

**Aktivität sowie
Habitat- und Raumnutzung
von Igeln (*Erinaceus europaeus*)
in einem ländlichen Siedlungsgebiet**

INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung der Philosophischen Doktorwürde
vorgelegt der Philosophischen Fakultät II
der Universität Zürich

von
ROBERT ZINGG
von Sitterdorf (TG)

Begutachtet von Herrn Prof. Dr. Hans Kummer

Zürich 1994

Zentralstelle der Studentenschaft

Aktivität sowie
Habitat- und Raumnutzung
von Igel (Erinaceus europaeus)
in einem ländlichen Siedlungsgebiet

INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung der Philosophischen Doktorwürde
vorgelegt der Philosophischen Fakultät II
der Universität Zürich

von
ROBERT ZINGG
von Sitterdorf (TG)

Begutachtet von Herrn Prof. Dr. Hans Kummer

Zürich 1994.

Zentralstelle der Studentenschaft

INHALTSVERZEICHNIS

1. EINLEITUNG.....	1
2. UNTERSUCHUNGSGEBIET.....	3
3. TIERE, MATERIAL und METHODEN.....	5
3.1 Tiere.....	5
3.2 Markierung.....	6
3.3 Telemetrie.....	7
3.4 Datenaufnahme.....	10
3.5 Unterteilung der Aktivität und der Habitattypen.....	11
4. AKTIVITÄT.....	14
4.1 Winterschlaf.....	14
4.2 Tägliche Aktivitätsphase.....	17
4.3 Paarungszeit.....	19
4.4 Das Aktivitätsmuster adulter Igel.....	21
4.5 Das Aktivitätsmuster juveniler Igel (popjuv, handjuv).....	27
4.6 Das Aktivitätsmuster einjähriger Igel (pop1, hand1).....	30
4.6.1 Einjährige Männchen (pop1m und hand1m).....	32
4.6.2 Einjährige Weibchen (pop1w und hand1w).....	34
4.7 Diskussion.....	38
5. HABITATNUTZUNG.....	45
5.1 Grobe Unterteilung der genutzten Habitattypen.....	45
5.2 Feinere Unterteilung der genutzten Habitattypen.....	48
5.2.1 Nutzung verschiedener Habitattypen.....	48
5.2.2 Dynamik der Habitatwahl adulter Igel im Jahresverlauf.....	50
5.2.3 Nutzung von Grenzstrukturen.....	52
5.3 Verteilung der Aktivitäten auf die Habitattypen.....	55
5.3.1 Nutzung der Habitattypen mit den Aktivitäten FS und Gehen.....	55
5.3.2 Aufteilung der Aktivitäten auf die Habitattypen.....	57
5.3.3 Dynamik der Habitatnutzung im Jahresverlauf.....	61
5.4 Tages- und Winterschlafplätze.....	61
5.4.1 Tagesschlafplätze.....	62
5.4.2 Winterschlafplätze.....	64
5.5 Diskussion.....	65
6. RAUMNUTZUNG.....	69
6.1 Grösse der Aktionsräume.....	71
6.2 Nächtliche Wegstrecken und Aktionsradien.....	77
6.3 Orientierung.....	83
6.4 Diskussion.....	84
7. SCHLUSSDISKUSSION.....	91
7.1 Fortpflanzung, Raum- und Habitatnutzung.....	91
7.2 Die Auswilderung in menschlicher Obhut gepflegter Igel.....	93
8. ZUSAMMENFASSUNG.....	97
9. LITERATURVERZEICHNIS.....	100
Dank.....	105

1. EINLEITUNG

Igel (*Erinaceus europaeus* L.) sind dämmerungs- und nachtaktive Tiere. Deshalb sind Freilanduntersuchungen an dieser Tierart mit methodischen Schwierigkeiten verbunden. Die ältere Igel-Literatur beruht denn auch vorwiegend auf Zufallsbeobachtungen und Beobachtungen unter Gefangenschaftsbedingungen (z.B. HERTER 1938, 1952).

Erst mittels Telemetrie wurde es möglich, Igel kontinuierlich und über längere Zeit gezielt zu beobachten. Die bisher mit Hilfe dieser Technik durchgeführten Feldarbeiten befassen sich im wesentlichen mit dem Raum-Zeit-System, mit populationsdynamischen Fragen sowie möglichen Gefährdungsursachen. Untersucht wurden dabei Igelpopulationen auf einem Golfplatz (REEVE 1982, WROOT 1984), in städtischen Parkanlagen (ESSER 1984, SCHOENFELD et al. 1985, PALM & STÖWER 1990), in einer mediterranen Küstenregion (BOITANI & REGGIANI 1984) sowie in einem Waldgebiet und auf Farmland (MORRIS 1986, 1988, MOORS 1979).

Ein wichtiger Verbreitungsschwerpunkt der Igel liegt im Siedlungsraum. Dies ergibt sich u.a. indirekt aus der Kartierung der auf Strassen überfahrenen Tiere. Auf Strassenabschnitten in Siedlungen oder Siedlungsrandbereichen verunfallen deutlich mehr Igel als auf Abschnitten, die durch landwirtschaftlich genutzte Flächen oder Wälder führen (GÖRANSSON et al. 1976, REICHHOLF & ESSER 1981, BERTHOUD 1982, OBERMAIER 1985, MORRIS & MORRIS 1988). Arbeiten über Igel, die innerhalb von überbauten Siedlungsgebieten leben, liegen von BERTHOUD (1982), ESSER (1984), KRISTIANSSON & ERLINGE (1977), KRISTIANSSON (1984) und BONTADINA et al. (1993) vor. Detaillierte Angaben zur Nutzung des Lebensraumes Siedlung durch Igel fehlen.

Aus dem Siedlungsraum stammen auch die verwaisten, verletzten oder als untergewichtig eingestuft Igel, die alljährlich in grosser Zahl aufgenommen und in menschlicher Obhut betreut werden. Das weitere Schicksal dieser Tiere, sind sie wieder in die Freiheit entlassen, ist bisher erst wenig untersucht worden (ESSER 1984, OBERMAIER 1985, DIETZEN & OBERMAIER 1986, SCHUBERT 1990, NEUSCHULZ & SCHUBERT 1991, MORRIS et al. 1993, MORRIS & WARWICK 1994). Die Überlebenschancen dieser Tiere werden kontrovers beurteilt.

Mit der vorliegenden Arbeit verfolgte ich das Ziel, das Aktivitätsmuster sowie die Habitat- und Raumnutzung einer Igelpopulation zu erfassen, die sich zwar vorwiegend im Siedlungsgebiet aufhielt, aber auch freien Zugang zu Landwirtschaftsflächen und Wald hatte. In die Studie miteinbezogen wurden auch in menschlicher Obhut gepflegte und im Untersuchungsgebiet wieder freigelassene Igel. Folgende, bisher nicht oder nicht vergleichbar detailliert untersuchte Aspekte standen in dieser mehrjährigen Feldstudie im Vordergrund:

- das jahres- und tageszeitliche Aktivitätsmuster freilebender Igel;

- eine detaillierte Darstellung der Nutzung des Lebensraumes bezüglich Habitattypen und Aktivität;
- die räumliche Ausdehnung der Aktionsräume im Jahresverlauf;
- geschlechts- und altersspezifische Unterschiede in der Aktivität sowie in der Habitat- und Raumnutzung;
- Aktivität, Habitat- und Raumnutzung von freigelassenen, vorgängig in menschlicher Obhut gepflegten Igel in Vergleich zu ihren gleichaltrigen wildlebenden Artgenossen;
- das Reproduktionsverhalten freilebender und ausgewilderter Igel.

Grundlage der nachfolgend dargestellten Ergebnisse sind langfristige und intensive Beobachtungen an sendermarkierten Tieren im Rahmen einer sich über vier Jahre erstreckenden Feldstudie.

Die Arbeit wurde in einem ländlichen, von landwirtschaftlich genutzten Flächen und Wald umgebenen Siedlungsgebiet am Rande der Agglomeration von Zürich durchgeführt.

Ein besseres und detailliertes Verständnis der Habitatansprüche und der Raumorganisation der Igel im Siedlungsraum ist auch von praktischer Bedeutung. Mit der Umsetzung dieser Kenntnisse ergibt sich die Möglichkeit, den von uns Menschen gestalteten Siedlungsraum bewusst und gezielt auch als für Igel geeigneten Lebensraum auszugestalten.

2. UNTERSUCHUNGSGBIET

Das Untersuchungsgebiet liegt wenige km südwestlich der Stadt Zürich im schweizerischen Mittelland (47° 20' n.B., 8° 28' ö.L.) und erstreckt sich über eine Fläche von rund 15 km² (vgl. Abb. 1). Die weitgehend dörflich geprägten Siedlungen in dieser eiszeitlich geformten Landschaft sind von landwirtschaftlich genutzten Flächen und Wäldern umgeben.

Der zentrale Teil des Untersuchungsgebietes umfasst im wesentlichen die beiden zur Agglomeration von Zürich gehörenden Gemeinden Bonstetten und Wettswil. Diese beiden Gemeinden liegen in einem nord-südlich ausgerichteten, rund 4 x 2 km messenden Zungenbecken. Die vor allem landwirtschaftlich intensiv genutzte Talsohle liegt auf 525 bis 540 m ü.M., das Siedlungsgebiet erstreckt sich entlang der östlichen und südlichen Flanke bis auf rund 620 m ü.M.. Mit Ausnahme des südwestlichen Bereiches wird diese Geländekammer von Wald eingefasst. Durch die Talsohle führt eine einspurige Eisenbahnlinie, und am Fuss der westlichen Talseite verläuft eine stark befahrene Kantonsstrasse.

In Tab. 1 sind Angaben zur Flächennutzung in diesen beiden Gemeinden zusammengestellt.

Tab. 1: Flächenanteile von Siedlung, Landwirtschaft und Wald in den beiden zentralen Gemeinden des Untersuchungsgebietes.

Gemeinde	Bonstetten		Wettswil	
	ha	%	ha	%
Fläche	743		378.1	
davon:				
überbaute Bauzone*	57.8	7.8	79.5	21.0
Wald*	196	26.4	74	19.6
restliche Fläche*	489.2	65.8	224.6	59.4
von restlicher Fläche:				
landwirtschaftliche Nutzfläche**	338	100	168	100
offenes Ackerland	178	52.7	121	72.0
Wiesen, Weiden	134	39.6	43	25.6
übriges Kulturland	26	7.7	4	2.4
Einwohner**	2738		3438	
Wohnungsbestand**	1124		1363	
davon Einfamilienhäuser	451	40.1%	574	42.1%

* 1989, **1990 Quelle: Statistisches Jahrbuch des Kantons Zürich, 1991

Ältere Bausubstanz in den Dorfzentren, mit vereinzelt landwirtschaftlichen Gebäudekomplexen, sowie angegliederte, grössere Einfamilienhauszonen und einige Blocküberbauungen prä-

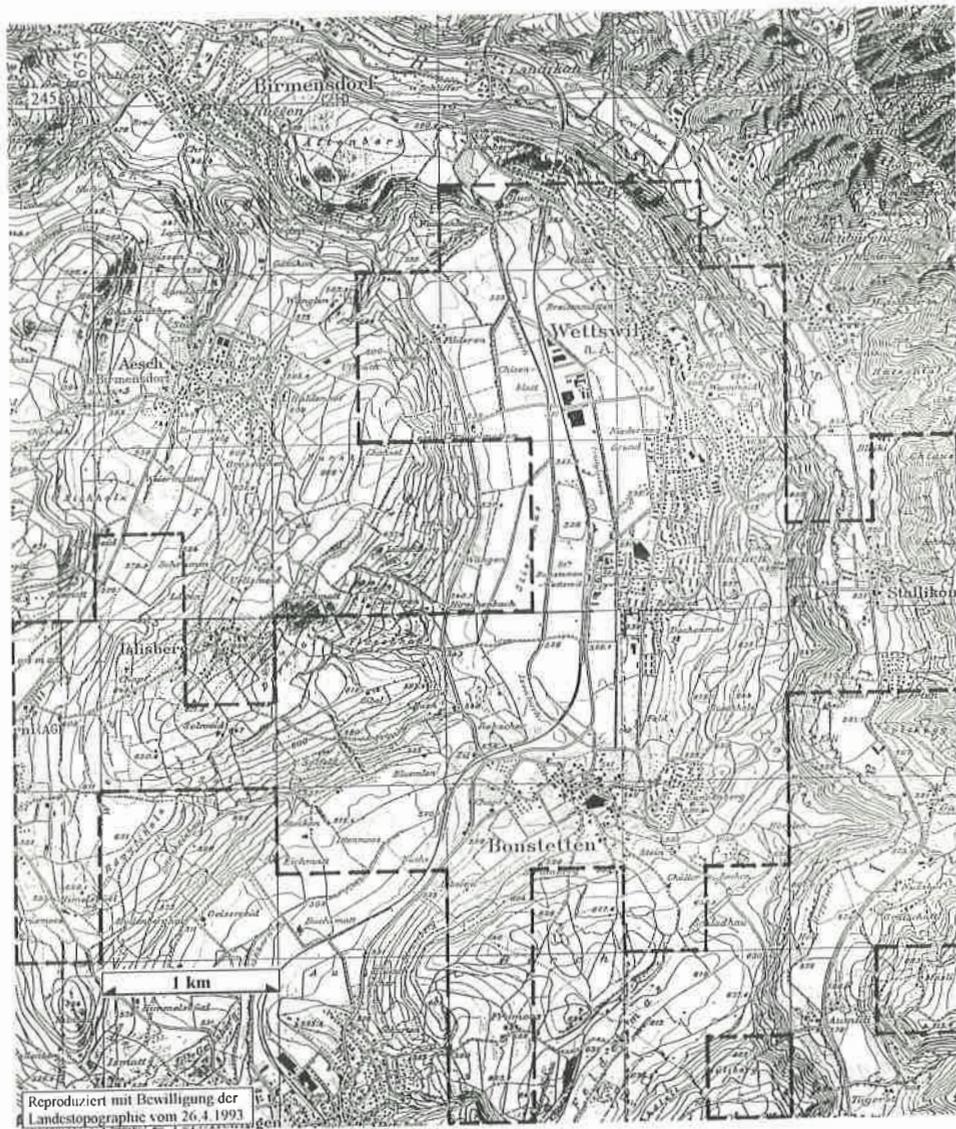


Abb.1: Untersuchungsgebiet mit den zentral gelegenen Siedlungsgebieten von Bonstetten und Wettswil. Die Flächen (Quadrate von 500x500 m), in welchen sendermarkierte Igel beobachtet wurden, sind eingerahmt. Die Pfeile bezeichnen die beiden Standorte der Gehege, von welchen aus Igel ausgewildert wurden.

gen die Siedlungsstruktur. Um die Dorfzentren herum haben sich noch Reste von Hochstamm-Obstgärten erhalten. Hanglagen werden vorwiegend als Standweiden und Grünland genutzt, in der Ebene wird intensiv Ackerbau betrieben. Getrennt vom Siedlungsgebiet hat es in der Ebene eine Industriezone (6.6 ha).

64.1% des Untersuchungsgebietes liegen in diesen beiden Gemeinden und bedecken 78.8% von deren Gesamtfläche; mehr als 95% der Daten zur Aktivität und zur Habitatnutzung sind hier erhoben worden.

