as such has no merit except insofar as it helps to solve problems.“

(P.B. Medawar , 1979)



Abb. 5.1: „Nachdenklicher Damhirsch“ (Foto: W. Weigelt).

5.1 Methoden der Datenaufnahme

5.1.1 GPS-Telemetrie

Die Telemetrie mittels amerikanischem NAVSTAR-GPS steht seit 1994 der Zivilbevölkerung für Projekte wie der Wildtierforschung zur Verfügung (FIELITZ, 2003). Determinierend für die Anzahl der gemessenen Daten ist dabei immer die Kapazität der Batterie. Limitierender Faktor ist dabei das Gewicht, welches das Versuchstier zu tragen hat. Durch den Fortschritt der Technik und die Einbeziehung bisheriger Erfahrungen im Feld können immer leichtere GPS-Halsbänder mit längeren Batterielaufzeiten entwickelt werden, um auch kleine Tiere besondern und über einen längeren Zeitraum Daten aufzeichnen zu können.

Die GPS-Halsbänder der Firma Vectronic Aerospace (Berlin) werden seit 2000 gebaut (SCHULTE, pers. Mitteilung), nachdem vom amerikanischen Militär eine Regulierung der Messgenauigkeit des NAVSTAR-GPS durch eine künstliche Verschlechterung des Signals (Selective Availability) abgeschaltet worden war und die Präzision der Ortungen damit ± 5 m erreichte (HULBERT & FRENCH, 2001). Technische Schwierigkeiten und Ausfälle ähnlich denen in der vorliegenden Arbeit traten auch bei Halsbändern anderer Hersteller auf (ZUCCO, 2007; GAU et al., 2004).

Die Vorteile der GPS-GSM-Telemetrie gegenüber Sichtbeobachtungen und Radiotelemetrie liegen klar auf der Hand: Die Datenaufnahme läuft automatisch, ohne dass die Beobachter sich nach der Besenderung in das Untersuchungsgebiet begeben müssen. Die Tiere und ihre Umwelt werden also nicht durch die Anwesenheit des Forschers gestört, wodurch man sich relativ sicher sein kann, dass man das natürliche Verhalten des Tieres aufzeichnet. Mit nur einem Halsband können mehrere tausend Positionen nach einem vorher programmierten Messplan ermittelt werden, die per GSM kurz nach der Ortung an das Labor übermittelt werden und somit sofort verfügbar sind. Die logistischen Probleme der Radiotelemetrie, der enorme personelle und zeitliche Aufwand und damit auch die finanzielle Belastung sind bei der Datenaufnahme mittels GPS-Telemetrie also deutlich geringer (BIGGS et al., 2001). Dennoch ist es von Vorteil, für spezielle Fragestellungen, wie etwa der Untersuchung des Verhaltens während einer Drück-

jagd, einen Radiosender im Halsband integriert zu haben. Er dient außerdem dazu, nach dem Tod eines Tieres, wie im Fall von *Merle*, das Halsband wiederzufinden.

Neben den genannten Vorteilen bringt die GPS-Telemetrie allerdings auch Nachteile mit sich. Die Halsbänder sind – je nach Batterieleistung – relativ schwer; dies führt dazu, dass ein Kompromiss zwischen der körperlichen Belastung des besenderten Tieres und der Anzahl von Positionsmessungen gefunden werden muss. In dieser Studie wurde ein Messintervall von vier Stunden gewählt, um eine sichere Datenaufnahme von mehr als einem Jahr zu erhalten. Eine kürzere Taktung hätte zur Folge gehabt, dass die Batterieleistung nur für wenige Monate ausgereicht hätte. Das größte Problem der GPS-Telemetrie bei Untersuchungen von Waldtieren liegt in der Schwierigkeit, in dichter Vegetation brauchbare Daten zu liefern. Die Ausbeute und Präzision der Ortungen sank in der vorliegenden wie in zahlreichen anderen GPS-telemetrischen Studien mit zunehmender Vegetationsdichte (MOEN et al., 1996; JANEAU et al., 2004; REMPEL et al., 1995; D'EON et al., 2002). Die Wolkenbedeckung des Himmels änderte an der Ausbeute dagegen nichts (BIGGS et al., 2001).

Indirekt sagt der Anteil der fehlgeschlagenen Messungen jedoch etwas über den vermutlichen Aufenthaltsort des Versuchstieres aus. Da unter freiem Himmel wesentlich mehr erfolgreiche Ortungen aufgezeichnet wurden als in dichtem Wald (siehe Abb. 4.2), und bei einigen Tieren sogar eine negative Korrelation zwischen der Anzahl der fehlenden Messversuche und der Positionsdaten auf dem Feld statistisch nachzuweisen war (siehe Abb. 4.21.a), kann man davon ausgehen, dass sich das Versuchstier zum Zeitpunkt der fehlgeschlagenen Messversuche überwiegend in dichtem Wald aufgehalten hatte. Eine Rückrechnung der vermutlichen Wegstrecke, die das Tier zurückgelegt hatte, und damit eine Bestimmung der wahrscheinlichen Aufenthaltsorte, lieferte wegen der großen zeitlichen Abstände zwischen jeweils zwei Positionsmessungen keine aussagekräftigen Ergebnisse.

5.1.2 Aktivitätsdaten

Auch bei der Programmierung der Aktivitätsmessungen hat man einen Kompromiss zwischen einer hohen Aufnahmezeit, die bessere Aussagen über die Verhaltensweisen des Versuchstieres erlaubt, und der durch die Batterieleistung limitierten Laufzeit zu finden. In der vorliegenden Arbeit wurde der Schwerpunkt auf tages- und jahreszeitliche

Rhythmen gelegt. Die vergleichsweise langen Zeiträume von fünf Minuten, über die die Einzelwerte gemittelt wurden, bedeuten, dass einzelne, kurze Verhaltensmuster nicht erkennbar sind (FÖRSTER, 2008; ADRADOS et al., 2003), wohl aber noch tageszeitliche Aktivitätsschwankungen klar den Uhrzeiten zuordenbar sind, wie man in den zirkadianen Aktivitätskurven sehen kann (siehe Abb. 4.35 a-h).

5.1.3 Besenderungsaktionen

Der Projektplan sah vor, im Freiland 15 bis 20 Versuchstiere in zwei verschiedenen Untersuchungsgebieten etwa zur gleichen Zeit zu besendern und dadurch eine parallele Datenaufnahme dieser Tiere in einem Zeitraum von zwei bis drei Jahren zu erhalten. In der Realität erwies es sich jedoch als sehr schwierig, im Untersuchungsgebiet „Lühsdorf“ überhaupt Tiere mit dem Narkosegewehr zu immobilisieren (siehe Abb. 3.1 a-d), so dass nur neun Versuchstiere erfolgreich besendert werden konnten. Die Schwierigkeiten lagen zum einen an der relativ geringen Wilddichte von zwei bis drei Damhirschen pro 100 Hektar (PFANNENSTIEL, pers. Mitteilung). In anderen Gebieten Brandenburgs, wie der Uckermark, ist die Wilddichte schätzungsweise doppelt so hoch (GLEICH, pers. Mitteilung). Weiterhin ist das Wild im Naturpark Nuthe-Nieplitz durch die Bejagung recht misstrauisch, so dass es meist lange dauerte, bis die Äpfel, Zuckerrüben oder Kastanien von den Damhirschen angenommen waren. Der größte Fehler bei der Besenderungsaktion war jedoch, sich vor Sonnenuntergang anzusetzen: Wie die Auswertung der Aktivitätsdaten zeigte, hatten die Damhirsche im Untersuchungsgebiet genau um diese Zeit ihr Aktivitätsminimum (siehe Abb. 4.35 und Abb. 4.36 a-e; HECKMANN, 2007) und befanden sich vermutlich geschützt in dichtem Wald. Die Aktivitätsphase begann in der Regel erst während der Dämmerung, als es wegen der Sichtverhältnisse zu spät war, einen Betäubungspfeil abzuschießen. Besser wäre es gewesen, sich vorwiegend auf die Zeit um den Sonnenaufgang zu konzentrieren. Eine Besenderungsaktion während der Nacht wurde nicht durchgeführt, da im Dunkeln die Nachsuche erschwert ist und das narkotisierte Tier dadurch in Gefahr wäre. Findet man ein solches Tier nicht, so kann es an den Folgen der Narkose ohne Überwachung sterben. Eine Alternative wäre die Errichtung eines feststehenden Wildfanges.

Bei der Besenderung der Versuchstiere ist darauf zu achten, dass die Enge des Halsbandes die jahreszeitlichen Schwankungen des Körpergewichtes vor allem bei den

Hirschen berücksichtigt. Befindet sich das Versuchstier noch im Wachstum, so ist von einer Besenderung dringend abzuraten. Das Halsband von *Basti* saß bei seiner Erlegung stramm (siehe Abb. 4.36), obwohl auf viel Spielraum geachtet wurde.

Ein drop-off-Mechanismus, der eine Abspregung des Halsbandes vom Hals zu einem beliebigen Zeitpunkt erlaubt, wäre von Vorteil gewesen, um nach Beendigung der Datenaufnahme die Tiere zur Rückgewinnung der Halsbänder nicht erlegen zu müssen. Die erneute Immobilisation der Versuchstiere zum Austausch des Halsbandes gegen ein neues gestaltete sich unter den gegebenen Bedingungen im Feld als unmöglich.

5.1.4 Fazit zur Datenaufnahme

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit stützen sich auf Daten einzelner Versuchstiere, die über mehrere Jahre hinweg kontinuierlich aufgezeichnet wurden. Trotz technischer Schwierigkeiten können Aussagen über die Nutzung des Lebensraums und den Rhythmus dieser Tiere getroffen werden. Ein Vergleich des Verhaltens der einzelnen Hirsche und Hirschkühe ist jedoch nur bedingt möglich, da sie unterschiedlichen Altersklassen angehörten und für eine statistische Überprüfung die Anzahl der Versuchstiere nicht ausreichte. GPS-telemetrische Befunde konnten durch zusätzliche Sichtbeobachtungen (siehe Kapitel 4.2.8) und Radiotelemetrie untermauert werden. Die Forschungsergebnisse dieser Studie sind nur bedingt als allgemein gültig zu werten. Sie beschränken sich vielmehr auf das Verhalten der im Untersuchungsgebiet wild lebenden Damhirschpopulation.

5.2 Streifgebiete

5.2.1 Berechnungsmethoden

Klassischerweise wird zur Beschreibung von Streifgebietsgrößen die Methode der MCPs (Minimal Convex Polygon) verwendet (NILSEN et al., 2008). Da hierbei die äußeren Punkte miteinander zu einem Polygon verbunden werden, kann je nach Verteilung der Ortungen mehr oder weniger viel ungenutzte Fläche darin enthalten sein. Zu sehen ist dies beispielsweise auf Abb. 5.2 an der Berechnung des Streifgebietes von *Johanna*. Würde man Ortungen, die mehr als 500 m von der nächsten entfernt sind, als einmalige Ausreißer werten, so würde sich ihr Streifgebiet um 300 ha verkleinern. Da die

Positionsdaten in einem zeitlichen Abstand von mindestens vier Stunden liegen und somit nur eine kleine Stichprobe aller tatsächlichen Aufenthaltsorte darstellen, erscheint es wahrscheinlich, dass sich das Tier mehr als einmal in dem entsprechenden Gebiet befunden hatte.

Die Berechnung von Kerngebieten mit der Kernel-Methode ist hingegen von der Anzahl und Dichte der Messungen abhängig. Je mehr Punkte dicht beieinander liegen, umso kleiner wird das Kerngebiet. Das bedeutet, dass ein höherer Anteil von Fehlmessungen zu einem scheinbar größeren Kerngebiet führen kann, oder es zerfällt in mehrere kleine Einzelgebiete, so wie es bei *Karlchen* der Fall ist (siehe Abb. 4.7). Es ist davon auszugehen, dass bei gleicher Ausbeute wie bei Hirsch *Oskar* auch das Kerngebiet in Fläche und Lage ähnlich aussehen würde.

Um die Streifgebiete der einzelnen Tiere miteinander zu vergleichen, scheint die MCP-Methode die bessere Wahl zu sein. Die Kernel-Methode ist dagegen gut geeignet, um innerhalb des MCP bestimmte Bereiche hervorzuheben, die besonders häufig besucht worden waren.



Abb. 5.2: Vergleich von zwei verschiedenen Streifgebietsberechnungen (Hirschkuh *Johanna*).

Blau: MCP inklusive aller Positionsdaten (1414 ha); Rot: MCP ohne „Ausreißer“ (1103 ha).

5.2.2. Streifgebietsgrößen

Die Streifgebiete der Damhirsche im Untersuchungsgebiet sind bei beiden Geschlechtern um ein Vielfaches größer als bisher aus anderen Gegenden beschrieben (siehe Tab. 5.1), mit Ausnahme der Arbeit von BOROWSKI & PUDELKO (2007). Dies könnte einerseits an dem großen zusammenhängenden Waldgebiet, also dem zur Verfügung stehenden Lebensraum und dem vergleichsweise kargen natürlichen Nahrungsangebot des Baruther Urstromtals liegen. Die Tiere müssen vermutlich weitere Wege zurücklegen, um ausreichend Nahrung zu finden, als in fruchtbareren Gegenden. Andererseits wurde der gesamte östliche Waldbereich von den besenderten Tieren nicht genutzt (siehe Abb. 4.4), wofür keine eindeutige Ursache zu erkennen ist. Eine mögliche Erklärung dafür wäre, dass in diesem Gebiet eine vermutliche Hauptnahrungspflanze der Damhirsche, die Draht-Schmiele (*Deschampsia flexuosa*), nicht so häufig vorkommt wie in den übrigen Waldbereichen. Möglich ist auch, dass der östliche Waldteil von anderen Damhirschen bewohnt wird, die nicht untersucht wurden. Den Beobachtungen von Förstern und Jägern zufolge kommt Damwild dort vor, allerdings in noch geringerer Dichte.

Tab. 5.1: Vergleich der Streifgebietsgrößen von Damhirschen aus verschiedenen Studien.

	Hirsche	Hirschkühe
Vorliegende Arbeit (MCP)	3045 – 5048 ha	961 – 1422 ha
MORSE et al. (2009)	57 – 355 ha	85 – 175 ha
BOROWSKI & PUDELKO (2007)	9750 ha	2100 ha
NITZE (2003)	400 – 600 ha	200 – 300 ha
STUBBE et al. (1999)	41 – 1085 ha	38 – 620 ha
CIUTI et al. (2004)	100 – 550 ha	120 – 600 ha

Die Ergebnisse zeigen, dass im Untersuchungsgebiet alle Hirschkühe ein kleineres Streifgebiet als Hirsche hatten. Auch in den Studien von MORSE et al. (2009), BOROWSKI & PUDELKO (2007), MAHNKE (2000) und STUBBE et al. (1999) wurden diese Unterschiede beobachtet. In den Arbeiten von CIUTI et al. (2006, 2004) jedoch hatten mit Ausnahme

der Brunftwochen die Hirschkühe größere Areale als die Hirsche inne. *Oskar* und *Karlchen* bewegten sich während der Brunft zwar in einem größeren Radius als während der Feistzeit, das Maximum der genutzten Fläche fiel jedoch in das Frühjahr (siehe Abb. 4.6 und Abb. 4.8). Da in Brandenburg das Wild nur während ausgerufenen Notzeiten gefüttert werden darf, waren vermutlich am Ende des Winters die körperlichen Reserven aufgebraucht. Mit dem Beginn der Vegetationszeit zogen die Hirsche auf der Suche nach Nahrung wieder mehr umher und wanderten schließlich in das Sommergebiet ab, was sich in den größeren Streifgebieten während dieser Monate widerspiegelt.

5.2.3 Saisonale Wanderungen und saisonal getrennte Streifgebiete

Ein Wechsel zwischen Sommer- und Winterstreifgebiet trat nur bei Hirschen auf, und zwar ab einem Alter von etwa zwei bis drei Jahren, wenn sie auch während der Brunft zum ersten Mal aktiv teilnehmen und somit das Verhalten erwachsener Hirsche zeigen. Die zeitliche Korrelation von Geweihabwurf und Wanderverhalten bei Damhirschen wurde bereits von PERELBERG et al. (2003) beobachtet. Als Auslöser für die erhöhte Aktivität im Frühling und die damit verbundene Wanderung in andere Teile des Untersuchungsgebiets kommen verschiedene Möglichkeiten in Betracht. Zum einen verringert sich nach dem Verlust des Geweihes schlagartig das Gewicht des Kopfes (HECKMANN, 2007). Zum anderen haben die Hirsche durch das Einsetzen der Vegetationsperiode und die damit vorhandene energiereiche Nahrung mehr Kapazität für Bewegung.

Eine geschlechtsspezifische Trennung der Streifgebiete außerhalb der Brunftzeiten findet man bei Paarhufern häufig (CONRADT et al., 2000; KIE & BOWYER, 1999; CRANSAC & HEWISON, 1997; MIQUELLE et al., 1992; BOWYER, 1984). Für die biologischen Hintergründe gibt es verschiedene Theorien: FOCARDI et al. (2003) schlagen vor, dass sich die männlichen und weiblichen Tiere bei hoher Wilddichte aus Gründen der Nahrungskonkurrenz aus dem Weg gehen. Die Annahme, dass männliche Paarhufer durch indirekte Nahrungskonkurrenz von weiblichen Artgenossen in marginale Habitats mit schlechterer Nahrungsqualität verdrängt werden, wurde von CONRADT et al. (1999) widerlegt. VILLERETTE et al. (2006) fanden heraus, dass sich das grundsätzlich asynchrone Verhalten von Damhirschen und -kühen in einer geringeren Stabilität gemischter Rudel widerspiegelt, doch sei das nicht der Hauptgrund für getrennte Streifgebiete. BARBOZA &

BOWYER (2000) nahmen an, dass männliche und weibliche Hirsche Unterschiede in der Verdauungsphysiologie haben: Hirsche könnten eher zellulosehaltige Rohfaser verdauen, während für Hirschkühe proteinreichere Pflanzenteile besser geeignet seien. CIUTI et al. (2004) vermuteten, dass die Gründe für getrennt geschlechtliche Gruppen und deren unterschiedliche Streifgebiete in einer Kombination aus mehreren Faktoren lägen. In ihren Untersuchungen testeten sie die Theorie der unterschiedlichen Feindvermeidungstendenzen von männlichem und weiblichem Damwild. Sie beobachteten, dass Hirsche durch den Menschen gestörte Areale zu Tages- und Nachtzeiten aufsuchten, um an die dort vorkommende hochwertige Nahrung zu gelangen. Hirschkühe dagegen mieden diese Gegend, insbesondere diejenigen, welche ein Kalb führten. Sie nahmen damit in Kauf, ein schlechteres Nahrungsangebot zur Verfügung zu haben.