3. TIERE, MATERIAL und METHODEN

3.1 Tiere

Die Daten für diese Feldstudie wurden von Mai 1986 bis Dezember 1989 erhoben. In diese Untersuchung einbezogen wurden einerseits die wildlebenden Igel aus der im Untersuchungsgebiet ansässigen Population. Andererseits wurden 34 Igel (17m/17w) ausgewildert, die vorgängig als Jungtiere in menschlicher Obhut gepflegt worden waren. Diese Tiere waren künstlich aufgezogen oder als schwache und kränkliche Jungtiere aufgegriffen worden; 2 Jungtiere wurden von ihrer Mutter in einem Gehege aufgezogen. 25 dieser Jungtiere gelangten ursprünglich aus verschiedenen Regionen ausserhalb des Untersuchungsgebietes in eine Igelstation. Dort wurden sie medizinisch versorgt, medikamentös gegen Parasiten behandelt und anschliessend zur weiteren Pflege an Privatpersonen übergeben. Sie wurden mehrheitlich im Haushalt, vereinzelt in Aussengehegen, überwintert. 9 Jungtiere stammten aus dem Untersuchungsgebiet; 4 von ihnen wurden nach ihrer künstlichen Aufzucht bereits im Herbst vor dem ersten Winterschlaf ausgewildert, die restlichen 5 überwinterten in Aussengehegen.

Vor ihrer Freilassung wurden die Igel für mindestens 5 Tage einzeln (mit Ausnahme eines Geschwisterpaares) in rund 4 m² grossen Aussengehegen gehalten. Die Gehege, die Futterstellen und insbesondere die Nestboxen blieben nach dem Öffnen der Gehegetüren für einige Zeit weiterhin frei zugänglich. Solche Gehegeanlagen standen an zwei rund 1400 m auseinanderliegenden Standorten im Siedlungsraum zur Verfügung (vgl. Abb. 1).

Die Tiere wurden in die Altersklassen *juvenil*, *1-jährig* und *adult* unterteilt. Als *juvenil* galten Jungtiere vor ihrem ersten Winterschlaf, *1-jährig* waren Tiere zwischen dem ersten und zweiten Winterschlaf und *adulte* Tiere hatten mindestens zweimal überwintert. Die Tiere wurden entsprechend ihrer Herkunft, ihrem Alter und ihrem Geschlecht (m/w) gruppiert in pop_{ad}w und -m adulte Tiere aus der untersuchten Population;

- pop_{1w} und -m 1-jährige Tiere aus der Population;
 hand_{1w} und -m von Hand aufgezogen und in Menschenobhut überwinterte Tiere im Jahr ihrer Freilassung (gleichfalls 1-jährige Tiere);
 pop_{juv}, hand_{juv} Jungtiere in ihrem Geburtsjahr (ohne Unterteilung der Geschlechter) aus der Population sowie nach Handaufzucht.

Angenommen wurde, dass ausgewilderte Tiere nach einer Überwinterung in Freiheit als Tiere aus der Population betrachtet werden können.

Ausser bei Kenntnis des Geburtsjahres kann bei Igel eine sichere Altersbestimmung nur am Unterkiefer toter Tiere vorgenommen werden. Jahreszeitlich bedingte Unterschiede im Knochenwachstum können in Dünnschnitten aus dem Bereich des hintersten Molaren sichtbar gemacht und als Jahrringe interpretiert werden (MORRIS 1970). Die Unterkiefer aller im Untersuchungsgebiet tot aufgefundenen Igel wurden für eine derartige Altersbestimmung gesammelt. In Abänderung der von MORRIS (1970) beschriebenen Methode wurden mit einem Sägemikrotom (Leitz) von den nicht entkalkten Unterkiefern ca. 35 µm dicke Schnitte hergestellt. In Zweifelsfällen wurden Tiere, die mindestens einmal überwintert hatten, als adult bezeichnet.

3.2 Markierung

Die ausgewilderten sowie alle bei der Feldarbeit aufgefundenen Igel wurden individuell sowohl mit farbcodierten Stachelmarkern als auch mit kleinen, numerierten Ohrmarken gekennzeichnet. Jeweils 5 gleiche, aus verschiedenfarbigen Schrumpfschläuchen hergestellte Stachelmarker wurden dabei über den Rücken verteilt auf einzelne Stacheln geklebt. Diese Stachelmarker ermöglichten ohne grosse Störung eine rasche Identifikation der Tiere. Solche Marker hielten z.T. mehr als zwei Jahre, einzelne gingen mit der Zeit verloren und wurden nötigenfalls durch neue ersetzt. Für das Anbringen der Ohrmarken - wie z.T. auch für deren Kontrolle - mussten die Tiere narkotisiert werden. Diese Narkosen erfolgten, wie alle Narkosen, mit Metofane (Methoxyfluran; Pitman-Moore, Inc.), einem Inhalationsnarkotikum. Auch Ohrmarken gingen - insbesondere bei Männchen - vereinzelt verloren. Bei rund 190 auf diese Art markierten Igel traten nur 2 Tiere auf, die zwar aufgrund der ausgerissenen Ohrmarken als früher einmal markiert zu erkennen waren, ihre Markierungen aber alle verloren hatten und nicht mehr identifiziert werden konnten.

3.3 Telemetrie

Als unentbehrliches Hilfsmittel für die kontinuierliche Beobachtung bestimmter Igel über längere Zeit diente mir die Telemetrie. 29 wildlebende Igel (15m/14w) sowie 22 ausgewilderte Igel (9m/13w) wurden für die Dauer von 2 bis 678 Tagen mit einem Sender versehen (vgl. Tab. 2). Für die Befestigung des rund 25 g schweren Senders (Typ JE4/1A; Firma Wagener, BRD) wurde mittels eines schnellhärtenden 2-Komponenten Epoxid-Klebers (Araldit Rapid; Ciba-Geigy) eine Grundplatte auf leicht gekürzten Stacheln im Schultergürtelbereich festgeklebt. Um zu verhindern, dass der beim Härtungsprozess vorgängig dünnflüssig und heiss werdende Kleber auf die Haut der Tiere floss, wurde der Klebmasse ein Verdickungsmittel (Aerosil; ESSER 1984) beigemischt. Auf dieser Grundplatte wurde dann der somit auswechselbare Sender mit zwei Schrauben befestigt. Die mit der Grundplatte verklebten Stacheln lösten sich mit der Zeit, sodass die Grundplatte nach 3-10 Monaten an einer neuen Stelle im Stachelkleid verankert werden musste. Die Sender hatten eine Lebensdauer von 9-12 Monaten, und die Signale konnten bei günstigen Bedingungen bis auf eine Entfernung von 3 km empfangen werden. Eingesetzt wurden diese Sender nur für Tiere mit einem Körpergewicht von mehr als 700 g. Für Jungtiere von 200-300 g Körpergewicht wurde ein 4 g schwerer Minisender (Typ 30/40-H/C2; Kronwitter + Stein, BRD) verwendet, der direkt in die Stacheln geklebt wurde. Die Batterie dieses Senders musste alle 3 Wochen ausgewechselt werden, und die Reichweite der Signale betrug rund 400 m. Als Empfänger wurde ein Gerät der Firma Burchard, BRD (Typ 287078; 148-149 MHz) in Kombination mit einer H-Antenne verwendet. An der Basis der rund 20 cm langen Senderantennen wurde eine kleine selbstleuchtende Lichtquelle (Betalign; Saunders-Roe Developments Ltd., GB) befestigt. Dieser grünliche Lichtpunkt erleichterte die genaue Lokalisation der Tiere und das Nachfolgen in Sichtkontakt wesentlich.

Der ganze Eingriff der Befestigung eines Senders, vom Fang des Igels an gerechnet bis zu seiner Freilassung am Fundort, dauerte nicht länger als eine Stunde.

Um das Verletzungsrisiko durch den aufgeklebten Sender so klein wie möglich zu halten, wurde die Befestigung der Sender mindestens einmal wöchentlich kontrolliert. Vereinzelt auftretende Entzündungen an der Basis von mit dem Sender verklebten Stacheln wurden mit einer entzündungshemmenden Salbe (Panolog; Ciba-Geigy) behandelt. Von 3 verstorbenen Tieren wurde die Hautpartie, auf welcher der Sender befestigt gewesen war, histologisch untersucht. Ausser einer leichten Hyperkeratose in einem Fall wurden keine Veränderungen der Haut festgestellt. Vermehrtes Schütteln des Stachelkleides war die einzige Reaktion, die als Folge der Befestigung eines Senders bei einzelnen Tieren in den ersten Tagen beobachtet werden konnte. Kein Igel blieb mit einem Sender auf dem Rücken verschollen. Auch über grössere Distanzen ausgewanderte Tiere oder Tiere mit beschädigten Sendern - mehrere Sender wurden wahr-

Tab. 2: Übersicht der mit Sender markierten Tiere.

Tier Nr.	Datum 1. Erfassung	Sex	Gewicht in g	Alter	Her- kumft	Freilassung	Sender von	bis	Tag	Repro- duktion	Tod	Todfund	Mutter Tier Nr.
1	14-Apr-86	w	1030	juv 85	32	14-Mai-86	14-Mai-86	20-Mai-86	6		mum	17-Okt-86	
2	14-Apr-86	m	990	juv 85	32	9-Mai-86	9-Mai-86	16-Jun-86	38				
3	14-Apr-86	w	1910	juv 85	32	13-Jun-86	13-Jun-86	16-Jul-86	33				
5	6-Mai-86	w	1170	juv 85	32	22-Mai-86	22-Mai-86	20-Jun-86	29	86n	gef	18-Mai-88	
6	6-Mai-86	m	1470	juv 85	32	3-Jun-86	3-Jun-86	15-Jun-86	12		get	15-Jun-86	
11	12-Mai-86	m	1150	ad c83	11	13-Jul-86	10-Sep-86	10-Sep-86	59		ges	10-Sep-86	
14	17-Mai-86	w	730	juv 85	11	17-Mai-86	17-Mai-86	20-Jun-86	34				
16	16-Mai-86	w	820	juv 85	32	8-Jun-86	8-Jun-86	15-Jul-86	37	86j	ges	8-Sep-86	
17	16-Mai-86	w	1540	juv 85	32	17-Jun-86	17-Jun-86	7-Jul-87	355	86j	ges	7-Jun-87	
18	22-Mai-86	m	1270	ad c80	11	22-Mai-86	22-Mai-86	1-Feb-87	255		gef	1-Feb-87	
20	3-Jun-86	w	890	juv 85	11	3-Jun-86	3-Jun-86	5-Jul-86	32		ges	5-Jul-86	
22	12-Jun-86	m	700	juv 85	11	12-Jun-86	12-Jun-86	14-Jun-86	2		get	14-Jun-86	
25	20-Jun-86	m	650	juv 85	11	4-Jul-86	4-Jul-86	14-Aug-86	41		ges	20-Aug-86	
26	16-Jul-86	w	900	ad 84	11	15-Jul-86	15-Jul-86	5-Aug-86	21	86s, 87j	ges	29-Sep-87	
26						14-Okt-86	29-Sep-87	29-Sep-87	350				
28	16-Jul-86	m	1110	ad	11	8-Okt-86	28-Jul-87	28-Jul-87	293				
29	16-Jul-86	m	1070	ad	11	11-Mai-87	11-Mai-87	19-Mai-87	8				
35	23-Jul-86	m	1330	ad	11	31-Jul-87	31-Jul-87	9-Sep-88	406		get*	9-Sep-88	
41	14-Aug-86	w	1130	ad 84	11	14-Aug-86	14-Aug-86	17-Okt-87	429	86j	ges	17-Okt-87	
56	20-Okt-86	m	130	juv 86	13	17-Mai-87	17-Mai-87	1-Aug-87	76		ges	1-Aug-87	27
61	11-Mai-87	m		juv 86	32	23-Jun-87	23-Jun-87	1-Jul-87	8				
62	11-Mai-87	w		juv 86	32	8-Jun-87	8-Jun-87	1-Aug-87	54	87j	get	1-Aug-87	
64	9-Mai-87	w	1300	juv 86	32	1-Jun-87	1-Jun-87	1-Jul-87	30	87t	ges	1-Jul-87	
65	9-Mai-87	m	2000	juv 86	32	1-Jun-87	1-Jun-87	4-Okt-87	125		ges	4-Okt-87	
70	9-Mai-87	w		juv 86	32	11-Jun-87	11-Jun-87	19-Okt-87	130		get*	19-Okt-87	
76	18-Jul-87	w	1110	ad	11	5-Okt-87	5-Okt-87	19-Jul-88	288	87n, 88j	get	19-Jul-88	
77	17-Jul-87	w	890	ad 85	11	17-Jul-87	17-Jul-87	25-Mai-89	678	88, 88, 89t	get	25-Mai-89	
82	18-Jul-87	m	140	juv 87	23	25-Sep-87	25-Sep-87	25-Feb-88	153		ges	25-Feb-88	
83	22-Sep-87	w	1170	ad	11	22-Sep-87	22-Sep-87	15-Jul-89	662	87, 88, 89			
86	20-Aug-87	m	300	juv 87	13	22-Okt-87	22-Okt-87	26-Mai-88	217		ges	25-Mai-88	
87	3-Aug-87	w	54	juv 87	13	23-Okt-87	23-Okt-87	13-Mai-88	203		ges	13-Mai-88	62

Fortsetzung Tab. 2:

Tier Nr.	Datum 1. Erfassung	Sex	Gewicht in g	Alter	Her- kumft	Freilassung	Sender von	bis	Tag	Repro- duktion	Tod	Todfund	Mutter Tier Nr.
88	3-Aug-87	w	50	juv 87	13	23-Okt-87	23-Okt-87	27-Jul-89	643	88, 89, 89	get	2-Nov-89	62
97	29-Apr-88	m	1460	ad 85	11	3-Aug-88	3-Aug-88	8-Jul-89	339		ges	4-Sep-90	
99	11-Mai-88	m		juv 87	32	10-Jul-88	10-Jul-88	19-Jul-88	9				
100	11-Mai-88	w		juv 87	32	9-Jul-88	9-Jul-88	30-Jul-88	21	88t	ges	30-Jul-88	
103	11-Mai-88	w		juv 87	32	9-Jul-88	9-Jul-88	2-Okt-89	450	89j			
104	3-Jul-88	m	1260	ad 86	11	22-Jul-89	22-Jul-89	4-Sep-89	44		get	4-Sep-89	
106	15-Jul-88	m	280	juv 88	11	3-Okt-88	3-Okt-88	15-Jun-89	255		get	15-Jun-89	76
109	15-Jul-88	w	310	juv 88	11	24-Sep-88	24-Sep-88	11-Jul-89	290	89j	get	15-Jun-89	76
112	19-Jul-88	m	325	juv 88	11	26-Aug-89	26-Aug-89	16-Mrz-90	202				
114	20-Jul-88	w	260	juv 88	11	13-Sep-88	13-Sep-88	4-Sep-89	356	89j, 90s	get	7-Aug-90	77
115	20-Jul-88	w	230	juv 88	11	24-Sep-88	24-Sep-88	29-Okt-88	35		gef	29-Okt-88	77
136	21-Apr-89	w	740	ad	11	28-Jul-89	28-Jul-89	19-Sep-89	53	89j			
140	5-Mai-89	m	1450	juv 88	32	31-Mai-89	31-Mai-89	30-Aug-89	91		get*	30-Aug-89	
141	5-Mai-89	w	1190	juv 88	32	13-Mai-89	12-Sep-89	26-Sep-89	14	89(j)			
144	20-Jun-89	m	830	ad	11	4-Jul-89	4-Jul-89	28-Jul-89	24				
146	7-Jul-89	m	1340	ad 86	11	23-Aug-89	23-Aug-89	29-Sep-89	37		get	2-Jun-90	
148	27-Mai-89	m	1100	ad 87	11	26-Jul-89	26-Jul-89	3-Aug-89	8		get	22-Mai-90	(141)
161	15-Aug-89	w	280	juv 89	11	9-März-90	15-Aug-89	10-Okt-89	56				
171	11-Okt-89	w	460	juv 89	11	11-Okt-89	11-Okt-89	25-Okt-89	14		get	25-Okt-89	88
174	21-Okt-89	w	550	juv 89	11	12-Dez-89	12-Dez-89	25-Dez-89	13				
177	12-Nov-89	m	720	juv 89	11	12-Nov-89	12-Nov-89	23-Nov-89	11				88

Alter: Die Jahrszahl gibt das Geburtsjahr des Tieres an. Als adult (ad) werden Tiere bezeichnet, die bei der ersten Erfassung mindestens einmal überwintert hatten. Ein c weist auf ein nicht sicher bestimmtes Geburtsjahr hin.