Diese Befunde stehen im Einklang mit den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit. Bei *Kirsten*, *Lena* und *Johanna* kam das im Vergleich zu den Hirschen höhere Schutzbedürfnis dadurch zum Ausdruck, dass sie sich außerhalb des Waldes zum einen fast nur auf geschützten Freiflächen wie Lichtungen oder verwilderten Stilllegungsflächen aufhielten. Zum anderen waren bei allen drei Kühen Aufenthalte auf dem Feld fast ausnahmslos während der Nacht registriert worden (siehe Abb. 4.23 d-f).

Die Hirsche dagegen wanderten weit in die Felder hinein, wo sie energiereiche Nahrung wie Getreide, Sonnenblumen und Raps für ihren erhöhten Energiebedarf während des Geweihwachstums und der Feistzeit fanden. Bei ausreichend hoher Deckung durch die Vegetation blieben sie auch tagsüber außerhalb des Waldes. Außerhalb des Sommers waren die Aufenthalte auf dem Feld bei Hirschen eher nachts aufgezeichnet worden. NITZE (2003) bestätigte, dass im Sommer die Aufenthaltsorte von Damhirschen im Feld abhängig von Deckung und Äsung sind.

5.3 Raumnutzung

Insgesamt waren die Versuchstiere wesentlich häufiger im Wald als unter freiem Himmel geortet worden, vor allem, wenn man den Großteil der fehlgeschlagenen Messversuche zum Anteil an Waldpositionen hinzuzählt. Im Gegensatz zu den Hirschen und *Johanna*, wo das Maximum der Feldpositionen im Sommer auftrat, waren bei *Kirsten*

während der Monate Juni und Juli die Feldpositionen sehr gering. Dies hängt vermutlich damit zusammen, dass sie in dieser Zeit ihr erstes Kalb zur Welt gebracht und daher ein erhöhtes Sicherheitsbedürfnis hatte. Ihre Maxima der Feldpositionen lagen im Frühjahr und zur Zeit der Hauptlaktation im August. Auch bei der älteren *Lena* zeigte sich um die Zeit der Geburt ihres Kalbes eine geringere Anzahl von Ortungen außerhalb des Waldes, was auf erhöhte Vorsicht hindeutet. Bei der vermutlich ältesten Hirschkuh *Johanna* sieht man diese Auffälligkeit zur Zeit der Kälbergeburt nicht: Das Maximum ihrer Feldpositionen lag wie bei den Hirschen im Sommer. *Johanna* war jedoch ohnehin fast ausnahmslos nachts außerhalb des Waldes und nur auf Lichtungen geortet worden. Sichtbeobachtungen zufolge sind ältere Damhirschkühe besonders vorsichtig und misstrauisch gegenüber möglichen Gefahren. Dass *Johanna* im betreffenden Jahr kein Kalb führte ist sehr unwahrscheinlich, aber auch denkbar. Aus den Ergebnissen von CIUTI et al. (2006) geht hervor, dass tragende Damhirschkühe weniger oft im Freiland waren als nicht tragende Kühe.

Die Daten des jungen Hirsches *Basti* zeigen, dass er sich zwar häufiger außerhalb des Waldes aufgehalten hatte als die Hirschkühe, aber vorsichtiger war als die älteren Hirsche. Dass seine Raumpräferenzen eher denen von weiblichem Damwild gleichen, ist vermutlich darauf zurückzuführen, dass er sich im Übergangsprozess vom Zusammenleben mit der Mutter zum selbständigen Verhalten eines erwachsenen Hirsches befand. Sichtbeobachtungen zufolge zog er meist mit Hirschen in seiner Altersklasse umher, wie es auch von HEIDEMANN 1973 beschrieben wurde.

Die beobachtete Tendenz, dass bei den Hirschen ein negativer Zusammenhang zwischen Feldortungen und mittlerem Aktivitätsspiegel besteht (Abb. 4.22 a-e), lässt sich so deuten, dass sie bei vermehrtem Aufenthalt auf dem Feld passiver werden. Bei *Kirsten* und *Lena* ist dies nicht zu beobachten. Dies könnte einerseits ein Ausdruck des höheren Schutzbedürfnisses der Kühe sein, die zur Nahrungsaufnahme auf dem Feld in Rudeln umherziehen (MATIELLO et al., 1997), wobei ein Teil der Tiere stets die Umwelt beobachtet (SCHAAL & ROPARTZ, 1985). Zum anderen spiegelt es die verminderte Aktivität der Hirsche während der Feistzeit wider, die in dieser Zeit energetische Reserven anlegten und sich nur innerhalb eines kleinen Radius bewegten.

5.4 Einfluss der Kulturlandschaft

5.4.1 Feldfrüchte als Nahrung

Aus Beobachtungen in landwirtschaftlich nicht genutzten Flächen war bekannt, dass die Nahrung von Damhirschen zu etwa 60 % aus Gras besteht (CHAPMAN & PUTMAN, 1991). In der Kulturlandschaft der vorliegenden Studie hielten sich die beobachteten Hirsche jedoch auch gerne auf Feldern mit Getreide, Raps und Sonnenblumen auf. Allein durch die Kenntnis der Aufenthaltsorte hat man zwar Hinweise, kann aber nicht sicher sein, dass sich die Tiere tatsächlich von diesen Pflanzen ernährt haben. Eine Panseninhalts- oder Kotanalyse hätte mehr Informationen darüber gebracht, ob von den Tieren die Feldfrüchte gefressen wurden oder der Nebenbewuchs der Felder. UECKERMANN & HANSEN (2002) berichten allerdings ebenfalls, dass Damhirsche gerne Raps, Leguminosen und Sonnenblumen aufnehmen. Daneben seien junge Maiskolben, Rüben und Kartoffeln sehr beliebt. Getreide sei im Winter und Frühjahr als Saat, im Sommer als Körner ebenfalls unter den bevorzugten Nahrungsquellen. Im Untersuchungsgebiet wurden auch Grasmischungen angebaut, doch obwohl Arten wie Wiesen-Lieschgras (*Phleum pratense*), Knaulgras (*Dactylis glomerata*), Weidelgras (*Lolium spec.*) und Wiesen-Rispengras (*Poa pratensis*) von Damhirschen präferiert werden (GORETZKI, 1990), gab es kaum Ortungen von diesen Wiesen.

5.4.2 Straßen

Straßen scheinen bei Hirschkühen eine Barriere darzustellen, sofern sie geteert oder anders befestigt sind, was wiederum ein Hinweis auf deren vorsichtiges Verhalten ist. Das Streifgebiet von *Paula*, das ausschließlich zwischen der B 101 und der Eisenbahnstrecke lag (siehe Abb. 4.33), demonstriert dies. Auch bei einer Rothirschkuh in der Studie von FIELITZ (1999) konnte eine Straße als Grenze des Streifgebietes nachgewiesen werden.

Es wäre interessant gewesen zu beobachten, wie andere Damhirsche und -kühe in Wiesenhagen auf die Straße und die Gleise reagieren. *Merle* hatte sich anscheinend auf den Eisenbahngleisen aufgehalten und war dort von einem fahrenden Zug erfasst worden. Die Daten vor ihrem Tod zeigen jedoch keine Querung der Bahnstrecke. Es ist allerdings auch möglich, dass eine Krankheit oder ein Schuss ihre Todesursache war.

Der Kadaver war beim Fund schon zirka drei Wochen alt, so dass die genaue Todesursache nicht mehr festgestellt werden konnte.

Hirsche scheinen Straßen nicht als Begrenzungen ihrer Streifgebiete wahrzunehmen. Die in der vorliegenden Arbeit festgestellte Tendenz, dass junge Hirsche öfter Straßen überquerten als adulte, hängt vermutlich damit zusammen, dass sie in Junggesellenrudeln umherziehen und Risiken nicht so sehr scheuen. Ältere Hirsche mit mehr Lebenserfahrung sehen Straßen vielleicht eher als Hindernis beziehungsweise als Gefahr. Passend zu den oben genannten Beobachtungen berichtete MALENDE (2001), dass adulte Damhirsche Straßen und Eisenbahnstrecken bei ihrer Wanderung in das Sommergebiet querten, während Hirschkühe sie als Barriere ansahen und nicht kreuzten.

5.5 Biorhythmus

5.5.1 Cosinor-Methode

Mit der Cosinor-Methode können rhythmische Verhaltensweisen beschrieben werden (NELSON et al., 1979). Allerdings haben die tatsächlichen Aktivitätsmuster nicht die Form einer Sinuskurve. Komplexere Formen lassen sich dadurch nachbilden, dass man mehrere Sinusfunktionen unterschiedlicher Amplituden und Phasenlagen, die Perioden von ganzzahligen Bruchteilen eines Jahres haben, aufsummiert. Für die vorliegende Arbeit wurde die Standardmethode angewendet und nicht verfeinert, da sie ausreichend war, um die Jahresrhythmik statistisch zu erfassen.

5.5.2 Tages- und Jahresrhythmus

Der Tagesrhythmus von Wiederkäuern ist durch Phasen erhöhter und geringerer Aktivität gekennzeichnet, die sich abwechseln (HOFMANN, 1989). Die Abbildungen 4.35 a-h zeigen gemittelte Aktivitätskurven, die diesen Rhythmus nicht so deutlich widerspiegeln. Eine ausgeprägte Rhythmik ist auch in den Aktogrammen (siehe Abb. 4.36 a-e) nicht zu erkennen, wohl aber der Wechsel zwischen aktiven und nichtaktiven Phasen. Das am meisten verbreitete Aktivitätsmuster in der Tierwelt hat zwei Maxima, die unter natürlichen Bedingungen meist mit spezifischen Zeitgebern wie Sonnenaufgang und -untergang in Verbindung stehen (ASCHOFF, 1966). Auch in der

vorliegenden Arbeit kam zum Vorschein, dass die Hauptaktivitätsphasen der Versuchstiere kurz vor Sonnenaufgang und kurz nach Sonnenuntergang lagen. Aus Sichtbeobachtungen von ACKEN (1972) war dagegen bekannt, dass bis auf die Brunft nach Sonnenaufgang regelmäßig eine mehrstündige Äsungsperiode folgte. In der vorliegenden Studie waren insgesamt die Aktivitätswerte nachts höher als tagsüber, was vermutlich auf die menschliche Aktivität im Untersuchungsgebiet, insbesondere die Jagd zurückzuführen ist. Anderen Beobachtungen zufolge sind Damhirsche ohne menschliche Einflüsse eher eine tagaktive Tierart (UECKERMANN & HANSEN, 2002). Auch bei Rothirschen (*Cervus elaphus*) wurden Hauptaktivitätsphasen um Sonnenaufgang und -untergang nachgewiesen, die im Winter stärker als im Sommer waren (PÉPIN et al., 2006).

Die Phase der jahreszeitlich höchsten Aktivität lag bei den Hirschen wie erwartet während des Hauptbrunftgeschehens von Ende Oktober bis Mitte November. Bei den Kühen war eine Veränderung der Aktivität während der Brunft nicht feststellbar.

5.6 Zusammenfassende Bemerkung und Ausblick

Die in Deutschland lebenden Damhirschpopulationen stellen keine Überreste einer früheren großflächigen Verbreitung dar, wie es bei anderen Wildarten wie dem Rothirsch der Fall ist, sondern sie gehen auf unter unterschiedlichen Umständen ausgewilderte Tiere zurück (siehe Kapitel 2.2). Dies kann mit eine Ursache für regional verschiedene Verhaltensweisen sein, die zu teilweise widersprüchlichen Ergebnissen in der Literatur führen. Vermutlich kann kaum eine Aussage darüber getroffen werden, wie sich Damhirsche generell verhalten.

Die Ergebnisse dieser Studie demonstrieren, dass Damhirsche die Kulturlandschaft als Lebensraum akzeptieren und von den landwirtschaftlichen Ressourcen als Nahrungsquelle profitieren. Andererseits zeugen die überwiegende Nachtaktivität und die bei Hirschkühen vorhandene Scheu vor Straßenüberquerungen von einem Meidungsverhalten vor menschlicher Aktivität. Die Wiederansiedelung der Damhirsche in Mitteleuropa durch Menschen und die kaum vorhandenen Ausweichmöglichkeiten in landwirtschaftlich unberührte Gebiete lassen den Tieren kaum eine andere Möglichkeit, als sich mit den Gegebenheiten zu arrangieren. Wie die Studie von FOCARDI et al. (2006)

zeigte, stellt sich Damwild im Vergleich zu den als Kulturfolger geltenden Rehen sogar als die stärkeren Konkurrenten heraus.

Auf der menschlichen Seite gibt es inzwischen ebenfalls Bestrebungen, Tiere wie den Damhirsch als Teil der Kulturlandschaft anzusehen und die Isolation der einzelnen Populationen aufzuheben. Der Bundeswildwegeplan (HERRMANN et al., 2007) sieht Wildbrücken an verschiedenen Stellen des Landes vor, um Wildunfälle zu reduzieren und vor allem, um durch Korridore einen Austausch zwischen den einzelnen genetischen Inseln zu ermöglichen. Eine solche Bedarfsstelle ist auch nahe dem Gebiet Wiesenhagen für die B 101 und die ICE-Strecke eingetragen. Der dortige Bau einer Grünbrücke und einer weiteren Querungshilfe in Form eines Wildtunnels wird wenige Monate nach Abschluss dieser Arbeit beginnen.

6 Literaturverzeichnis

ACKEN D. VAN (1972): Zum Tagesrhythmus des Damwildes. Zeitschrift für Jagdwissenschaft 18, 96-103

ADRADOS, C., VERHEYDEN-TIXIER, H., CARGNELUTTI, B., PÉPIN, D. & JANEAU, G. (2003): GPS approach to study fine-scale site use by wild red deer during active and inactive behaviors. Wildlife Society Bulletin 31, 544-552

ALCOCK, J. (2005): Animal Behavior – An Evolutionary Approach. 8th Edition. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts, U.S.A.

APOLLONIO M. & DI VITTORIO I. (2004): Feeding and reproductive behaviour in Fallow Bucks (*Dama dama*). Naturwissenschaften 91, 579-584.

APOLLONIO M., FOCARDI S., TOSO S. & NACCI L. (1998): Habitat selection and group formation pattern of Fallow Deer (*Dama dama*) in a submediterranean environment. Ecography 21 (3), 255-234.

APOLLONIO, M., SCOTTI, M. & GOSLING, L.M. (2003): Mating success and fidelity to territories in a Fallow Deer lek: a female removal experiment. Naturwissenschaften 90, 553-557.

ASCHOFF, J. (1966): Circadian Activity Pattern with Two Peaks. Ecology 47 (4), 657-662.

- BARBOZA, P.S. & BOWYER, R.T. (2000): Sexual segregation in dimorphic deer: a new gastro-centric hypothesis. *Journal of Mammalogy* 81 (2), 473-489.
- BECKER, C. (1999): Damhirsche in Europa und im Vorderen Orient – Jahrtausendalte Inspiration für Kunst und Mythen, Tierhaltung und Jagd. *Mitteilungen der Berliner Gesellschaft für Anthropologie, Ethnologie und Urgeschichte* 20, 15-32.
- BIGGS, J.R., BENNETT, K.D. & FRESQUEZ, P.R. (2001): Relationship between home range characteristics and the probability of obtaining successful global positioning system (GPS) collar positions for elk in New Mexico. *Western North American Naturalist* 61, 213–222.
- BIRGERSSON, B. (1998): Adaptive adjustment of the sex ratio: more data and considerations from a Fallow Deer population. *Behavioral Ecology* 9 (4), 404-408.
- BIRGERSSON, B., EKVALL, K. & TEMRIN, H. (1991): Allosuckling in Fallow Deer (*Dama dama*). *Animal Behaviour* 42 (2), 326-327.
- BOROWSKI, J. & OBIDZIŃSKI, A. (2003): The composition of the autumn and winter diets in two Polish populations of Fallow Deer. *Acta Theriologica* 48, 539-546.
- BOROWSKI, J. & PUDELKO, M. (2007): Forest habitat use and home-range size in radio-collared fallow deer. *Annales Zoologici Fennici* 44, 107-114.

- BOSCH, F. (1997): Die Nutzung des Lebensraums durch Reh (*Capreolus capreolus* Linné, 1758) und Damhirsch (*Cervus dama* Linné, 1758) im Naherholungsgebiet Kottenforst bei Bonn. Zeitschrift für Jagdwissenschaft 43 (1), 15-23.
- BOWYER, R.T. (1984): Sexual segregation in Southern Mule Deer. Journal of Mammalogy, 65 (3), 410-417.
- BUBENIK, A. (1984): Ernährung, Verhalten und Umwelt des Schalenwildes. BLV Verlagsgesellschaft, München, Wien und Zürich.
- CALDWELL, J.F., CHAPMAN, D.I. & CHAPMAN, N. (1983): Observations on the autumn and winter diet of Fallow Deer (*Dama dama*). Journal of Zoology 201 (4), 559-563.
- CHAPMAN, N. & PUTMAN, R.J. (1991): Fallow deer. In: Corbett, G.B. & Harris, S. (Hrsg.): The handbook of British mammals, 3. Ausgabe, 508-518. Blackwell, Oxford.
- CIUTI, S., DAVINI, S., LUCCARINI, S. & APOLLONIO, M. (2004): Could the predation risk hypothesis explain large-scale spatial sexual segregation in Fallow Deer (*Dama dama*)? Behavioral Ecology and Sociobiology 56, 552-564.
- CIUTI, S., BONGI, P., VASSALE, S. & APOLLONIO, M. (2006): Influence of fawning on the spatial behaviour and habitat selection of female Fallow Deer (*Dama dama*) during late pregnancy and early lactation. Journal of Zoology 268 (1), 97-107.
- CLUTTON-BROCK, T.H. & MCCOMB, K. (1993): Experimental tests of copying and mate choice in Fallow Deer (*Dama dama*). Behavioral Ecology 4 (3), 191-193.