Herkunft: 11: wildebeite Tiere aus dem Untersuchungsgebiet (pop-Tiere)

13, 23: handaufgezogene, ausgewilderte Jungtiere aus dem Untersuchungsgebiet (hand-Tiere); (13: aus Bonstetten, 23: aus Wetswil)

32: in menschlicher Obhut gepflegte, ausgewilderte Tiere von außerhalb des Untersuchungsgebietes (hand-Tiere)

Reproduktion: Diese Weibchen waren in den entsprechenden Jahren trächtig (t), säugend (s), sicher nicht säugend (n), oder hatten Junge (J). Bei den Weibchen Nr. 83 und 88 wurden dreimal Junge beobachtet, Weibchen 77 hatte 1988 zweimal Junge und war 1989 trächtig; eine 0 weist auf eine nicht nachgewiesene Vermutung hin.

scheinlich von Füchsen verbissen - wurden nach kürzerer oder längerer Suchzeit wieder gefunden.

3.4 Datenaufnahme

Das Untersuchungsgebiet, dessen Ausdehnung weitgehend durch die Streifgebiete der mit Sendern versehenen Igel bestimmt war, wurde nicht systematisch nach Igel abgesehen. Die erfassten Igel wurden bei der Beobachtung von bereits sendermarkierten Tieren oder bei ausgedehnten Rundgängen im Gebiet angetroffen. Während hellen Vollmondnächten wurden zudem vermehrt offene, leicht überblickbare Flächen aufgesucht. Weitere Igel wurden aufgrund von Hinweisen aus der Bevölkerung, die jährlich über die Durchführung der Untersuchung informiert wurde, erfasst. Die Verteilung der nächtlichen Feldarbeitszeit über die Untersuchungsperiode ist in Tab. 3 angegeben. Rund 50% dieser Feldarbeitszeit entfielen auf die eigentliche Beobachtung sendermarkierter Igel, die anderen 50% umfassten die aufgewendete Zeit für die Suche und Kontrolle der Sendertiere, die Befestigung der Sender, die Markierung weiterer Igel, die Überwachung von Nestern (Nachweis von Jungtieren, Fang bestimmter Tiere) oder für Rundgänge im Untersuchungsgebiet.

Die Sender-Igel wurden abwechslungsweise als Focustiere auf ihren nächtlichen Streifzügen in Sichtkontakt begleitet. Die nächtlichen Beobachtungsphasen waren unterschiedlich lang. Nach Möglichkeit wurden Focustiere während der ganzen oder zumindest der halben Aktivitätsphase beobachtet. Waren aus zeitlichen Gründen nur kürzere Beobachtungsphasen möglich, so wurden kontrollartig kurz die verschiedenen Sendertiere aufgesucht. Während der Beobachtung eines Focustieres wurden auch die Aktivität sowie das räumliche Verhalten der anderen Sendertiere gelegentlich auf Distanz kontrolliert. Konnten dabei besondere Vorkommnisse (z.B. grösserer Ortswechsel oder Tier anscheinend nicht aktiv) festgestellt werden, so wurden die entsprechenden Tiere sogleich aufgesucht. Bei der Beobachtung der Focustiere wurden in regelmässigen Intervallen von 5 Minuten Zeit (alle Angaben in MEZ), Aktivität, Habitat und genaue Ortsangaben auf Tonband festgehalten. Diese Angaben wurden später mit einer Genauigkeit von ± 10 m auf Karten im Massstab 1:2500 übertragen. Beinahe täglich wurden die Schlafplätze aller Sendertiere lokalisiert; in der Regel mindestens einmal pro Woche wurden die Tiere bei der Überprüfung der Senderbefestigung auch gewogen.

Tot aufgefundene Tiere wurden zur Sektion ins Institut für Veterinärpathologie der Universität Zürich gebracht, um Hinweise auf Todesursachen sowie auf allfällige Auswirkungen der Markierung mit Sendern zu erhalten.

Tab. 3: Nächtliche Feldarbeitszeit zur Datenaufnahme. Angegeben sind die Anzahl Tage und die Zeit, die für die Suche und die Beobachtung von Igel im Untersuchungsgebiet eingesetzt wurde, aufgeteilt nach Monat und Jahr. Hier nicht eingerechnet ist die Arbeitszeit zur Lokalisation der Tagesschlafplätze.

Monat	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
1986													
Tage	-	-	-	-	14	24	23	25	26	24	28	3	167
h	-	-	-	-	90 ²⁵	141 ⁴⁵	124 ⁴⁰	147 ³⁵	141 ⁴⁰	119 ¹⁵	63 ⁴⁵	3 ³⁰	832 ³⁵
1987													
Tage	-	-	1	25	19	25	27	6	17	21	26	25	192
h	-	-	-	89 ²⁵	87 ¹⁵	125	122	14 ²⁵	64	88 ¹⁵	52 ²⁵	37 ¹⁵	680
1988													
Tage	21	3	5	23	23	27	20	24	22	24	18	4	219
h	29	3 ⁴⁵	9	96 ³⁰	92 ⁴⁵	105 ⁴⁰	92 ²⁰	111 ⁵⁵	104 ⁴⁵	115 ³⁰	46 ¹⁵	3 ⁵⁵	811 ²⁰
1989													
Tage	-	3	15	21	20	13	22	15	10	17	5	9	150
h	-	3 ⁴⁰	51 ²⁵	111 ³⁵	87 ⁵⁰	44 ²⁵	123 ³⁵	48 ³⁵	31 ²⁰	53 ²⁵	6 ⁴⁰	17 ⁰⁵	579 ⁴⁵
Summe													
Tage	21	6	21	69	76	89	92	70	75	86	77	41	728
h	29	7 ²⁵	60 ²⁵	297 ³⁰	358 ¹⁵	416 ⁵⁰	462 ³⁵	322 ³⁰	341 ⁴⁵	376 ³⁵	169 ⁰⁵	61 ⁴⁵	2903 ⁴⁰

3.5 Unterteilung der Aktivität und der Habitattypen

Die Aktivität wurde in die folgenden 9 Tätigkeiten unterteilt:

<i>Futtersuche (FS)</i>	Futteraufnahme sowie oft kleinräumige Futtersuche bei ruckartiger, meist langsamer Fortbewegung mit häufigen Richtungswechseln. Die Schnauze wird dabei nach allen Richtungen in die Bodenvegetation gesteckt.
<i>Gehen</i>	Gerichtete und kontinuierliche Fortbewegung ohne Suchbewegungen mit der Schnauze.
<i>Futtersuche+Gehen</i>	Immer wieder kurzzeitig durch örtlich sehr beschränkte Futtersuche unterbrochenes <i>Gehen</i> .
<i>Ruhen offen</i>	Ruhen ausserhalb von Tagesschlafplätzen während der nächtlichen Aktivitätszeit; stationärer Aufenthalt (auf Bauch liegend und mit nach Vorne gerichtetem Kopf, z.T. auch leicht gerollt seitlich liegend).
<i>Ruhen im Nest</i>	Stationärer Aufenthalt an einem als Tagesschlafplatz bekannten Ort während der nächtlichen Aktivitätszeit.
<i>Erkunden/Untersuchen</i>	Schnupperndes Hin- und Hergehen entlang oder innerhalb von Gebäuden, Höhlungen, Holzbeigen, Materiallagern u.ä. ohne Nahrungsaufnahme.
<i>Brunften</i>	Werbeverhalten und Paarung (vgl. Kap. 4.3).

ausser Sicht aktiv
restliche Aktivitäten

Tier aufgrund der empfangenen Sendersignale in Bewegung.
Umfasst die selten beobachteten Elemente Sichern, Verharren, Nestbau, Selbstbespeicheln (vgl. Kap. 4.6.1), Komfortverhalten, Sozialkontakte (ausser Brunften), Trinken, Säugen sowie fehlende Aktivitätsangaben.

Für die Darstellung des monatlichen und tageszeitlichen Aktivitätsmusters wurden die Daten aus den Jahren 1986-89 zusammengefasst. Die ausschliesslich von den mit Sender markierten Tieren (vgl. Tab. 2) erhobenen Aktivitätsdaten (Anzahl 5'-Intervalle: $n_{\text{Aktivität}}=16'849$; März-Dezember) verteilen sich auf die Gruppen der adulten Tiere *popadm* (29.2%) und *popadw* (28.1%), der 1-jährigen Tiere *pop1m* (5.6%) und *pop1w* (7.9%), der handaufgezogenen 1-jährigen Tiere *hand1m* (5.6%) und *hand1w* (12.3%), sowie der Jungtiere *popjuv* (7.7%) und *handjuv* (3.6%). Die Daten eines über längere Zeiträume beobachteten Tieres sind z.T. verschiedenen Gruppen zugeordnet (z.B. *handjuv* - *pop1w* - *popadw*).

Für die Darstellung der Habitatnutzung wurden die Daten der Jahre 1986 bis 1989 zusammengefasst (nächtliche Aktivitätszeit zwischen 19 Uhr und 6 Uhr, Monate März bis Dezember). Die Angaben zur Habitatnutzung (Anzahl 5'-Intervalle: $n_{\text{Habitat}}=14'559$) basieren gleichfalls ausschliesslich auf den Daten sendermarkierter Igel. Sie verteilen sich prozentual mit nur geringfügigen Abweichungen gleichermassen auf die acht unterschiedenen Igel-Gruppen wie die Daten zur Aktivität. Habitatangaben zum Ort von Brunftaktivitäten wurden von der Auswertung ausgenommen, da solche Orte wohl weitgehend durch das zeitliche Zusammentreffen eines Paares bestimmt werden. Zudem kann die Brunftaktivität über Stunden an ein und demselben Ort stattfinden, so dass die dabei erhobenen Habitatangaben sehr starkes Gewicht erhielten. Bei der Datenaufnahme wurden die Angaben zur Habitatnutzung 63 verschiedenen Habitateinheiten und -strukturen zugeordnet. Für die feinere Analyse der Habitatnutzung wurden diese zu 17 Habitattypen zusammengefasst. In Tab. 4 sind diese Habitattypen aufgeführt und in die Grobhabitats *Siedlung*, *Landwirtschaft* sowie *Wald* gruppiert.

Tab. 4: Charakterisierung der für die feinere Analyse der Habitatnutzung unterschiedenen Habitattypen. Die Habitattypen sind gegliedert in die Grobhabitats *Siedlung*, *Landwirtschaft* und *Wald*.

Habitattyp	zusammengefasste Habitateinheiten/-strukturen
Siedlung	
Rasen	Rasenflächen
Rabatte	Rabatten, Bodenbedecker, Zwergsträucher
Hecken	Hecken, Sträucher
Kompost	Gemüsegarten, Kompostanlagen, Beerensträucher
Wege	Feste Wege um Gebäude (Plattenweg, Sitzplatz, geteeter Vorplatz, Garage-Einfahrt)
Gebäude	in Gebäude, unter kleinerem Gebäude/Gebäudevorsprung, Gebäuderand, in Höhlung (Mauer, Röhre)
Haufen	Holzbeige, Ast-/Reisighaufen, Materiallager
Trottoir	Trottoir, einspuriger geteeter Weg, Verbundstein, geteeter/betonierter Platz
Strasse	zweispurige Strasse (Quartier-, Haupt- und Kantonsstrassen)
Landwirtschaft	
Feldweg	Feldweg (gekiest, erdig), Trampelpfad, Kiesplatz
Weide	Standweide
Wiese 0	frisch gemähte Wiese
Wiese 20	Wiese, Höhe der Vegetation bis 20 cm
Wiese +	Wiese, Höhe der Vegetation über 20 cm
Acker	Ackerfläche (frisch bestellte, bewachsene und abgeerntete Felder)
Wald	
Wald	Wald, Waldrand, Waldweg
Rest	Freilassungs-Gehege, Futterstellen für Haustiere oder Igel, Miststock, Baustellen, Eisenbahntrasse, Hochstauden, Ruderalvegetation; keine genauen Angaben

4. AKTIVITÄT

Igel sind echte Winterschläfer. Für den Beginn und die Dauer des Winterschlafes werden in der Literatur je nach geographischer Lage des Untersuchungsgebietes unterschiedliche Angaben gemacht. Dasselbe gilt auch für Angaben bezüglich der Paarungszeit. Tägliche Aktivitätsmuster geben HERTER (1938), SABOUREAU et al. (1979) und BERTHOUD (1982) für in Gefangenschaft gehaltene Igel an, und aus Freilanduntersuchungen finden sich Angaben bei BERTHOUD (1982) und BOITANI & REGGIANI (1984). Die angegebenen Muster basieren weitgehend auf der zeitlichen Verteilung der Kategorien 'aktiv' und 'nicht aktiv'.

Für die in der vorliegenden Studie untersuchte Igelpopulation wurde zunächst die zeitliche Begrenzung der Winterschlafperiode, der täglichen Aktivitätsperiode sowie der Paarungszeit ermittelt. Die zeitliche Strukturierung der Aktivität, die sich dabei ergab, wurde sodann verwendet, um das monatliche und tägliche Aktivitätsmuster detailliert darzustellen.

4.1 Winterschlaf

Mit der fast täglichen Kontrolle der Schlafplätze und der Aktivität konnten Beginn und Ende des Winterschlafes von 20 sendermarkierten Igel n z.T. auf den Tag genau bestimmt oder zumindest mit einer maximalen Ungenauigkeit von einer Woche eingegrenzt werden. Die Ergebnisse sind, aufgeteilt nach Geschlecht und erstmalig überwinterten Jungtieren (juv) bzw. mindestens einmal überwinterten Tieren, in Tab. 5 dargestellt. Sie umfassen die Winterschlafperioden 86/87 bis 89/90. Unterschiede zwischen den einzelnen Jahren finden sich einzig bei den Werten für das Ende des Winterschlafes (Weibchen: 89 früher als 87; Männchen: 89 früher als 87 und 88; t-Test, $p < 0.05$). Die Werte der ausgewilderten Tiere unterscheiden sich nicht von den entsprechenden Werten der Tiere aus der Population.

Den Winterschlaf begannen als erste die Männchen in der zweiten Hälfte Oktober. Ihnen folgten anfangs November Jungtiere, die vor August geboren wurden. Es wurden keine später im Jahr geborene Jungtiere während der Winterschlafperiode mit Hilfe der Telemetrie überwacht. Aktive Jungtiere wurden aber bis Ende Dezember beobachtet (vgl. Tab. 6). Die Weibchen gingen in der zweiten Hälfte November schlafen. Die beiden Weibchen, die im vorangegangenen Sommer sicher keine Jungen hatten, gingen in der Tendenz früher in den Winterschlaf als die Weibchen, die sicher oder sehr wahrscheinlich Junge aufgezogen hatten (Unterschied nicht signifikant).

Die Männchen und die Jungtiere wurden nach dem Winterschlaf rund einen Monat vor den Weibchen, Mitte bis zweite Hälfte März, wieder aktiv. In der Dauer des Winterschlafes erga-

ben sich zwischen Männchen, Weibchen und Jungtieren keine signifikanten Unterschiede (vgl. Tab. 5).

Tab. 5: Beginn, Ende sowie Dauer des Winterschlafes von sendermarkierten Igel n (Winter 86/87 bis 89/90 zusammengefasst), differenziert nach Klassen. w+: Weibchen, die sicher oder sehr wahrscheinlich im vorangehenden Sommer Junge hatten, w-: Weibchen, die sicher keine Jungen hatten, w: alle adulten Weibchen (w+ und w-), m: adulte Männchen, juv: Jungtiere, die das erstmalig überwinterten und vor August geboren wurden. Nebst Mittelwert und Standardabweichung sind die Extremwerte angegeben.

Die angegebenen Unterschiede (Zeile 'Vergleich') zwischen den Mittelwerten der Gruppen m, w (w+) und juv sind signifikant (t-Test, $p \leq 0.05$).

Sex / Alter	Beginn			Ende			Dauer		
	Mittel	Extremwerte		Mittel	Extremwerte		min.	max.	
w+	27. Nov. ± 20 Tage n=8	29. Okt.	4. Jan.	15. April ± 14 Tage n=8	7. März	23. April	131 Tage ± 23 Tage n=8	98	162
w-	30. Okt. n=2	15. Okt.	4. Nov.	2. April n=2	6. März	10. April	155 Tage n=2	132	178
w	21. Nov. ± 23 Tage n=10	15. Okt.	4. Jan.	14. April ± 13 Tage n=10	7. März	23. April	136 Tage ± 25 Tage n=10	98	178
m	20. Okt. ± 9 Tage n=5	12. Okt.	4. Nov.	15. März ± 16 Tage n=4	24. Feb.	27. März	148 Tage ± 11 Tage n=4	134	161
juv	5. Nov. ± 8 Tage n=5	30. Okt.	8. Nov.	22. März ± 7 Tage n=5	3. März	29. März	138 Tage ± 8 Tage n=5	130	146
Vergleich	m früher als w m früher als juv juv früher als w+			m früher als w juv früher als w			keine signifikanten Unterschiede zwischen m, w, und juv		

Weitere Hinweise für die zeitliche Begrenzung des Winterschlafes lieferten die zufälligen Beobachtungen aktiver, nicht sendermarkierter Igel zwischen Oktober und April (vgl. Tab. 6). Von November bis Mitte Februar wurden, anders als bei den sendermarkierten Igel n, keine aktiven adulten Tiere beobachtet. Dieser Unterschied dürfte damit erklärt werden, dass die weni-

Tab. 6: Beobachtete Anzahl aktiver Igel (mit und ohne Sender) je Monatshälfte von Oktober bis April in den Jahren 1986-90. Zusätzlich angegeben ist die Feldarbeitszeit in den entsprechenden Monaten.

Monat/Monatshälfte	Oktober		November		Dezember		Januar		Februar		März		April	
Sex/Altersgruppe	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.
Tiere mit Sender:														
w ad (n=10)	10	9	8	6	3	1	1	-	-	-	-	3	6	10
m ad (n=5/4)*	5	3	1	-	-	-	-	-	1	-	2	4	4	4
w juv (n=5/4)**	5	5	5	3	1	1	-	-	-	-	1	4	4	4
m juv (n=1)	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1
Tiere ohne Sender:														
w ad	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	4	4
m ad	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	4	4
w juv	6	4	2	1	-	-	-	-	-	-	-	1	4	4
m juv	16	15	11	9	4	2	-	-	-	-	-	3	12	12
w ?	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	5
m ?	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	3
Feldarbeitszeit h	377		169		62		29		7		60		298	
Tage	86		77		41		21		6		21		69	
in den Jahren	86-89		86-89		86-89		88		88/89		87-90		87-89	

ad: hat bereits mindestens einmal überwintert
 juv: erstmalige Überwinterung
 ? : keine sichere Einstufung in ad oder juv möglich
 * ein Tier wurde während dem Winterschlaf gefressen
 ** Senderausfall bei einem Tier während Winterschlaf

gen in dieser Zeit noch aktiven Tiere sehr kleinräumig und oftmals nur in der ersten Nachthälfte unterwegs waren und sich so einer zufälligen Beobachtung weitgehend entzogen. Aktive Jungtiere wurden - in Übereinstimmung mit den entsprechenden Daten sendermarkierter Tiere - auch noch im November und Dezember beobachtet. Zumindest 2 der insgesamt 4 im Dezember noch aktiv angetroffenen Jungtiere stammten aus zweiten Würfen und wurden im August bzw. Anfang September geboren.

Beim Vergleich der Einzelwerte sendermarkierter Igel ergaben sich qualitative Hinweise auf mögliche Einflüsse der Witterung sowie unterschiedlicher Fortpflanzungsaktivitäten auf Beginn, Ende und Dauer des Winterschlafes. Zwischen verschiedenen Tieren gab es auffällige zeitliche Übereinstimmungen im Beginn und/oder Ende des Winterschlafes. So beendeten im Frühjahr 1987 alle 3 adulte Weibchen, die unter Beobachtung standen und im Jahr zuvor Junge

hatten, ihren Winterschlaf am selben Tag (18.4.). Im folgenden Herbst begannen von 6 Tieren ein adultes Männchen und zwei juvenile Weibchen (ausgewilderte Wurfgeschwister) den Winterschlaf am gleichen Tag (4.11.). Das adulte Männchen sowie eines der juvenilen Weibchen beendeten ihren Winterschlaf wiederum am gleichen Tag (29.3.). Der früheste und der späteste Winterschlafbeginn lagen in dieser Winterperiode rund 80 Tage auseinander. Im Herbst 1988 begannen in einem Fall 2, in einem anderen 3 Tiere (von insgesamt 8 Tieren) ihren Winterschlaf innerhalb von 2 Tagen. Alle diese zeitlichen Übereinstimmungen im Beginn und Ende des Winterschlafes dürften wohl massgeblich durch den Verlauf der Witterung (z.B. Temperatur, oder Luftdruck) beeinflusst worden sein.

Den längsten Winterschlaf - er dauerte rund 178 Tage - hielt 1987/88 ein adultes Weibchen, das zuvor sicher keine Jungen hatte (Beginn ca. 15.10.). In der gleichen Winterperiode war ein adultes Weibchen, das sehr wahrscheinlich zuvor Junge hatte, bis zum 4. Januar aktiv und schlief dann während 110 Tagen (38% weniger lang). Im Winter 1988/89 betrug die Extremwerte für die Dauer des Winterschlafes 162 sowie rund 98 Tage (40% weniger lang). Der erste Wert stammt von einem adulten Weibchen, das einen Wurf hatte (Ende Juli) und Ende Oktober den Winterschlaf begann, der zweite von einem adulten Weibchen, das zweimal Junge gebar (20.6./5.9.) und Mitte Dezember schlafen ging. Diese grossen Unterschiede in der Dauer des Winterschlafes bei adulten Weibchen dürften durch die vorangegangenen unterschiedlichen Fortpflanzungsaktivitäten beeinflusst worden sein.

4.2 Tägliche Aktivitätsphase

Igel ziehen sich tagsüber in einen meist nicht einsehbaren Tagesschlafplatz zurück. Sie entziehen sich während dieser Zeit einer genaueren Beobachtung, bleiben aber in der Regel räumlich stationär. Als tägliche Aktivitätsphase wird hier die Zeitspanne bezeichnet, die begrenzt wird durch das Verlassen des Tagesschlafplatzes (Aktivitätsbeginn) und das Aufsuchen des Tagesschlafplatzes (Aktivitätsende). In diese Aktivitätsphase miteingerechnet sind auch zwischen Aktivitätsbeginn und -ende eingelegte Ruhepausen.

In Abb. 2 sind die beobachteten Zeiten (n=185) für den Beginn und das Ende der täglichen Aktivitätsphase im Jahresverlauf dargestellt. Diese Werte stammen von insgesamt 52 Tieren aus den Jahren 1986-90.

Die Punktescharen decken sich für die Monate April bis September recht gut mit dem Verlauf der bürgerlichen Dämmerung (= Sonnenstand - 6°). Werden die Zeiten für Aktivitätsbeginn und -ende mit den entsprechenden Zeiten für die bürgerliche Dämmerung in Beziehung gesetzt, so ergibt sich eine signifikante Korrelation (lineare Regressionsgerade: Aktivitätsbeginn/-ende aufgetragen gegen Zeit der bürgerlichen Dämmerung; Korrelationskoeffizienten: $r_{\text{Beginn}} = 0.84$,

$r_{\text{Ende}} = 0.45$, t-Test: $p \leq 0.05$). Dies gilt auch, wenn die Werte getrennt für mindestens einmal überwinterte Männchen und Weibchen sowie für Jungtiere (hier sind nur Werte für den Aktivitätsbeginn vorhanden) betrachtet werden (t-Test: $p \leq 0.05$).

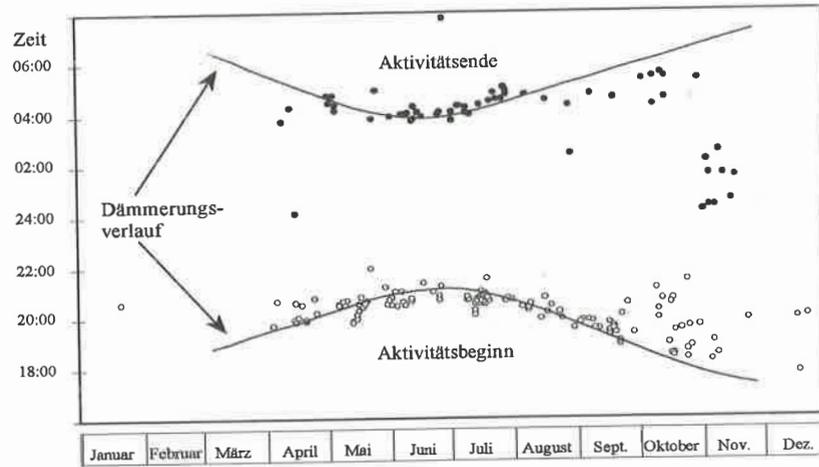


Abb. 2: Beginn (o) und Ende (•) der täglichen Aktivitätsphasen im Jahresverlauf. Die Daten ($n=185$) stammen von 52 verschiedenen Tieren aus den Jahren 1986-1990. Eingezeichnet ist zudem der Verlauf der bürgerlichen Dämmerung (entspricht Sonnenstand -6° oder einer Differenz zu Sonnenuntergang bzw. -aufgang von 30-40 Min.). Zeitangaben in MEZ.

Von April bis September erstreckt sich somit die tägliche Aktivitätsphase der beobachteten Igelpopulation in guter Näherung von der abendlichen bis zur morgendlichen bürgerlichen Dämmerung. In dieser Zeit variiert die so begrenzte Nachtlänge zwischen 6^{45} (21.6.) und 10^{07} (1.4.) bzw. 11^{11} (30.9.) Stunden. Die beobachteten Werte für den Beginn und das Ende der Aktivität streuen beidseitig der Dämmerungskurven im gleichen Ausmass. In Zeitabschnitten mit Nachtlängen von ≤ 8 Stunden liegen der Beginn und das Ende der Aktivität jedoch häufiger vor bzw. nach, bei Nachtlängen von > 8 Stunden häufiger nach bzw. vor dem Zeitpunkt der bürgerlichen Dämmerung (Vorzeichentest, p für Korrelation Aktivitätsende und Nacht > 8 h = 0.057, p für die weiteren Korrelationen < 0.05 ; der Trennwert für die Nachtlängen von 8 Stunden ist abgeleitet von den Punkten auf der linearen Regressionsgeraden $y=ax+b$ (x = Zeitpunkt der bürgerlichen Dämmerung, y = Aktivitätsbeginn/-ende), für welche $x=y$ gilt). Der Beginn und das Ende der Aktivität werden offenbar nicht nur durch den Zeitpunkt der Dämme-

rung bestimmt, sondern möglicherweise auch dadurch, dass eine minimale Dauer der täglichen Aktivitätsphase eingehalten wird.

In den Monaten Oktober bis Dezember sind Beginn und Ende der täglichen Aktivitätsphasen nicht mit dem Dämmerungsverlauf korreliert. Die Aktivitätsphasen der beobachteten Tiere waren in dieser Zeit von ganz unterschiedlicher Dauer, lagen aber auch innerhalb der Dämmerungs- und Nachtstunden. Es konnten längere, 8-10stündige, wie auch kürzere, 1-3stündige Aktivitätsphasen beobachtet werden; z.T. legten die Tiere während ihrer Aktivitätsphase lange Ruhephasen ein, und gelegentlich kamen einzelne Tiere während 1-2 Tagen gar nicht aus ihren Schlafnestern hervor. Vielfach waren die Igel nur in der ersten Nachthälfte unterwegs und suchten zu Beginn der zweiten Nachthälfte, mit dem Absinken der Bodentemperaturen auf 0° C oder tiefer (einsetzende Reifbildung), ihre Schlafnester auf.

Verschiedentlich wurden Igel angetroffen, die auch am Tage ausserhalb ihrer Schlafplätze aktiv waren. So wurden Tiere beobachtet, die bis weit in den Morgen Material für ihr Schlafnest zusammentrugten oder sich erst in der Morgendämmerung - z.B. nach intensiven Brunftaktivitäten - auf den Rückweg zum Tagesschlafplatz begaben. Andere Tiere sonnten sich in den Nachmittagsstunden. Die meisten Beobachtungen tagaktiver Igel betrafen aber Tiere, die Verletzungen aufwiesen oder durch Krankheit geschwächt waren. Solche Tiere wiesen in der Regel einen sehr schlechten Ernährungsstatus auf und waren auch am Tage auf Futtersuche. Von 8 Igeln, die wiederholt tagaktiv angetroffen und schliesslich tot gefunden wurden, wiesen 5 einen ungewöhnlich starken Befall mit Endoparasiten (*Hymenolepis erinacei*, *Brachylaemus erinacei*, *Capillaria* sp.) im Verdauungstrakt auf.

4.3 Paarungszeit

In den beiden vorhergehenden Abschnitten wurden für die untersuchte Igelpopulation im Jahres- und Tagesverlauf zeitlich abgegrenzte Aktivitätsphasen beschrieben. Diese Phasen, in welchen sowohl Weibchen wie Männchen aller Altersklassen aktiv waren, umfassen die Monate April bis Oktober und - begrenzt durch die bürgerliche Dämmerung - die Nachtstunden von 19 Uhr bis 6 Uhr.

Der jahreszeitliche Verlauf der Aktivitäten zeigt ein durch die Paarungszeit bedingtes deutliches Muster. Zwischen 'Paarungszeit' und 'Nicht-Paarungszeit' konnten nicht nur Unterschiede bezüglich der Fortpflanzungsaktivitäten, sondern - insbesondere bei adulten Männchen - auch grosse Unterschiede bezüglich der räumlichen Aktivitäten beobachtet werden. Als nächstes wird deshalb die Paarungszeit zeitlich eingegrenzt.