- CLUTTON-BROCK, T.H., GREEN, D., HIRAIWA-HASEGAWA, M. & ALBON, S.D. (1988): Passing the buck: resource defence, lek breeding and mate choice in fallow deer. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 23, 281-296.
- CONRADT, L., CLUTTON-BROCK, T.H. & GUINNESS, F.E. (2000): Sex differences in weather sensitivity can cause habitat segregation: red deer as an example. *Animal Behaviour* 59 (5), 1049-1060.
- CONRADT, L., CLUTTON-BROCK, T.H. & THOMSON, D. (1999): Habitat segregation in ungulates: are males forced into suboptimal foraging habitats through indirect competition by females? *Oecologia* 119 (3), 367-377.
- CRANSAC, N. & HEWISON, A.J.M. (1997): Seasonal use and selection of habitat by mouflon (*Ovis gmelini*): Comparison of the sexes. *Behavioural Processes* 41 (1), 57-67.
- DALKE, P.D. (1942): The cottontail rabbits in Connecticut. *The Connecticut Historical Society Bulletin* 65, 1-97.
- DAVID, A. (2005): Das Damwild-ABC. *Wild und Hund* 20, 20-24.
- D'EON, R. G., SERROUYA, R., SMITH, G. & KOCHANNY, C.O. (2002): GPS radiotelemetry error and bias in mountainous terrain. *Wildlife Society Bulletin* 30, 430-439.
- DUSSAULT, C., COURTOIS, R., OUELLET, J.P. & HUOT, J. (1999): Evaluation of GPS telemetry collar performance for habitat studies in the boreal forest. *Wildlife Society Bulletin* 27, 965-972.

- FIELITZ, U. (2003): Satellite telemetry in wildlife research – Yesterday-Today-Tomorrow. *Methoden feldökologischer Säugetierforschung* 2, 45-54.
- FIELITZ, U. (1999): Satellitentelemetrie an Rothirschen im Harz. *Environmental Studies*, Göttingen.
- FOCARDI D., FARNSWORTH, K., POLI, B.M., PONZETTA, M.P. & TINELLI, A. (2003): Sexual segregation in ungulates: individual behaviour and the missing link. *Population Ecology* 45, 83-95.
- FOCARDI, S. & PECCHIOLI E. (2005): Social cohesion and foraging decrease with group size in Fallow Deer (*Dama dama*). *Behavioral Ecology and Sociobiology* 59, 84-91.
- FOCARDI, S., ARAGNO, P., MONTANARO, P. & RIGA, F. (2006): Inter-specific competition from Fallow Deer *Dama dama* reduces habitat quality for the Italian roe deer *Capreolus capreolus italicus*. *Ecography* 29 (3), 407-417.
- FÖRSTER, S. (2008): Möglichkeiten der Verhaltensanalyse an Damwild auf Grundlage der Aktivitätsdaten aus GPS-Sendehalsbändern. Diplomarbeit an der Freien Universität Berlin, Institut für Biologie.
- GAEDE, E.A. (1986): 4.2.1 in: Hemmer, H. (Herausgeber): Nutztier Damhirsch: Sitzungsbericht der Arbeitstagung Domestikation und verhaltensgerechte Haltung des Damwildes als landwirtschaftliche Nutztart. Rheinischer Landwirtschafts-Verlag, Bonn, 95-112.

GAU, R.J., MULDER, R., CIARNIELLO, L.M., HEARD, D.C., CHETKIEWICZ, C.B., BOYCE, M., MUNRO, R., STENHOUSE, G., CHRUSZCZ, B., GIBEAU, M.L., MILAKOVIC, B. & PARKER, K.L. (2004): Uncontrolled field performance of Televilt GPS-Simplex collars on grizzly bears in western and northern Canada. *Wildlife Society Bulletin* 32, 693–701.

GILBERT, B.K. & HAILMAN, J.P. (1966): Uncertainty of Leadership-rank in Fallow Deer. *Nature* 209, 1041-1042.

GLEICH, E., Landesforstanstalt Eberswalde: persönliche Mitteilung.

GORETZKI, J. (1990): Zur selektiven Beäsung verschiedener Grasarten durch Damwild. *Beiträge zur Jagd- und Wildforschung* 17, 290-292.

GOSSOW, H. (1999): *Wildökologie*. Verlag Dr. Kessel, Remagen-Oberwinter.

GREMSE, C. (2004): Positions- und Aktivitätsregistrierung mittels Satellitentelemetrie am Beispiel des Damwildes. Masterarbeit an der Georg-August-Universität Göttingen, Institut für Wildbiologie und Jagdkunde.

HECKMANN I., FIMPEL S. & PFANNENSTIEL H.-D. (2007): Veränderungen der circadianen Aktivität von Damhirschen (*Cervus dama*) im Jahresverlauf (Baruther Urstromtal, Brandenburg). *Beiträge zur Jagd- und Wildforschung* 32, 471-482.

HECKMANN, I. (2007): Analyse zirkannualler und zirkadianer Aktivität von Damhirschen (*Dama dama dama* L.) im Baruther Urstromtal. Diplomarbeit an der Freien Universität Berlin, Institut für Biologie.

- HEIDEMANN G. (1973): Zur Biologie des Damwildes (*Cervus dama* Linné 1758). Mammalia depicta. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin.
- HEMMER, H. (2006): The “males earlier than females” phenomenon in the fawning season of Fallow Deer (*Dama dama*). European Journal of Wildlife Research 52, 178-181.
- HERRMANN, M., ENSSLE, J., SÜSSER, M. & KRÜGER, J.-A. (2007): Der NABU-Bundeswildwegeplan. Warlich-Druck, Meckenheim.
- HOFMANN, R. R. (1989): Evolutionary steps of ecophysiological adaptation and diversification of ruminants: a comparative view of their digestive system. Oecologia 78 (4), 443-457.
- HOOGE, P.N. & EICHENLAUB, B. (1997): Animal movement extension to Arcview. Alaska Science Center - Biological Science Office, U.S. Geological Survey, Anchorage, AK, USA.
- HULBERT, I.A.R. & FRENCH, J. (2001): The accuracy of GPS for wildlife telemetry and habitat mapping. Journal of Applied Ecology 38, 869-878.
- JACKSON, J. (1977): The annual diet of the Fallow Deer (*Dama dama*) in the New Forest, Hampshire, as determined by rumen content analysis. Journal of Zoology 181 (4), 465-473.

- JANEAU, G., ADRADOS, CH., JOACHIM, J., GENDNER, J.P. & PÉPIN, D. (2004): Performance of differential GPS collars in temperate mountain forest. *Comptes Rendus Biologies* 327, 1143-1149.
- JONES FUR, C. (1998): Habitat structure, female distribution, and Fallow Deer *Dama dama* mating stands. *Wildlife Biology* 4, 185-192.
- KENWARD, R.E. (2001): A manual for wildlife radio tagging. Academic Press, London.
- KIE, J.G. & BOWYER R.T. (1999): Sexual Segregation in White-Tailed Deer: Density-Dependent Changes in Use of Space, Habitat Selection, and Dietary Niche. *Journal of Mammalogy* 80 (3), 1004-1020.
- KLENK, B. (2009): Monitoring von Schalenwild im Biodiversitäts-Exploratorium Schorfheide-Chorin. Diplomarbeit an der Universität Potsdam, Institut für Biochemie und Biologie.
- KOMERS, P., PÉLABON, C. & STEMSTRÖM, D. (1997): Age at first reproduction in male fallow deer: age-specific versus dominance-specific behaviors. *Behavioral Ecology* 8 (4), 456-462.
- LABONDE, O. (2003): Computerprogramm zur Umrechnung geographischer Koordinaten in das Gauss-Krüger-System.

- MAHNKE, I. (2000): Zum Raumverhalten des Damwildes und zur Problematik seiner Bestandesregulierung im Müritz-Nationalpark, Teil Serrahn. - Abschlußbericht, Müritz- Nationalpark, nicht veröffentlicht.
- MALENDE, H.-J. (2001): Damwild im Schleswiger Raum. Stern-Druck Schleswig.
- MATIELLO, S., MATTIANGELI, V., BIANCHI, L. & CARENZI, C. (1997): Feeding and social behavior of Fallow Deer (*Dama dama* L.) under intensive pasture confinement. *Journal of Animal Science* 75 (2), 339-347.
- MCCELLIGOT, A. & HAYDEN, T. (2001): Postcopulatory vocalizations of Fallow Bucks: who is listening? *Behavioural Ecology* 12 (1), 41-46.
- MCCELLIGOT, A. & HAYDEN, T. (2000): Lifetime mating success, sexual selection and life history of Fallow Bucks (*Dama dama*). *Behavioural Ecology and Sociobiology* 48, 203-210.
- MEDAWAR, P.B. (1979) in Clutton-Brock, T.H., Guinness, F.E. & Albon, S.D. (1982): Red deer: Behaviour and ecology of two sexes. University Press, Chicago.
- MIQUELLE, D.G., PEEK, J.M. & BALLEMBERGHE, V. VAN (1992): Sexual Segregation in Alaskan Moose. *Wildlife Monographs* 122, 3-57.
- MOEN, R., PASTOR, J., COHEN, Y. & SCHWARTZ, C.C. (1996): Effects of moose movement and habitat use on GPS collar performance. *Journal of Wildlife Management* 60, 659-668.

- MORSE, B.W., NIBBELINK N.P., OSBORN, D.A. & MILLER, K.V. (2009): Home range and habitat selection of an insular Fallow Deer (*Dama dama* L.) population on Little St. Simons Island, Georgia, USA. *European Journal of Wildlife Research* 55 (4), 325-332.
- NELSON, W., TONG, Y.L., LEE, J.K. & HALBERG, F. (1979): Methods for cosinor-rhythmometry. *Chronobiologia* 6 (4), 305-323.
- NILSEN, E.B., PEDERSEN, S. & LINNELL, J.D.C. (2008): Can minimum convex polygon home ranges be used to draw biologically meaningful conclusions? *Ecological Research* 23 (3), 635-639.
- NITZE M. (2003): Telemetriestudie zum Raum-Zeit-Verhalten von Damwild (*Cervus dama* L.) im Colditzer Forst (Sachsen) – Vorstellung des Forschungskonzeptes. *Methoden feldökologischer Säugetierforschung* 2, 67-71.
- PÉLABON, C., YOCCOZ, N.G., ROPERT-COUDERT, Y., CARON, M. & PEIRERA, V. (1998): Suckling and allosuckling in captive Fallow Deer (*Dama dama*, Cervidae). *Ethology* 104 (1), 75-86.
- PÉPIN, D., RENAUD, P.-C., DUMONT, B. & DECUQ, F. (2006): Time budget and 24-h temporal rest-activity patterns of captive red deer hinds. *Applied Animal Behaviour Science* 101, 339-354.
- PERELBERG, A., SALTZ, D., BAR-DAVID, S.H., DOLEV, A. & YOM-TOV, Y. (2003): Seasonal and circadian changes in the home ranges of reintroduced Persian Fallow Deer. *The Journal of Wildlife Management* 67 (3), 485-492.

- PETRAK M. (1987): Zur Ökologie einer Damhirschpopulation (*Cervus dama* Linné, 1758) in der nordwestdeutschen Altmoränenlandschaft des Niedersächsischen Tieflandes. Heft 17, Schriften des Arbeitskreises Wildbiologie der Justus-Liebig-Universität Gießen e.V.
- PETRAK, M., SCHWARZ, R., GRAUMANN, F. & FRIELINGS DORF, F. (1991): Nischenbreite und Nischenüberlappung bei der Nahrungswahl von Damhirsch (*Cervus dama* Linné 1758) und Reh (*Capreolus capreolus capreolus* Linné, 1758). Zeitschrift für Jagdwissenschaft 37, 1-12.
- REINKEN, G. (1997): Wieder-Verbreitung, Verwendung und Namensgebung des Damhirsches *Cervus dama* L. in Europa. Zeitschrift für Jagdwissenschaft 43, 197-206.
- REMPEL, R., RODGERS, A.R. & ABRAHAM, K.F. (1995): Performance of a GPS animal location system under boreal forest canopy. Journal of Wildlife Management 59(3), 543-551.
- SCHAAL, A. & ROPARTZ, P. (1985): Le comportement de surveillance chez le daim (*Dama dama*): effet de variables liées à l'individu, au groupe social et à l'habitat. Comptes rendus de l'Académie des Sciences 301 (16), 731-736.
- SCHULTE, R., Geschäftsführer der VECTRONIC AEROSPACE GmbH, Berlin: Persönliche Mitteilung.
- SIEFKE, A. & STUBBE, C. (2003): Damwild – das unbekannte Wesen. Rudeltier und Individualist. Wild und Hund 20, 12-18.

- SIEFKE, A. & STUBBE, C. (2008): Damwild: Bejagung – Hege – Biologie. Neumann-Neudamm Verlag, Melsungen.
- STAGGE, B. (1982): Abliegen, Mutter-Kind-Beziehung und Helfersystem beim Rotwild (*Cervus elaphus*) und Damwild (*Dama dama*) im Gehege. Diplomarbeit der Fakultät für Biologie der Universität Tübingen.
- STUBBE, C., STUBBE, M., STUBBE, W., ZÖRNER, H. & STUBBE, I. (1999): Lebensraumgrößen von Damwild im Havel. Beiträge zur Jagd- und Wildforschung 24, 235-245.
- TAYLOR-PAGE, J. (1962): Fallow Deer. Sunday Times, London.
- UECKERMANN E. & HANSEN P. (2002): Das Damwild – Biologie, Hege und Jagd. 4. Auflage, Kosmos Verlag, Stuttgart.
- ULMENSTEIN, R. VON (1985): Beiträge zur Aufzucht, Jugendentwicklung und Elternbindung handaufgezogener Damwildkälber (*Dama dama*). Zeitschrift für Jagdwissenschaft 31, 65-72.
- VILLERETTE, N., HELDER, R., ANGIBAULT, J.-M., CARGNELUTTI, B. & GERARD J.-F. (2006): Sexual segregation in Fallow Deer: are mixed-sex groups especially unstable because of asynchrony between the sexes? Comptes Rendus Biologies 329 (7), 551-558.
- WIESNER, H. (1988): Anästhesie von Zoo- und Wildtieren. Tierärztliche Umschau 43 Nr. 1, 36-42.

WÖLFEL, H. (1983): Zur Jugendentwicklung, Mutter-Kind-Bindung und Feindvermeidung beim Rothirsch (*Cervus elaphus*) (II). Zeitschrift für Jagdwissenschaft 29, 197-213.

ZUCCO, C.A. (2007): Desenvolvimento de alternativa de baixo custo para monitoramento da atividade de veado campeiro (*Ozotoceros bezoarticus*) com tecnologia GPS no Pantanal Central do Brasil. Dissertation am Institut für Ökologie und Naturschutz der Universität Federal de Mato Grosso do Sul, Brasilien.

ZWEIFEL-SCHIELLY, B. (2005): Spatial and nutritional ecology of GPS-collared red deer in an Alpine region: the role of forage availability and quality. Dissertation an der Eidgenössischen Technischen Hochschule, Zürich.

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Titelblatt	Damhirsch-Skizze (A. Sárempek)
Seite II	Eberesche an Charlenes Grab (A. Sárempek)
Abb. 1	GPS-Satellitentelemetrie an Damhirschen (A. Sárempek)
Abb. 2.1	Damhirsch und Damhirschkuh in der Winterdecke. (M. Freimüller)
Abb. 2.2	Heutige Verbreitung des Damhirsches in Europa (A. Sárempek)
Abb. 2.3	Damhirsch und Hirschkuh in der Sommerdecke während der Brunft. (N. Zimmer)
Abb. 2.4	Neu geborenes Damwildkalb, von der Mutter abgelegt (M. Boland).
Abb. 2.5	Rudel aus Damhirschkühen mit ihrem Nachwuchs (D. Goebel-Berggold).
Abb. 3.1	Vier Beispiele für vergeblichen Ansitz beim Besendern (A. Sárempek)
Abb. 3.2	Kiefern-Drahtschmielen-Forst im Untersuchungsgebiet „Lühsdorf“.
Abb. 3.3	Der Naturpark Nuthe-Nieplitz und die Untersuchungsgebiete.
Abb. 3.4	Zweijähriger Hirsch <i>Karlchen</i> bei der Besenderung. (E. Gleich)
Abb. 3.5	Aufbau des GPS-Halsbandes.
Abb. 4.1	Vom Hirsch zum Punkt auf der Karte - Impressionen der Datenaufnahme.
Abb. 4.2	Ausbeute des Halsbandes 593 abhängig von der Vegetationszone.
Abb. 4.3	Streuung der Positionsdaten im stationären Versuch.
Abb. 4.4	Gesamtstreifgebiete aller besenderten Tiere im Untersuchungsgebiet „Lühsdorf“.
Abb. 4.5	Gesamtstreifgebiet von Hirsch <i>Oskar</i> .
Abb. 4.6	Hirsch <i>Oskars</i> Monatsstreifgebiete MCP [ha].
Abb. 4.7	Gesamtstreifgebiet von Hirsch <i>Karlchen</i> .
Abb. 4.8	Hirsch <i>Karlchens</i> Monatsstreifgebiete MCP [ha].
Abb. 4.9	Gesamtstreifgebiet von Hirsch <i>Basti</i> .
Abb. 4.10	Monatsstreifgebiete MCP [ha] von Junghirsch <i>Basti</i> .
Abb. 4.11	Gesamtstreifgebiet von Hirschkuh <i>Lena</i> .
Abb. 4.12	Monatsstreifgebiete MCP [ha] von <i>Lena</i> .
Abb. 4.13	Gesamtstreifgebiet der Hirschkuh <i>Kirsten</i> .
Abb. 4.14	Monatsstreifgebiete MCP [ha] von <i>Kirsten</i> .
Abb. 4.15	Gesamtstreifgebiet der Hirschkuh <i>Johanna</i> .
Abb. 4.16	Monatsstreifgebiete MCP [ha] von <i>Johanna</i> .
Abb. 4.17	Sichtbeobachtungen von Hirsch <i>Ludwig</i> .
Abb. 4.18	Nord-Süd-Wanderungen ins Sommer- bzw. Winterstreifgebiet von Hirsch <i>Oskar</i> .
Abb. 4.19	Bodentemperaturen und Northingwerte von Hirsch <i>Oskar</i> aus dem Jahr 2007.