Die ersten brunftenden Paare wurden Anfang April beobachtet, und ihre Zahl nahm im Verlauf des Monats stark zu. In diese Zeit fiel auch das Ende des Winterschlafes bei den adulten Weibchen. Ende August hörten die Brunftaktivitäten wieder auf. Während der Paarungszeit suchen die Männchen die Weibchen aktiv auf. Grossräumige Wanderungen führen die Männchen in die - ihnen mit der Zeit wohl bekannten - Streifgebiete von Weibchen. Das Auffinden der Weibchen erfolgt dann olfaktorisch, indem die Männchen dem zuvor vom Weibchen zurückgelegten Weg wie auf Schienen gehend nachfolgen. Nur 2-3 m abseits der Spur stehende Tiere werden dabei optisch nicht wahrgenommen, allenfalls lösen Geräusche im Nahbereich gerichtete Reaktionen aus (insbesondere bei abflauendem Brunftverhalten reagieren Männchen auf raschelnde, die Anwesenheit eines weiteren Männchens oder das Weggehen des Weibchens suggerierende Geräusche, indem sie gerichtet herbeieilen). Trifft nun ein Männchen auf ein Weibchen, so setzt ein wenige Minuten bis ganze Nächte dauerndes Werbeverhalten ein: In der Regel umkreist das Männchen das Weibchen. Das Weibchen seinerseits dreht sich dabei so um seine Mittelachse im Kreis herum, dass sein Kopf jeweils gegen das Männchen gerichtet ist und dieses keine Aufreitversuche machen kann. Um die nicht mit Stacheln bewehrte Bauchseite besser gegen Bisswunden, die aus den gelegentlichen Attacken des umbrunfteten Weibchens resultieren können, zu schützen, zieht das Männchen sein Stachelkleid auf der dem Weibchen zugewandten Flanke tief hinunter. Das Weibchen stösst während dem Brunftverhalten rhythmisch Luft durch die Nasenöffnungen aus. Dieses Schnauben ist bis auf ca. 20 m zu hören und erleichtert so das Auffinden brunftender Paare. Ist das Weibchen paarungsbereit, so steht es still und lässt das Männchen aufreiten. Sehr oft beenden die Paare ihr Brunftverhalten aber, ohne dass sie kopulieren. Als Kriterium für die zeitliche Begrenzung der Paarungszeit wird hier die Beobachtung brunftender Tiere verwendet.

Die jahreszeitliche Verteilung der Beobachtungen brunftender Paare ist in Abb. 3 dargestellt. Die Daten (n=159) aus den Jahren 1986-1989 sind zusammengefasst und jeweils für Intervalle von 10 Tagen (1/3 eines Monats) angegeben. Zusätzlich sind die absoluten Beobachtungshäufigkeiten in Relation gesetzt zur jeweiligen Feldarbeitszeit, umgerechnet in Anzahl Beobachtungen je 100 Feldarbeitsstunden.

Alle Brunft-Beobachtungen liegen in der Zeit von Anfang April bis Mitte August, mit einem deutlichen Maximum Ende April/Anfang Mai. Auch zwischen Mitte Juni und Ende Juli war eine erhöhte Anzahl brunftender Paare zu beobachten. Die Werte der einzelnen Jahre variieren, sind in ihrer Tendenz aber miteinander vergleichbar.

Die Paarungszeit der Igel erstreckt sich über mehrere Monate. Paarungen konnten nur selten beobachtet werden, und nicht jede Paarung führt zu einer Trächtigkeit (DEANESLY 1934). Das Intervall zwischen einer sterilen Paarung und der nachfolgenden Ovulation schätzt DEANESLY (1934) aufgrund histologischer Befunde auf 7 bis 10 Tage. Weibchen können nach der erfolgreichen Aufzucht oder nach dem Verlust ihres Wurfes erneut oestrisch werden. So variiert der Anteil paarungsbereiter Weibchen nach einem anfänglichen Maximum Ende/

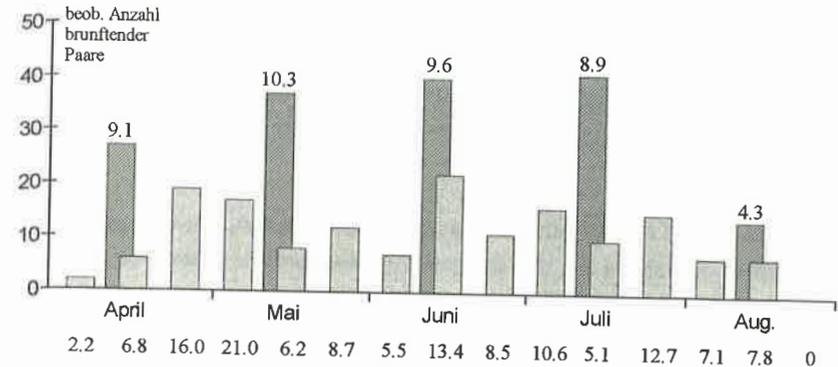


Abb. 3: Anzahl beobachteter Brunft-Paare im Jahresverlauf (alle Angaben der Jahre 1986-1989 zusammengefasst). Die schraffierten Säulen geben die Monatswerte, die punktierten Säulen die Werte für 10-Tages-Intervalle (Drittel eines Monats) an. Über den schraffierten und unter den punktierten Säulen ist die Anzahl der beobachteten Brunft-Paare je 100 Stunden Feldarbeit angegeben.

Anfang Mai im weiteren Verlauf der Paarungszeit. Von 15 sendermarkierten Weibchen sind die Wurfzeiten bekannt, sodass bei der Annahme einer minimalen Trächtigkeitsdauer von rund 35 Tagen (MORRIS 1961, RANSON 1941) der Zeitpunkt der erfolgreichen Paarung bestimmt werden kann. Bei 8 Weibchen musste demnach die Paarung Anfang bis Mitte Mai stattgefunden haben, bei 4 Mitte bis Ende Juni und bei 3 Ende Juli/Anfang August (in zwei Fällen sicher 2. Würfe).

Für die weitere Darstellung der Aktivität wird unterschieden zwischen der Periode *ausserhalb* der Brunft (vor April und nach August) und der *Brunft* (Mai bis Juli). Die beiden Monate mit einsetzenden bzw. ausklingenden Brunftaktivitäten, April und August, werden einer dritten Periode, Periode zu *Beginn* und am *Ende* der Brunft, zugeordnet. Damit soll die Aktivitätsphase im Jahresverlauf bezüglich der Aktivität in möglichst einheitliche Zeitabschnitte unterteilt werden.

4.4 Das Aktivitätsmuster adulter Igel

In den vorangehenden Abschnitten 4.1 bis 4.3 wurde gezeigt, a) dass die Phase, in welcher sowohl Männchen, Weibchen wie auch Jungtiere in der untersuchten Igelpopulation aktiv sind, sich im wesentlichen von April bis Oktober erstreckt, b) dass in dieser Zeit die tageszeitliche

Aktivität zwischen 19 Uhr und 6 Uhr liegt, und c) dass aufgrund der Paarungsaktivitäten drei Phasen (*ausserhalb* Brunft ((März) September, Oktober (November, Dezember)); *Brunftbeginn* und *-ende* (April, August); *Brunft* (Mai-Juli)) unterschieden werden können.

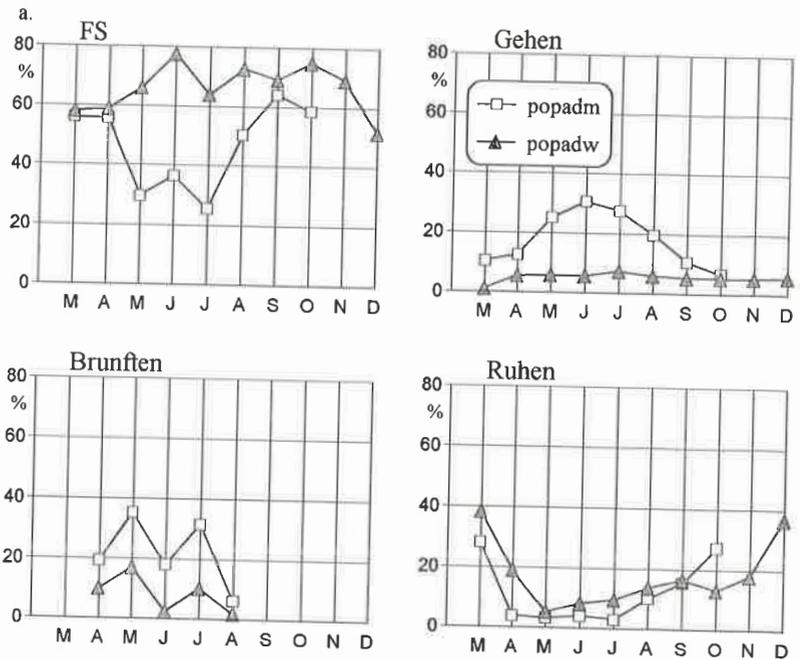
In diesem zeitlichen Raster wird nun das Muster der Aktivität der beobachteten Igel differenziert nach Klassen dargestellt.

Die Daten der adulten Tiere (*popadm* und *-w*) umfassen mehr als 50% aller vorliegenden Aktivitätsangaben und verteilen sich über den ganzen Jahresverlauf. Sie bilden damit eine gute Vergleichsbasis für die Aktivitätsmuster der anderen Gruppen, die nicht auf so umfassenden Datensätzen beruhen.

Die grössten Unterschiede (die Unterschiede im Vergleich der hier auf gepoolten Daten basierenden Werte der adulten Tiere wurden statistisch nicht überprüft) in der Aktivität zwischen adulten Männchen (*popadm* $n_{\text{Aktivität}}=4831$) und Weibchen (*popadm* $n_{\text{Aktivität}}=3810$) betreffen während der Aktivitätsperiode April bis Oktober die Tätigkeiten *Futtersuche* (*FS*), *Gehen* und *Brunften* (vgl. auch Abb. 4b; mit Bezug auf Abb. 4a wurde in Abb. 4b aber die Aktivitätsperiode März-Dezember gewählt). Die Männchen zeigten weniger *FS* (m: 42.8% - w: 68.4%), mehr *Gehen* (m: 21.0% - w: 5.9%) und mehr *Brunften* (m: 18.2% - w: 6.0%). Geringere Unterschiede bestehen bei den Tätigkeiten *Ruhen offen* (m: 3.6% - w: 6.1%), *Ruhen im Nest* (m: 4.0% - w: 6.6%) sowie *FS+Gehen* (m: 4.3% - w: 1.6%). Keine Unterschiede gibt es bei den in geringer Frequenz (1.0-3.3%) aufgetretenen Tätigkeiten *Erkunden/Untersuchen*, *ausser Sicht aktiv* und *restliche Aktivitäten*.

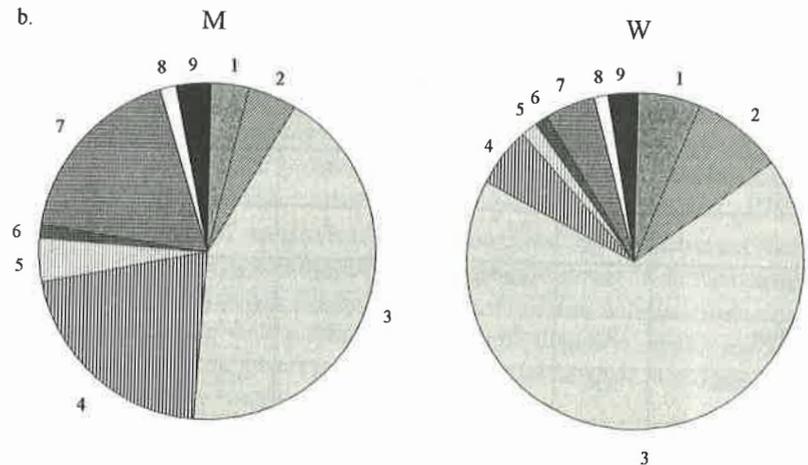
Auf das monatliche Aktivitätsmuster bezogen, sind die Unterschiede in der Aktivität zwischen den Geschlechtern weitgehend in der Brunftzeit lokalisiert (vgl. Abb. 4a). Der monatliche Anteil der Tätigkeit *Gehen* liegt bei den Weibchen über die ganze Aktivitätszeit mit geringen Schwankungen auf einem niederen Wert. Bei den Männchen hingegen - sie suchen während der Paarungszeit die Weibchen auf - ist dieser Wert von Mai bis August deutlich erhöht. Die Aktivität *Brunften* zeigt - bei höheren Werten für die Männchen (vgl. hierzu Kap. 4.7) - bei den beiden Geschlechtern parallel einen zweigipfligen Verlauf mit Spitzen in den Monaten Mai

Abb. 4: a. Monatliches Muster der Aktivitäten *Futtersuche* (*FS*), *Gehen*, *Brunften* und *Ruhen* (*im Nest* und *offen*) adulter Igel (*popadm* und *-w*). Unterhalb der Grafik ist die monatliche Stichprobengrösse angegeben (Männchen: März-Oktober, Weibchen: März-Dezember). b. Zeitliche Anteile der einzelnen Aktivitäten an der gesamten Aktivität (März-Dezember) adulter Igel (Männchen: $n=4919$, Weibchen: $n=4735$). 1=*Ruhen offen*, 2=*Ruhen im Nest*, 3=*FS*, 4=*Gehen*, 5=*FS+Gehen*, 6=*Erkunden*, 7=*Brunften*, 8=*nicht sichtbar aktiv*, 9=*restliche Aktivitäten*.



M: $n= 57/615/699/673/1049/956/532/307$

W: $n= 91/691/404/557/659/442/556/501/679/155$



und Juli. Während die *FS* bei den Weibchen in allen Monaten den grössten Anteil an der Aktivität ausmacht, reduziert sich diese Aktivität bei den Männchen von Mai bis August um jenen Anteil, den diese für *Gehen* und *Brunften* mehr aufwenden als die Weibchen. Bei der Aktivität *Ruhen im Nest* zeichnet sich bei den Weibchen das Ende des Winterschlafes im April bzw. bei den Männchen dessen Beginn im Oktober ab. Mit zunehmender Nachtlänge vergrössert sich zudem der Anteil der Aktivität *Ruhen offen*.

Die Werte der weiteren Tätigkeiten *FS+Gehen*, *Erkunden/Untersuchen*, *ausser Sicht aktiv* und *restliche Aktivitäten* zeigen über die Monate hinweg keine Veränderungen. Die Tätigkeit *FS+Gehen* folgt weder dem Verlauf der Werte von *FS* noch jenem von *Gehen*. Der grösste Wert für diese Aktivität liegt für beide Geschlechter im Monat August (m: 6.1%; w: 4.3%). Gleichfalls im August liegen die grössten Abweichungen für die Werte von *restliche Aktivitäten* (m: 5.1%; w: 0.9%). Bei den Männchen wurde in diesem Monat gehäuft Komfortverhalten (Kratzen) und bei den Weibchen keinerlei Nestbauaktivität beobachtet.

Für die Überprüfung der geschlechtsspezifischen Unterschiede im monatlichen Aktivitätsmuster wurden die individuellen Werte einzelner Tiere verwendet (Tiere mit $n_{\text{Aktivität}} \geq 46/\text{Monat}$; dies entspricht bei einem Datenintervall von 5 Minuten einer minimalen monatlichen Beobachtungsdauer von knapp 4 Stunden). Die Mediane dieser Werte folgen dem gleichen Muster, wie es aufgrund der gepoolten Daten dargestellt wurde. Für die Brunftzeit von April bis August sind die geschlechtsspezifischen Unterschiede in den Aktivitäten *FS*, *Gehen* und *Brunften* in ihrer Mehrzahl statistisch nicht signifikant (vgl. Tab. 7; Mann-Whitney-U-Test).