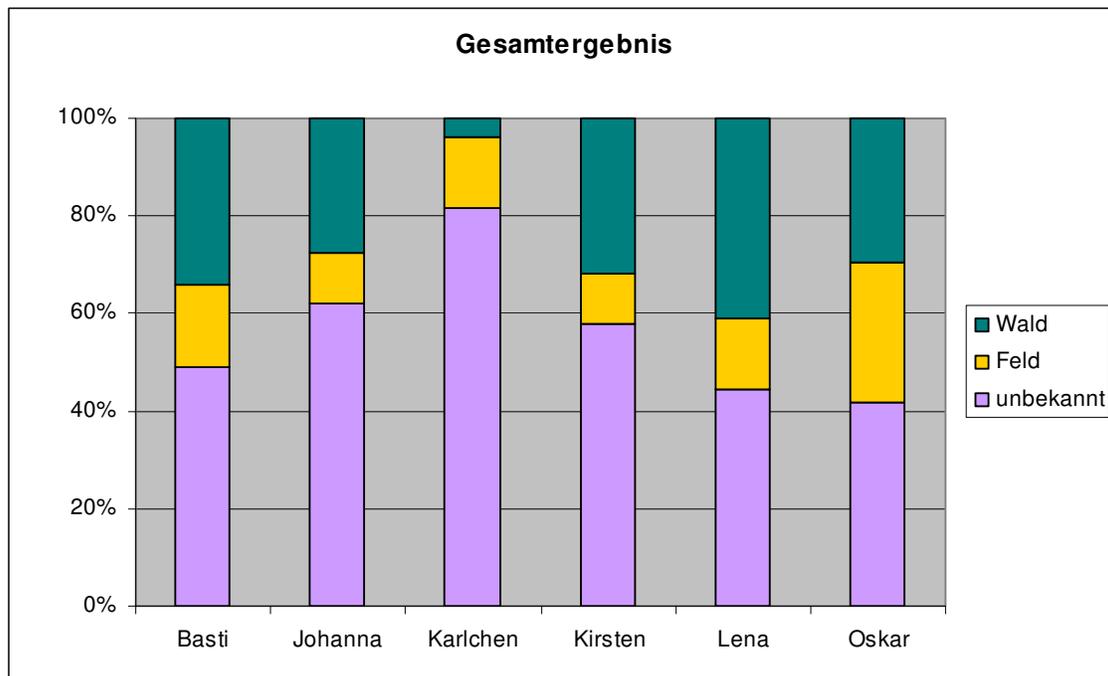
- Abb. 4.20 Bodentemperaturen und Northingwerte von Hirsch *Oskar* aus dem Jahr 2006.
- Abb. 4.21 Feldpositionen im Jahresverlauf aller Tiere.
- Abb. 4.22 Ausbeute und Verteilung der Positionsdaten von *Oskar* und *Lena*..
- Abb. 4.23 Korrelation von Monatsmittelwerten der Aktivität mit den Feldpositionen.
- Abb. 4.24 Prozentuale Verteilung der Positionsdaten auf Feld, Wald und Unbekannte.
- Abb. 4.25 Tagaktivitätsindex.
- Abb. 4.26 Verteilung der Feldpositionen auf verschiedene Anbauflächen.
- Abb. 4.27 Stilllegungsfläche mit typischem Bewuchs.
- Abb. 4.28 Absolute Verteilung der Felddaten im Jahresverlauf.
- Abb. 4.29 Waldlichtung im Untersuchungsgebiet „Lühsdorf“.
- Abb. 4.30 Sonnenblumenfeld mit Unterwuchs.
- Abb. 4.31 Straßennetz im Untersuchungsgebiet „Lühsdorf (Ausschnitt).
- Abb. 4.32 Häufigkeiten der Straßenüberquerungen für jeweils ein komplettes Jahr.
- Abb. 4.33 Straßenüberquerungen von Hirsch *Basti* und Hirschkuh *Johanna*,
- Abb. 4.34 Positionsdaten von Hirschkuh *Paula* im Revier Wiesenhagen.
- Abb. 4.35 Monatsmittelwerte der Aktivität.
- Abb. 4.36 *Basti* am Tag der Besenderung (E. Gleich).
- Abb. 4.37 *Basti* am Tag der Erlegung (H.-D. Pfannenstiel).
- Abb. 4.38 Circadiane Aktivitätskurven von *Oskar* und *Lena* in den Jahreszeiten.
- Abb. 4.39 Aktogramme.
- Abb. 5.1 „Grübelnder Damhirsch“ (W. Weigelt).
- Abb. 5.2 Vergleich möglicher Streifgebietsberechnungen von *Johanna*.
- Abb. 10 Portrait. (A. Sárempek)
-
- Tab. 3.1 Versuchstiere in den Untersuchungsgebieten Lühsdorf und Wiesenhagen.
- Tab. 4.1 Anzahl und Streuung der Positionsdaten nach Vegetationsdichte.
- Tab. 4.2 Ausbeute der Halsbänder über den gesamten Untersuchungszeitraum.
- Tab. 4.3 Gesamtstreifgebiete aller besenderten Tiere im Untersuchungsgebiet „Lühsdorf“.
- Tab. 4.4 Liste der bevorzugten Feldarten.
- Tab. 5.1 Vergleich der Streifgebietsgrößen von Damhirschen aus verschiedenen Studien.

Anhang

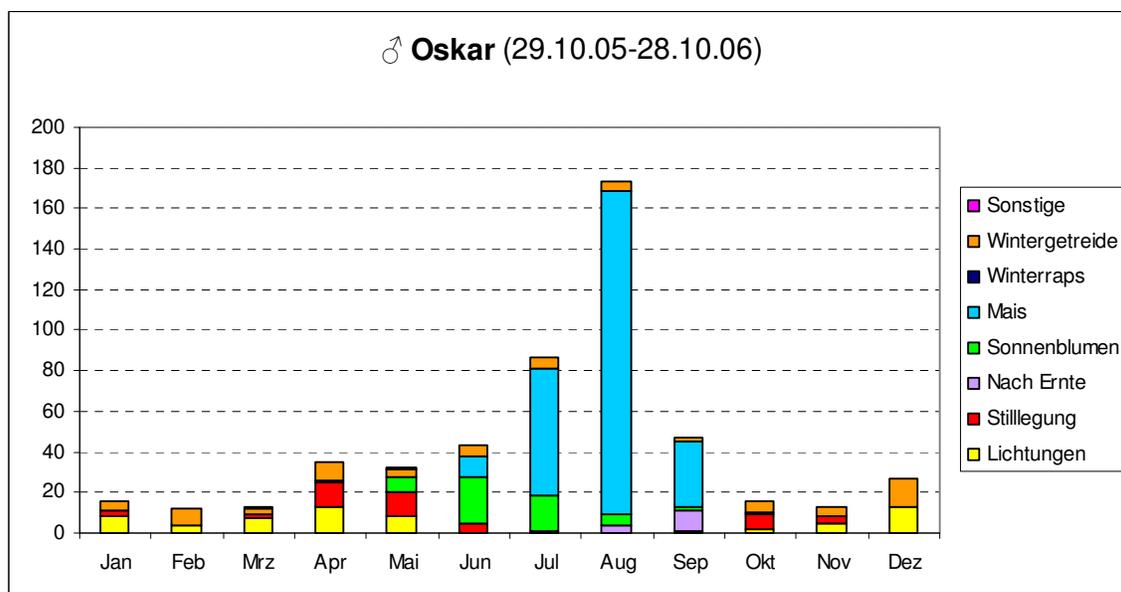
Anhang 8.1: Messplan der GPS-Positionsbestimmungen.

Halsband	Zeitraum	Intervall	Messungen pro Tag	Anzahl Messungen
587 (<i>Karlchen</i>)	28.10.04 12:00 – 11.01.05 04:00	4h	6	449
	11.01.05 06:00 – 16.12.05 16:00	2h	12	4074
588 (<i>Lena</i>)	23.08.03 20:00 – 15.06.05 16:00	4h	6	3972
589 (<i>Kirsten</i>)	24.08.03 20:00 – 07.02.05 08:00	4h	6	3202
590 (<i>Johanna</i>)	23.10.04 18:00 – 31.01.06 14:00	4h	6	2735
	31.01.06 16:00 24.02.06 12:00	4h	6	154
593 (<i>Oskar</i>)	28.10.05 18:00 – 08.11.05 06:00	3h	8	85
	08.11.05 06:00 – 06.02.06 00:00	4h	6	538
	06.02.06 00:00 – 13.02.06 00:00	30min	48	336
	13.02.06 00:00 – 23.04.08 20:00	4h	6	4808
686 (<i>Basti</i>)	16.07.04 22:00 – 05.11.05 06:00	4h	6	2858
	05.11.05 08:00 – 05.11.05 14:00	10min	6	36
	05.11.05 14:00 – 31.01.06 06:00	4h	6	520
	31.01.06 08:00 – 06.02.06 00:00	4h	6	34
	06.02.06 00:00 – 08.03.06 10:00	30min	48	1461

Anhang 8.2: Verteilung aller Positionsdaten auf Wald, Feld und fehlgeschlagene Messversuche.



Anhang 8.3: Feldnutzung von Hirsch Oskar.



Anhang 8.4: Straßenüberquerungen (Landstraße, Befestigte Straße, Unbefestigte Straße).

Karlchen 12/04-11/05

	LStr	BefStr	UnbStr
Winter	28	6	74
Frühling	14	39	20
Sommer	0	35	0
Herbst	10	13	14

Basti 12/04-11/05

	LStr	BefStr	UnbStr
Winter	59	4	101
Frühling	71	14	139
Sommer	82	24	45
Herbst	57	15	83

Oskar

	LStr	BefStr	UnbStr
Winter	6	12	89
Frühling	4	49	69
Sommer	0	9	0
Herbst	0	5	70

Lena 12/03-11/04

	LStr	BefStr	UnbStr
Winter	0	0	3
Frühling	0	0	20
Sommer	0	0	14
Herbst	0	0	5

Johanna 12/04-11/05

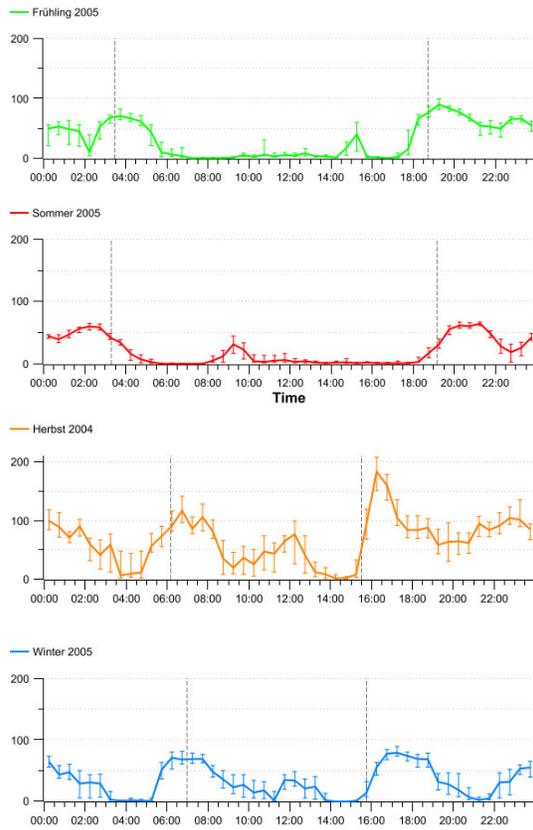
	LStr	BefStr	UnbStr
Winter	0	0	86
Frühling	2	0	146
Sommer	0	0	147
Herbst	0	0	108

Kirsten 12/03-11/04

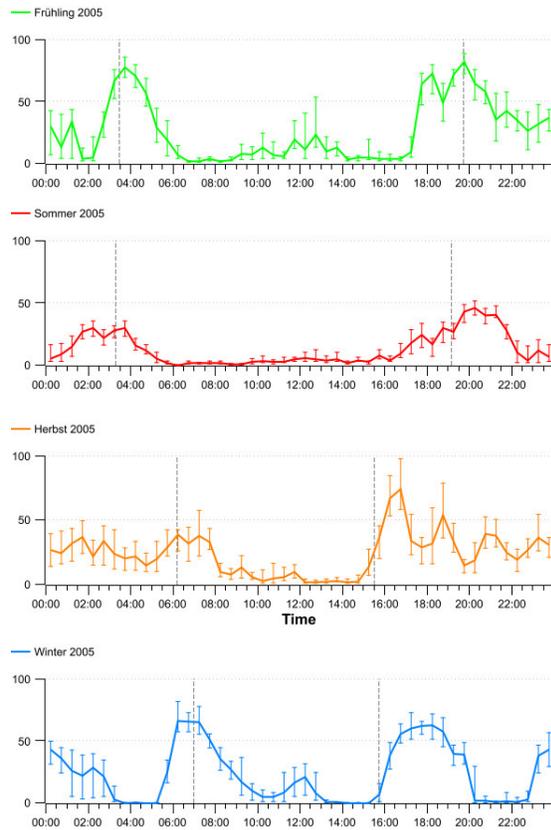
	LStr	BefStr	UnbStr
Winter	0	0	37
Frühling	0	0	84
Sommer	0	0	58
Herbst	0	0	70

Anhang 8.5: Circadiane Aktivitätskurven.

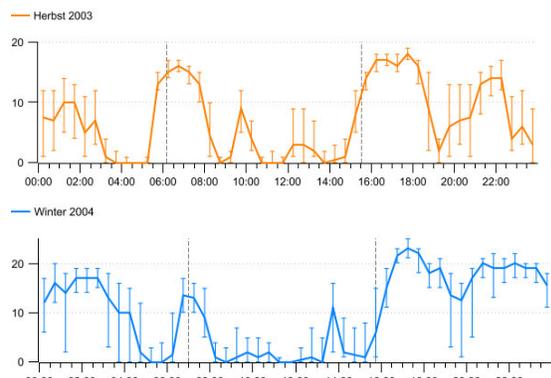
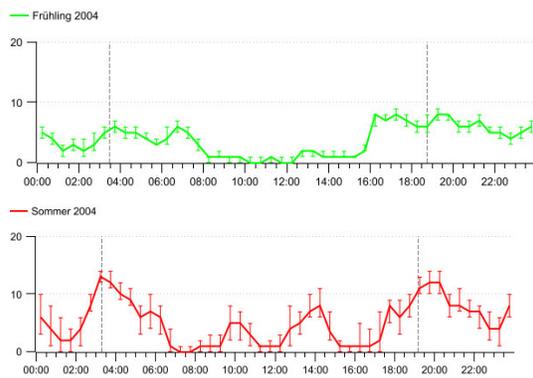
Basti:



Karlchen:



Kirsten:



Danke ...

 Prof. Dr. **Hans-Dieter Pfannenstiel**

für Deine Betreuung über all die Jahre, Dein stetes Vertrauen in meine Fähigkeiten, für alles was ich von Dir lernen und mit Dir erleben durfte und für Deine Idee, mit mir dieses Projekt zu starten. „Mir hod dramt, i war a Wurm!“

 Prof. Dr. **Carsten Niemitz**

für Ihre sofortige Bereitschaft, mein Zweitgutachter zu sein, und für Ihre freundliche Unterstützung bei der Vollendung dieser Arbeit.

 Prof. Dr. **Klaus Hausmann**

für Ihre freundliche Bereitschaft, trotz widriger Umstände die Federführung in meinem Prüfungsverfahren zu übernehmen.

 Dipl.-Biol. **Ilja Heckmann**

für Deine unbezahlbare Hilfe mit der Statistik, die vielen Stunden, in denen Du mir Dein Super-Brain geliehen hast, für das sorgfältige Korrekturlesen, die Layout-Kniffe, das phänomenale Programm „Activity Pattern“ und nicht zuletzt für die aus der gemeinsamen Arbeit entstandene Freundschaft.

 Dipl.-Forsting. **Egbert Gleich**

dem Indianer Brandenburgs, für Deine zähen Versuche, unser Damwild zu besondern und für all die Tricks und Kniffe bei der Distanzimmobilisation, die ich von Dir gelernt habe!

 Forstoberinspektorin **Bärbel Kuhlbrodt** und **Hartmut Schröder**

für Euer Interesse, Eure tatkräftige Unterstützung in den Revieren und für Eure Auskünfte!

 Dipl.-Biol. & cand. Vet.med. & cand. Dr. rer. nat. **Susanne Holtze**

dafür, dass Du als meine Fründin das PhD-Leid zu jeder Stunde mit mir geteilt hast, für das synchrone Ziehen unserer Dreckskarren, für das Mut machen, die Ausflüge in die Wildnis und vor allem für das unglaublich viele Lachen! Und jetzt bist Du dran.

 **Anja Sarémpek** für die schnelle Umsetzung meiner Ideen in traumhaft schöne Zeichnungen.

 **Marco Ringel** (Wetterstation Jänickendorf)

für die Bereitstellung Ihrer Wetterdaten, deren Aufarbeitung und die netten Mails.

 **Jürgen Frenzel** (Agrar-GbR Wittbriezen)

für die viele Zeit, in der wir den Anbau auf den Feldern detektivisch ermittelt haben.

 meinen Hunden **Charlene** und **Tes-la-Luz**

für die gemeinsamen Streifzüge durchs Revier, die viele Freude und Eure wärmende Anwesenheit.

 meinen Freundinnen cand. Dr. **Meike Artelt**, Dr. **Insa Voss** und Dr. **Inken Padberg**

für die wohltuenden und produktiven gemeinsamen Arbeitscamps und den Zusammenhalt.

 meiner Freundin Dipl.-Biol. & Vet.med. **Tatjana Tolkmitt**

für Deinen stärkenden Beistand und das sommerliche Asyl in der wunderschönen holsteinischen Idylle, als nichts mehr ging.

 meinen Katzen **Mim** und **Loulou**

fürs Wärmen von Körper und Seele.

 meiner Patentante **Anna Dennerlein** und meinem Patenonkel **Josef Dennerlein**

für Eure großzügige finanzielle Unterstützung und Eure Liebe. Tante Anni, Du bist die funkensprühende Lebensenergie in Person!

 und last but not least at all meinen Eltern **Anita Fimpel** und **Egon Fimpel**

für Euren Glauben an mich, Eure unendliche Liebe, Eure wahnsinns finanzielle Unterstützung und Eure beständige Hilfsbereitschaft. Ohne Euch zwee beeden hätte ich es nicht geschafft! Un jeze habe f e r t i g. :-)

„I love deadlines. I like the whooshing sound they make as they fly by.“

(Douglas Adams)

Lebenslauf – Sandra Fimpel

Der Lebenslauf ist in der Online-Version aus Gründen des Datenschutzes nicht enthalten.

Publikationen

Heckmann, I., Fimpel, S. & Pfannenstiel, H.-D. (2007): Veränderungen der circadianen Aktivität von Damhirschen (*Cervus dama*) im Jahresverlauf (Baruther Urstromtal, Brandenburg). Beiträge zur Jagd- und Wildforschung 32, 471-482

Fimpel, S. (2006): Zur Ökologie und Ethologie des Afrikanischen Riesenwaldschweins (*Hylochoerus meinertzhageni*) nach Freilandbeobachtungen im Queen Elizabeth National Park, Uganda. Sitzungsberichte der Gesellschaft Naturforschender Freunde zu Berlin 44, 41-49

Fimpel, S. & Pfannenstiel, H.-D. (2005): Streifgebietsgrößen, Habitatnutzung und saisonale Habitatpräferenzen von Damwild (*Cervus dama* L.) im Baruther Urstromtal, Brandenburg. Beiträge zur Jagd- und Wildforschung 30, 363-371

Fimpel, S.; Finkelmann, K.; Hanspach, M.; Heese, M.; Martin, F. & Niemitz, C. (2000): European urban men fit their walking velocity to those of women. Homo 51 Suppl., 26