Tab. 7: Unterschiede in der monatlichen Aktivität zwischen männlichen und weiblichen adulten Igel (popadm und -w). Es wurden nur Werte von Tieren mit $n_{\text{Aktivität}} \geq 46/\text{Monat}$ verwendet. Mann-Whitney-U-Test, $\alpha(\text{zweiseitig}) = 0.05$ (n.s.* : p zwischen 0.05 und 0.06).

Aktivität	Monat	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober
FS		n.s.	n.s.*	n.s.*	s.	s.	n.s.	n.s.
Gehen		s.	n.s.*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Brunften		n.s.	n.s.	n.s.*	n.s.	n.s.	-	-
Ruhen (offen + im Nest)		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Anzahl Tiere	n_m	3	3	4	6	5	4	3
	n_w	7	4	3	6	4	4	4

In Abb. 5 ist das tageszeitliche Muster der Aktivitäten *FS*, *Gehen*, *Brunften* und *Ruhen* dargestellt. Die Daten sind aufgegliedert in die Werte der drei Perioden *ausserhalb* der Brunft (März, September, Oktober), zu *Beginn* und am *Ende* der Brunft (April, August) sowie während der *Brunft* (Mai bis Juli). Die dargestellten Tätigkeiten repräsentieren 88.3 - 93.6% aller in diesen drei Perioden erfassten Aktivitäten.

Im tageszeitlichen Verlauf der Aktivitäten sind in den einzelnen Perioden sich wiederholende Muster erkennbar. Für die Randstunden gilt es zu beachten, dass sie einerseits nur durch kleine, auf wenigen Tieren beruhende Stichproben charakterisiert werden und andererseits sich in ihnen die mit dem Dämmerungsverlauf variierende zeitliche Begrenzung der Aktivität abzeichnen kann.

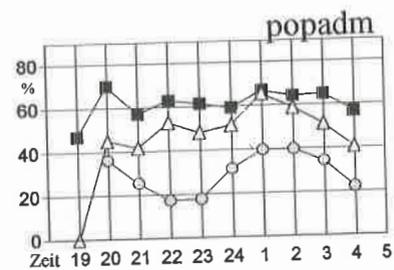
Die Aktivität *Ruhen* wird hier differenziert in *Ruhen offen* und *Ruhen im Nest* betrachtet, denn in der Wahl des Ruheplatzes liegt auch ein Hinweis auf räumliche Nutzungsmuster.

Der Anteil *Ruhen* ist in der Periode *ausserhalb* der Brunft am grössten. In dieser Zeit sind die Nächte länger als in den anderen beiden Perioden. Der bei beiden Geschlechtern in fast allen Nachtstunden hohe Anteil an *Ruhen im Nest* ist auch darauf zurückzuführen, dass in dieser Periode sich Winterschlafaktivitäten noch oder bereits wieder bemerkbar machen, und dass einzelne Tiere wohl unter dem Einfluss der Witterung ihre Aktivitäten ausserhalb des Nestes z.T. erst spät begannen oder schon früh wieder beendeten (vgl. auch Abb. 2).

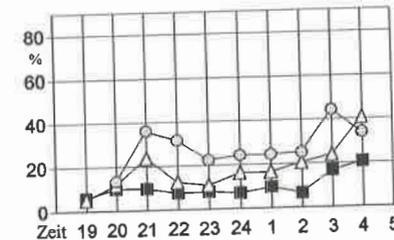
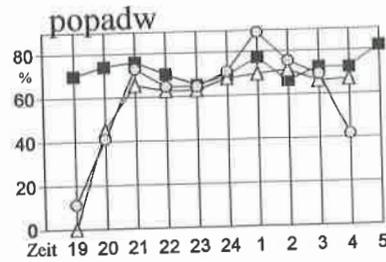
Auch in der Periode zu *Beginn* und am *Ende* der Brunft tragen vom Winterschlaf beeinflusste Werte aus dem Monat April bei den Weibchen zum mitternächtlichen Maximum von *Ruhen im Nest* bei (einzelne Tiere sind ausserhalb des Nestes noch nicht oder nur während einem Teil der Nacht aktiv). Die mitternächtlichen Ruhepausen sind jedoch nicht derart ausgeprägt, als dass sie die nächtliche Aktivitätsperiode klar in verschiedene Aktivitätsphasen unterteilen würden.

Vereinfacht dargestellt sieht das nächtliche Aktivitätsmuster während der *Brunft* folgendermassen aus. Nach dem Verlassen des Tagesschlafplatzes widmen sich die Männchen zuerst der Nahrungsaufnahme (*FS*). Dann begeben sie sich auf die Suche nach Weibchen (*Gehen*). Die Brunftaktivitäten erreichen vor Mitternacht ihren Höhepunkt (*Brunften*). Anschliessend wenden sich die Männchen wiederum vermehrt der Nahrungsaufnahme zu (*FS*), und gegen Ende der Nacht suchen sie, z.T. aus grösseren Entfernungen, ihren Tagesschlafplatz auf (*Gehen*). Die Weibchen nutzen den Aufenthalt ausserhalb des Tagesschlafplatzes für die Nahrungssuche. Sie legen auch ihre Wegstrecken futtersuchend zurück (*FS*). Diese Aktivität unterbrechen sie in der ersten Nachthälfte, wenn ein Männchen auf sie trifft (*Brunften*), und für eine kürzere Ruhepause um Mitternacht. Diese Ruhepause verbringen auch säugende Weibchen ausserhalb ihres Nestes am Ort ihrer Futtersuche (*Ruhen offen*).

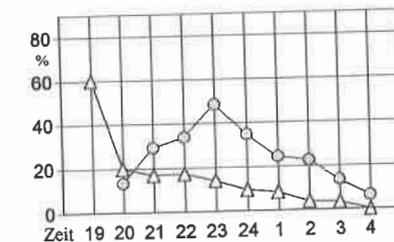
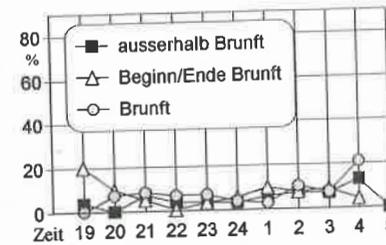
Ausserhalb der Brunftzeit sind die Männchen wie die Weibchen die ganze Nacht vorwiegend mit der Nahrungssuche beschäftigt (*FS*). Um Mitternacht legen sie vermehrt Ruhepausen ein, die von den Weibchen vorwiegend ausserhalb der Nester verbracht wird, währenddem sich die



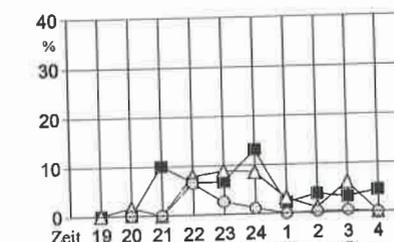
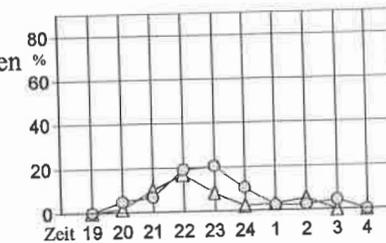
FS



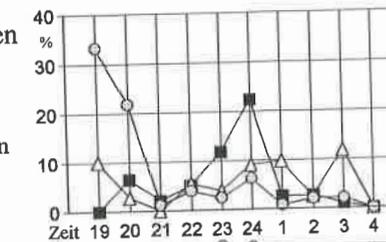
Gehen



Brunften



Ruhen

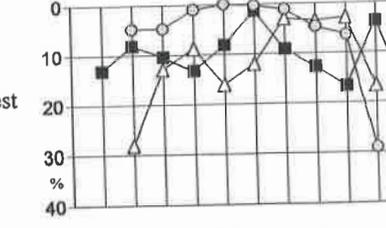
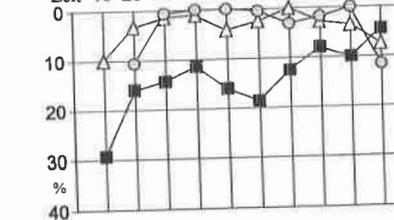


offen

↑

↓

im Nest



n= 17 50 70/105/150/183/136/75/ 60/ 44
20 60/130/191/245/314/285/186/113/27
75/150/275/392/401/389/391/242/95

a. Brunft n= 53 62 96 98/195/214/153/110/102/54/ 11
B/E Brunft 10 71/101/204/199/175/165/115/68/24
Brunft 18/124/165/201/236/304/258/192/94/24

nur noch kleinräumig bewegenden Männchen hierfür in die z.T. aktuell genutzten Tagesschlafnester oder in früher einmal als solche genutzten Nester zurückziehen.

Die Anteile, die die Aktivitäten *FS* und *Gehen* in den drei Perioden *ausserhalb*, zu *Beginn/Ende* sowie während der *Brunft* jeweils einnehmen, wurden getrennt nach Geschlecht auf Unterschiede zwischen diesen Perioden getestet. Dazu wurden die Werte einzelner Individuen verwendet (Tiere mit $n_{Aktivität} \geq 46$ /je berücksichtigter Periode; $n_{Tiere}=5 - 8$; Man-Whitney-U-Test, $\alpha=0.05$). Die Werte für *FS* und *Gehen* unterscheiden sich bei den Weibchen zwischen den Perioden nicht. Bei den Männchen ist in der Periode während der *Brunft* der Anteil *FS* kleiner als in den Perioden zu *Beginn/Ende* sowie *ausserhalb* der Brunft. Der Anteil *Gehen* ist bei den Männchen in den Perioden während der *Brunft* sowie zu *Beginn/Ende* der Brunft grösser als in der Periode *ausserhalb* der Brunft.

4.5 Das Aktivitätsmuster juveniler Igel (*popjuv*, *handjuv*)

Junge Igel waren bis zum Alter von rund 41 ± 6 Tagen ($n=11$) zusammen mit ihrer Mutter im gleichen Nest und wurden wahrscheinlich auch so lange gesäugt. Danach brach der Kontakt zwischen dem Muttertier und den Jungen gänzlich ab. Im Alter von 3-4 Wochen verliessen die Jungtiere - unabhängig von der Anwesenheit und jeweiligen Tätigkeit ihrer Mutter - erstmals ihr Geburtsnest, unternahmen erste kleinere Exkursionen in der näheren Nestumgebung und begannen auch schon damit, Nahrung zu bearbeiten. Ausser in unmittelbarer Nähe des Nestes - und auch das nur sehr selten - wurden Jungtiere nie zusammen mit ihrer Mutter unterwegs angetroffen. Während sie noch gesäugt werden, erkunden Jungtiere bereits ihre Umgebung und beginnen sie mit der Nahrungssuche, ohne dass sie dabei von ihrer Mutter begleitet werden. Jungtiere besuchen z.T. schon regelmässig Futterstellen für Haustiere und finden von ihren Ausflügen, die in der ersten Zeit noch nicht die ganze nächtliche Aktivitätsphase einnehmen, jeweils ins Jungennest zurück.

So haben freilebend aufgewachsene Jungtiere beim Erreichen ihrer vollen Selbständigkeit gegenüber handaufgezogenen Artgenossen den Vorteil, dass sie bereits Wissen über räumliche Gegebenheiten ihres Lebensraumes erworben haben. In der Aktivität wäre demnach zwischen wildlebend aufgewachsenen (*popjuv*) und nach Handaufzucht ausgewilderten (*handjuv*) Jung

Abb. 5: Tageszeitliches Muster der Aktivitäten *Futtersuche (FS)*, *Gehen*, *Brunften* und *Ruhen* *offen/im Nest* adulter Igel (*popadm* und *-w*). Die Daten sind aufgeteilt in die Perioden *ausserhalb*, *Beginn/Ende* und *während* der *Brunft*. Die Stichprobengrößen für die einzelnen Perioden und Stunden sind unterhalb der Grafik angegeben.

tieren ein Unterschied bei den Elementen *FS* (Kenntnis potentieller Futterplätze und dadurch bei geringerem Suchaufwand mehr Zeit für Nahrungsaufnahme: *popjuv* mehr *FS*, dafür weniger *Gehen*), *Gehen* (Aufbau der räumlichen Orientierung: *handjuv* mehr *Gehen*, dafür weniger *FS*) und *Erkunden/Untersuchen* (z.B. Kenntnis potentieller Schlafplätze: *handjuv* mehr *Erkunden/Untersuchen*, dafür weniger *FS*) zu erwarten.

Die handaufgezogenen und noch im gleichen Jahr freigelassenen Jungtiere wurden im September (n=1) und im letzten Drittel Oktober (n=3) ausgewildert. Die vorliegende Datenbasis für einen Vergleich der Aktivität von *popjuv* und *handjuv* ist schmal und umfasst nur Werte für die Monate Oktober bis Dezember.

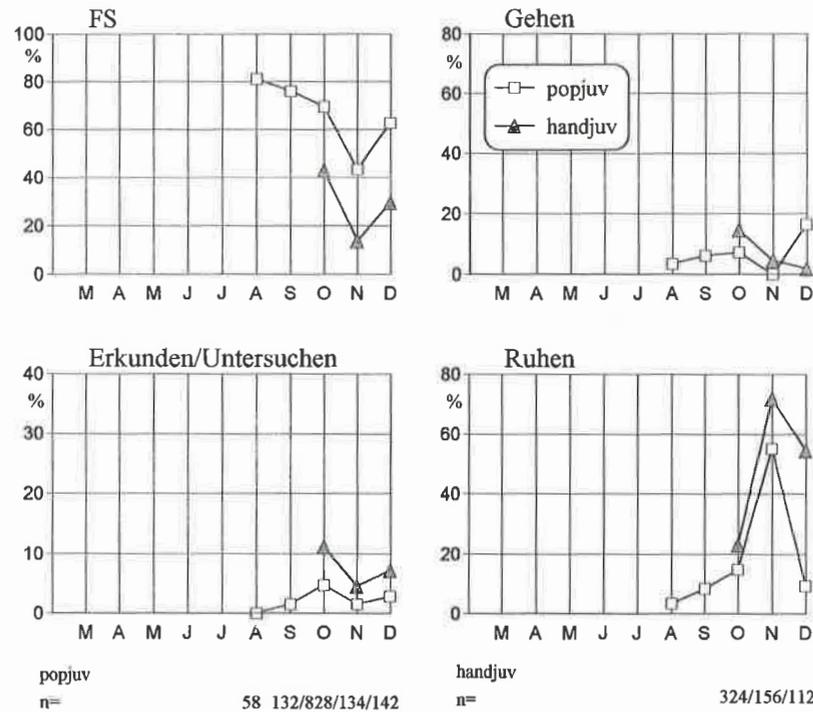


Abb. 6: Monatliches Muster der Aktivitäten *Futtersuche (FS)*, *Gehen*, *Erkunden/Untersuchen* und *Ruhen (offen und im Nest)* juveniler Igel (*popjuv* und *handjuv*). Die monatliche Stichprobengröße ist unterhalb der Grafik angegeben.

Der monatliche Verlauf der Aktivitäten *FS*, *Gehen* und *Erkunden/Untersuchen* (vgl. Abb. 6) stimmt tendenziell mit den eben formulierten Erwartungen überein. Im Oktober sind die Werte

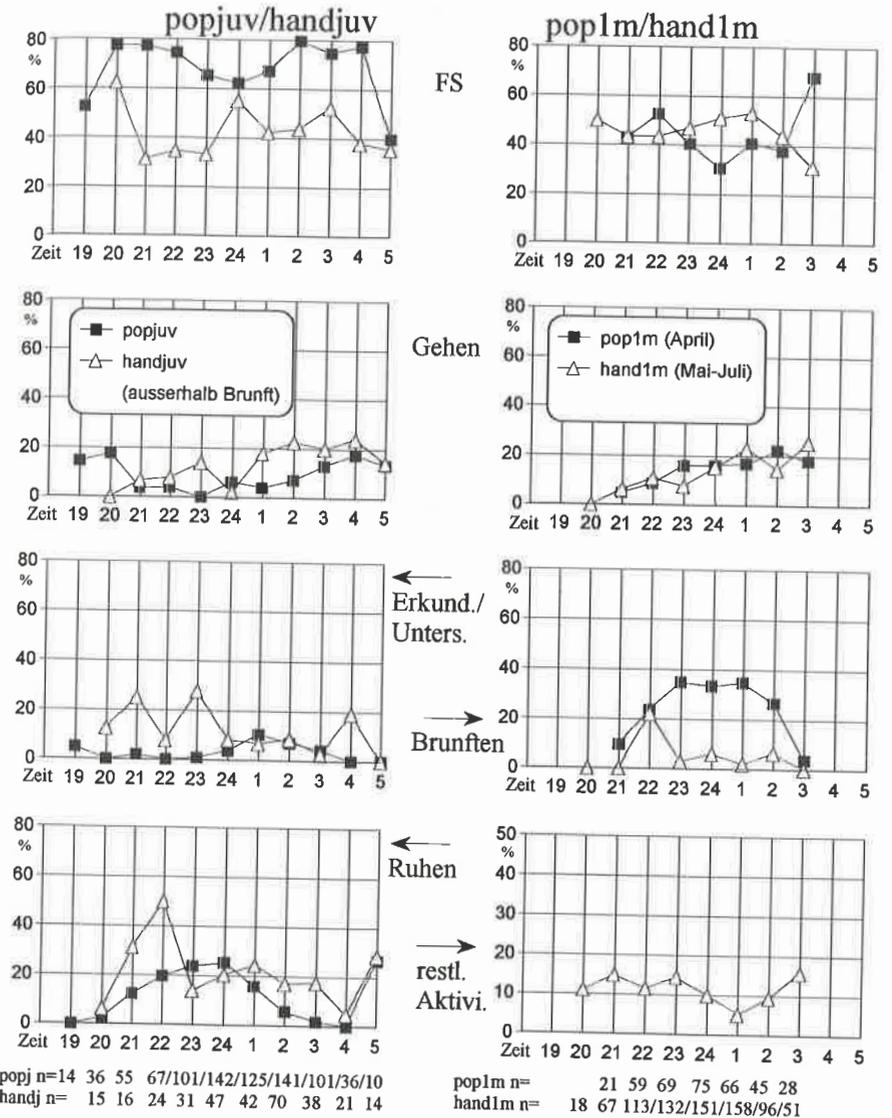


Abb. 7: Tageszeitliches Muster der Aktivitäten *Futtersuche (FS)*, *Gehen*, *Erkunden/Untersuchen* und *Ruhen (offen und im Nest)* juveniler Igel (*popjuv* und *handjuv*) im Monat Oktober sowie der Aktivitäten *FS*, *Gehen*, *Brunften* und *restliche Aktivitäten* einjähriger Igel Männchen (*pop1m* und *hand1m*). Die Stichprobengrößen für die einzelnen Gruppen und Stunden sind unterhalb der Grafik angegeben.

von *handjuv* für *FS* kleiner und für *Gehen*, *Erkunden/Untersuchen* und *Ruhen* grösser als bei *popjuv*. In den Werten der Monate November (wenig *FS* und *Gehen*, viel *Ruhen*) und Dezember (viel *FS* und *Gehen* (*popjuv*) und weniger *Ruhen*) bildet sich der Umstand ab, dass ein Teil der Jungtiere Ende Oktober/Anfang November den Winterschlaf begann, andere Jungtiere aber bis Ende Dezember aktiv waren.

Einzig für den Monat Oktober können Einzelwerte handaufgezogener ($n=4$) mit solchen freilebender Jungtiere ($n=5$; für alle Tiere $n_{\text{Aktivität}} \geq 46$) verglichen werden. Die Unterschiede in den Aktivitäten *FS* (*popjuv*>*handjuv*) und *Gehen* (*handjuv*>*popjuv*) sind signifikant (Mann-Whitney-U-Test, $\alpha=0.05$; $p(\text{einseitig}) < 0.02$). Der Unterschied in der Aktivität *Erkunden/Untersuchen* ist knapp nicht signifikant ($p(\text{einseitig}) = 0.056$), und kein Unterschied besteht bei der Aktivität *Ruhen*.

Das tageszeitliche Aktivitätsmuster von *popjuv* für Oktober (Abb. 7, linke Hälfte) gleicht dem entsprechenden Muster adulter Weibchen (Abb. 5). Während der ganzen Nacht sind die Jungtiere vorwiegend auf Nahrungssuche (*FS*). Nach einer Ruhepause vor und um Mitternacht gehen sie vermehrt und erhöhen ihre Futtersuch-Aktivitäten.

4.6 Das Aktivitätsmuster einjähriger Igel (*pop1*, *hand1*)

Einige Autoren (BERTHOUD 1982, KRISTIANSSON 1984, REEVE 1982) unterscheiden nebst juvenilen und adulten auch subadulte Igel, wobei sie offen lassen, welche Kriterien sie dieser Einteilung zugrunde legen. Als subadult bezeichnen diese Autoren einjährige Tiere zwischen deren 1. und 2. Winterschlaf.

Gemäss morphologischen Untersuchungen (ALLANSON 1934, DEANESLY 1934) erreichen Igel mit 9-10 Monaten ihre Geschlechtsreife; unter Gefangenschaftsbedingungen können Weibchen noch früher geschlechtsreif werden (LIENHARDT 1979). Während BERTHOUD (1982) bei einjährigen Weibchen in der Westschweiz keine Reproduktion nachweisen konnte, hatten in der vorliegenden Untersuchung mindestens 50% der sendermarkierten Weibchen in diesem Alter ($n=18$) Junge oder waren trächtig. BERTHOUD hat in seinem Untersuchungsgebiet das Reproduktionsverhalten der einjährigen Weibchen wohl nur unvollständig erfasst, da er nur wenige Tiere dieser Altersgruppe und diese jeweils nur über kürzere Zeiträume (ca. 3 Wochen) intensiv mit Hilfe der Telemetrie beobachtet hat. Auch birgt die von diesem Autor angewandte Methode der Altersbestimmung eine grössere Unsicherheit in der Auftrennung einjähriger und mehrjähriger Tiere. In der von KRISTIANSSON (1984) in Südschweden untersuchten Igelpopulation hatten die Weibchen erstmals nach ihrem zweiten Winterschlaf Junge. KRISTIANSSON führt dies auf den Umstand zurück, dass die Weibchen wegen der kurzen sommerlichen Wachzeit erst dann das für eine Reproduktion notwendige Gewicht er-

reichen. Eine Zunahme des Körpergewichtes bis zur zweiten Überwinterung wurde auch in einer Untersuchung aus England dokumentiert (DICKMAN 1988), wobei in England für Weibchen eine erstmalige Reproduktion nach der ersten Überwinterung nachgewiesen wurde (DEANESLY 1934). Der Terminus *subadult* wird, da er nicht klar definiert ist, in der vorliegenden Arbeit nicht verwendet.

Handaufgezogene und in menschlicher Obhut überwinterte Igel (*hand1m* und *-w*) stellen zum Zeitpunkt ihrer Auswilderung eine Gruppe gleichaltriger Tiere dar. Ihre Aktivitäten werden mit den Aktivitäten der entsprechenden Altersgruppe einjähriger Tiere aus der Population (*pop1m* und *-w*) verglichen. Als weitere Vergleichsbasis dienen die Werte der adulten Igel (*popadm* und *-w*).

Die Auswilderung der *hand1*-Tiere erfolgte - nach einem Aufenthalt in einem Freigehege und je nach Verfügbarkeit der Sender - in den Monaten Mai, Juni und Juli. Zu diesem Zeitpunkt waren die gleichaltrigen, wildlebenden Artgenossen schon seit 1-3 Monaten aktiv. Diese konnten bereits ihre Kenntnisse über räumliche Gegebenheiten, wie z.B. das aktuelle Angebot an geeigneten Futter- und Schlafplätzen, erweitern oder - falls sie zugewandert waren - mit dem Aufbau dieser Kenntnisse beginnen. Die Männchen hatten auch bereits Gelegenheit, die Aufenthaltsräume der Weibchen zu lokalisieren. So besuchten nebst adulten auch *pop1*-Männchen immer wieder die Freigehege, in welchen die auszuwildernden Tiere auf ihre Freilassung vorbereitet wurden.

Die *hand1*-Tiere wurden, wie in der Praxis üblich, nicht am ursprünglichen Fundort freigelassen. Diese Tiere konnten folglich je nach Alter, in welchem sie in Pflege genommen wurden, vorgängig keine Kenntnisse über räumliche Gegebenheiten ihres Lebensraumes erwerben, oder, falls sie solche bereits erworben hatten, nachfolgend am Freilassungsort nicht nutzen. Unterschiede sind deshalb in den Aktivitätsmustern der Weibchen (*pop1w*, *hand1w*) wiederum zu erwarten bei den Tätigkeiten *FS* (Kenntnis potentieller Futterplätze und dadurch bei geringerem Suchaufwand mehr Zeit für Nahrungsaufnahme: *pop1w*>*hand1w*), *Gehen* (Aufbau der räumlichen Orientierung: *pop1w*<*hand1w*) und *Erkunden/Untersuchen* (z.B. Kenntnis potentieller Schlafplätze: *hand1w*>*pop1w*). Bei den Männchen (*pop1m*, *hand1m*) sind Unterschiede im Aktivitätsmuster bezüglich *Erkunden/Untersuchen* (z.B. Kenntnis potentieller Schlafplätze: *hand1m*>*pop1m*) und *Brunften* (Kenntnisse über Aufenthaltsräume von Weibchen: *pop1m*>*hand1m*) zu erwarten. Bei den Tätigkeiten *Gehen* und *FS* hingegen ist es denkbar, dass sowohl *hand1m* wie auch *pop1m* mehr *Gehen* und weniger *FS* zeigen: *Hand1m*, weil sie ihre räumliche Orientierung (z.B. Kenntnis potentieller Futterplätze) zunächst aufbauen müssen (*Gehen*: *hand1m*>*pop1m*) und daher weniger Zeit für die Nahrungsaufnahme haben (*FS*: *hand1m*<*pop1m*), und *pop1m*, weil sie während der Paarungszeit dank ihrer Kenntnisse der Aufenthaltsräume vermehrt Weibchen aufsuchen (*Gehen*: *pop1m*>*hand1m*) und diese umbrunften, dafür aber weniger Zeit für die Futtersuche aufwenden (*FS*: *pop1m*<*hand1m*).

4.6.1 Einjährige Männchen (*pop1m* und *hand1m*)

Die Datenbasis für den Vergleich der Aktivitäten von *pop1m* und *hand1m* ist schmal und lückenhaft, da viele dieser Tiere während der Beobachtungsphase starben (*pop1m* $n=4$: 2 getötet, 1 gestorben; *hand1m* $n=7$: 1 getötet, 4 gestorben, 2 vorzeitig Sender verloren). Daher ist kein statistischer Vergleich der Werte dieser beiden Gruppen möglich. Die Beobachtungszeiträume der beiden Gruppen überlappen sich zudem nur knapp.

Die monatlichen Werte der Aktivitäten von *pop1m* (vgl. Abb. 8) liegen weitgehend im Bereich der Werte von *popadm* (vgl. Abb. 4a). Ausnahmen finden sich bei *Erkunden/Untersuchen*, wo die Werte zu Beginn und gegen Ende der Aktivitätsperiode etwas höher sind, sowie im Monat Juli. Im Juli (kleine Stichprobe) wurde - wie *ausserhalb* der Brunftperiode - kein *Brunften*, wenig *Gehen*, viel *FS* und viel *restliche Aktivitäten* (19.3%) beobachtet. Die *restlichen Aktivitäten* umfassten vor allem ein brunftähnliches Verhalten, in welches ein *pop1* und ein adultes Männchen involviert waren (siehe unten).

Bei den Aktivitäten von *hand1m* (vgl. Abb. 8) steht dem tiefen Wert für *FS* im Mai nicht ein hoher Wert für *Brunften* gegenüber, wie dies bei *pop1m* und *popadm* (vgl. Abb. 4) der Fall ist, sondern ein höherer Wert für *Gehen* (16.1%). Zudem sind bei *hand1m* die Aktivitäten *Erkunden/Untersuchen* (8.6%) und *restliche Aktivitäten* (21.8%) erhöht. Bei den *restlichen Aktivitäten* treten dabei zwei Tätigkeiten besonders hervor.

Eine dieser Tätigkeiten ist das Selbstbespeicheln, ein Verhalten, das bei freilebenden Igel nur selten beobachtet werden konnte, das bei in Gefangenschaft gehaltenen Tieren aber relativ leicht durch ungewohnte, markante Duftstoffe (z.B. Leder, Teer) ausgelöst werden kann. Beim Selbstbespeicheln erzeugen die Igel mit Kaubewegungen schaumigen Speichel, den sie mit der Zunge auf die Rückenstacheln befördern. Über die Bedeutung dieses Verhaltens gibt es unterschiedliche Ansichten (HERTER 1938, LINDEMANN 1951, PODUSCHKA & FIRBAS 1969, BROCKIE 1976). Auch Tiere der Gruppe *handjuv* haben dieses Verhalten häufiger gezeigt als Tiere der Gruppe *popjuv*.

Die andere Tätigkeit geht weitgehend dem Brunftverhalten (vgl. Kap. 4.3), bei welchem das sich um seine eigene Mittelachse drehende Weibchen vom Männchen umkreist wird, nur dass in diesem Fall ein Männchen im Zentrum dieses Kreises steht. Bei einer solchen Konstellation wurden viermal einjährige (3 *hand1m*, 1 *pop1m*) und viermal juvenile Männchen (*popjuv*) jeweils von adulten Männchen umkreist. Alle diese Ereignisse fanden während der Brunftzeit statt. Während dieser Zeit begegneten sich adulte Männchen aggressiv.

Die bei *hand1m* zwischen Juli und September zunehmenden Werte für *Ruhen* und abnehmenden Werte für *Gehen* spiegeln den Umstand wieder, dass die zu dieser Zeit beobachteten Tiere erkrankten und immer längere Ruhepausen einlegten.

Die 1-jährigen Männchen beteiligten sich nur in der 1. Hälfte der Brunftperiode an den Brunftaktivitäten.

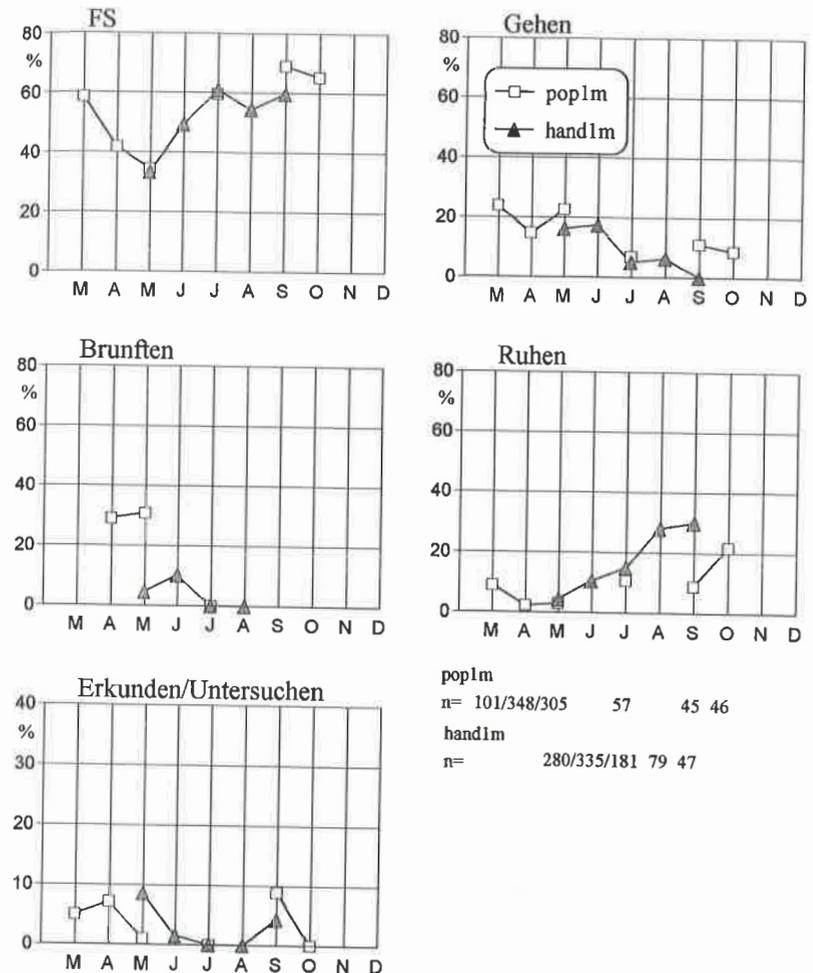


Abb. 8: Monatliches Muster der Aktivitäten *Futtersuche (FS)*, *Gehen*, *Brunften*, *Ruhen (offen und im Nest)* sowie *Erkunden/Untersuchen* einjähriger Igel Männchen (*pop1m* und *hand1m*). Auf der rechten Seite ist unterhalb der Grafik für die beiden Gruppen die monatliche Stichprobengröße angegeben.

In Abb. 7, rechte Hälfte, ist für *pop1m* und *hand1m* das Muster der tageszeitlichen Aktivität dargestellt. Im Vergleich zum entsprechenden Aktivitätsverlauf bei *popadm* (vgl. Abb. 5) haben bei *pop1m* die Brunftaktivitäten in der Periode zu *Beginn* der Brunft (April) ihren Schwer-

punkt nicht in der ersten Nachthälfte, sondern sie erreichen - verteilt über beide Nachthälften - während mehrerer Stunden höhere Werte. Der Anteil von *restliche Aktivitäten* ist bei *handlw* im Vergleich zu *popadm* in allen Nachtstunden grösser (*handlw*: 5.1-15.7%; *popadm*: 1.0-7.3%).

4.6.2 Einjährige Weibchen (*poplw* und *handlw*)

Für einen Vergleich der Aktivitäten von *poplw* und *handlw* stehen aus der ganzen Aktivitätsphase Daten zur Verfügung. Auch in diesen Gruppen starben mehrere Tiere während der Beobachtungsphase (*poplw* n=6: 1 getötet, 1 gestorben; *handlw* n=11: 1 getötet, 4 gestorben, 1 vorzeitig Sender verloren).

Die Muster im monatlichen Verlauf der Aktivitäten von *poplw* und *handlw* (vgl. Abb. 9) sind einander ähnlich. Unterschiede finden sich in der Höhe der Anteile einzelner Aktivitäten. *Popadm* (vgl. Abb. 4) hat im Vergleich zu *poplw* und *handlw* weniger stark variierende Werte für *FS* und *Gehen* und eine andere Verteilung der Werte für *Brunften*. Die breite eingipflige Verteilung der Werte für *Brunften* bei *poplw* und *handlw* deutet möglicherweise darauf hin, dass im Gegensatz zu adulten Weibchen einjährige Weibchen höchstens einen Wurf haben, und dass sich bei dieser Gruppe der Beginn einer allfälligen Trächtigkeit zeitlich über eine längere Periode verteilt.

Zumindest tendenzielle Unterschiede bestehen zwischen *poplw* und *handlw* in der Grösse der Werte für *FS*, *Gehen* und *Erkunden/Untersuchen* in den an die Auswilderung der *handlw*-Tiere anschliessenden Monaten. Diese Unterschiede sind erklärbar mit der anfänglich unterschiedlichen Vertrautheit der *poplw*- und *handlw*-Tiere mit ihrem Lebensraum.

Die Werte für die Tätigkeit *restliche Aktivitäten* variieren stark (*poplw*: 0.7-7.1%; *handlw*: 0-10.1%). Zu hohen Werten tragen hier vorallem Nestbauaktivitäten bei. Das Selbstbespicheln wurde in beiden Gruppen gleich häufig beobachtet, wobei in der Gruppe *handlw* 9 von 10 Beobachtungen in den auf die Freilassung folgenden Monaten Mai und Juni lagen. Im September und Oktober waren Tiere der Gruppe *handlw* vermehrt an für den Beobachter nicht einseharen Orten des Siedlungsgebietes aktiv (Anteil *ausser Sicht aktiv*: 8.3%, bzw. 7.8%).

Der tageszeitliche Verlauf der Aktivitäten zeigt bei *poplw* und *handlw* (vgl. Abb. 10) ein wohl in der Tendenz ähnliches, aber nicht so klares Muster wie bei *popadm* (vgl. Abb. 5). Die Werte der drei unterschiedenen Perioden variieren in einem stärkeren Ausmass.

Im Gegensatz zu *poplw* und *popadm* verbringen *handlw*-Weibchen in der Periode der *Brunft* - in diese Periode fällt ihre Auswilderung - ihre gleichmässig über die Nachtstunden verteilten Ruhephasen vorwiegend im Nest. Während der Brunftperiode steht dabei die Isolationswirkung des Nestes sicherlich nicht im Vordergrund. Dieses *Ruhen im Nest* kann mit einem be-

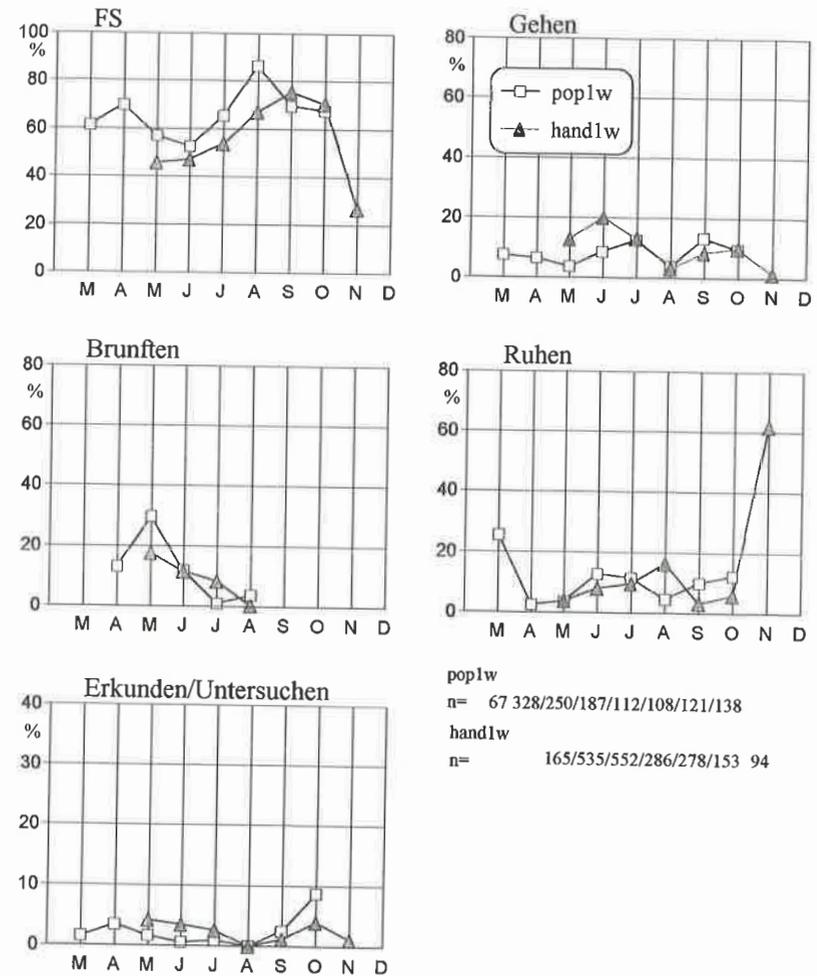


Abb. 9: Monatliches Muster der Aktivitäten *Futtersuche (FS)*, *Gehen*, *Brunften*, *Ruhen (offen und im Nest)* sowie *Erkunden/Untersuchen* einjähriger Igelweibchen (*poplw* und *handlw*). Auf der rechten Seite ist unterhalb der Grafik für beide Gruppen die monatliche Stichprobengrösse angegeben.

sonderen Raumverhalten zu tun haben (gezielte Rückkehr ins Nest für Ruhephasen; räumliches Bewegungsmuster so, dass Tier immer wieder in der Nähe des Nestes vorbeikommt), weist

4.7 Diskussion

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigen, dass die adulten Männchen und Weibchen der untersuchten Population im Jahresverlauf deutlich unterschiedliche, geschlechtsspezifische Aktivitätsmuster haben. Diese Unterschiede in der Aktivität sind zeitlich gegliedert durch die Perioden während und ausserhalb der Brunft sowie durch die Begrenzung des Winterschlafes. Die Aktivitätsmuster können etwa folgendermassen dargestellt und interpretiert werden:

Im Frühjahr erwachen Mitte März als erste - rund vier Wochen vor den Weibchen - die Männchen aus dem Winterschlaf (Tab. 5). Anfänglich beschäftigen sie sich vorwiegend mit Futtersuche (Abb. 4), wodurch sie die während des Winterschlafes abgebauten Fettreserven wieder ergänzen und für die Zeit der Brunft etwas aufbauen können. Mitte April verlassen die Weibchen ihre Winterschlafnester. Die Männchen ihrerseits, immer noch stark mit Futtersuche beschäftigt, beginnen damit, ihre nächtlichen Streifzüge etwas auszudehnen (Abb. 12) und so die Aufenthaltsräume der zerstreut im Gebiet lebenden Weibchen zu lokalisieren. Die einzelnen Weibchen suchen sie dann während der Paarungszeit tatsächlich auch wiederholt auf (vgl. Kap. 6.1). Im April beginnt die Brunftzeit, die bis August andauert (Abb. 3). In der intensivsten Periode der Brunft, von Mai bis Juli, sind die Männchen räumlich sehr aktiv, was sich am erhöhten Anteil der Aktivität *Gehen* (Abb. 4) sowie an der Grösse der Aktionsräume (Tab. 17) und der nächtlich zurückgelegten Wegstrecken und Aktionsradien (Abb. 12) ablesen lässt. Sie suchen grossräumig die Weibchen auf und brunften intensiv. In dieser Zeit verwenden sie weniger Zeit für die Futtersuche und zehren von ihren Reserven. Der Verlauf der Gewichtskurve erreicht einen tiefen Stand, das Körpergewicht ist unter Umständen sogar niedriger als am Ende des Winterschlafes (REEVE 1981, KRISTIANSSON 1984; eigene Beobachtungen). Die räumliche Aktivität der Weibchen verändert sich während der Fortpflanzungszeit nicht. Auch der Gewichtsverlauf unterliegt nur geringen Schwankungen (KRISTIANSSON 1984; eigene Beobachtungen). Im August klingen die Brunftaktivitäten ab. Die Männchen schränken ihre räumlichen Aktivitäten ein und beginnen wieder vermehrt, Futter zu suchen. Im September und Oktober unterscheiden sich die Männchen und Weibchen in der Aktivität *Futtersuchen* und in ihren räumlichen Aktivitäten nicht mehr. Die Männchen nehmen wieder an Gewicht zu, und der Verlauf der Gewichtskurve erreicht vor dem Winterschlafbeginn seinen höchsten Stand (REEVE 1981, KRISTIANSSON 1984; eigene Beobachtungen). Diese im Herbst angelegten Fettreserven dienen nicht nur zur Überbrückung des Winters, sie sind auch Teil der Reserven, die für die nächste Paarungszeit zur Verfügung stehen werden. Mitte bis Ende Oktober beginnen die Männchen, wiederum als erste Tiere der Population, ihren Winterschlaf.

Die Weibchen sind das ganze Jahr über intensiv und zeitlich mehr mit Futtersuche beschäftigt als die Männchen (Abb. 4b). Im Frühjahr ergänzen sie zunächst die während des Winterschlafes aufgezehrten Fettreserven, dann haben sie während der Trächtigkeit und der Säugezeit der Jungen einen erhöhten Energiebedarf, und im Herbst müssen sie sich wiederum Fettreserven

für den gegen Ende November beginnenden Winterschlaf anlegen. Der Winterschlaf dauert bei den Männchen und den Weibchen gleich lang, nur der Beginn und das Ende liegen zeitlich verschoben.

Die Aktivitätsmuster der einjährigen Igel (Abb. 8 und 9) sind - wenn auch z.T. nur lückenhaft erfasst - in ihrem Verlauf jenen der adulten Tiere weitgehend ähnlich. Einjährige Männchen wie Weibchen beteiligen sich bereits, aber in geringerem Ausmass als die adulten Tiere, an den Fortpflanzungsaktivitäten. Zu den räumlichen Aktivitäten dieser Tiere gehören auch Wanderbewegungen.

Das Aktivitätsmuster freilebender Igel wurde bisher nicht umfassend untersucht. Die Ergebnisse aus anderen Arbeiten über Igel liegen vielfach nicht gesondert nach Alter, Geschlecht oder in Abhängigkeit der Paarungsaktivitäten vor und können somit nur in Teilaspekten mit den hier dargestellten Aktivitätsmustern verglichen werden.

In der vorliegenden Arbeit wurden zwischen männlichen und weiblichen Igel zeitliche Unterschiede im Beginn und Ende des Winterschlafes festgestellt. Entsprechende indirekte Hinweise auf solche Unterschiede finden sich bei verschiedenen Autoren. PARKES & BROCKIE (1977) beobachteten in Neuseeland ausgangs Winter bis zu dreimal häufiger aktive Männchen als Weibchen. REEVE (1981) fing im Frühjahr die ersten Weibchen 4 bis 9 Wochen später als die ersten Männchen. Die ersten überfahrenen adulten Männchen registrierte BERTHOUD (1980) in einer Studie zur Strassenmortalität von Igel einen Monat früher als die ersten adulten Weibchen. Da Männchen - früher als Weibchen - am Ende der Paarungszeit bereits wieder an Gewicht zunehmen, gehen BRINCK & LÖFQUIST (1973, zit. in ESSER 1982) davon aus, dass Männchen auch früher als Weibchen in den Winterschlaf gehen. Im gleichen Sinne interpretiert MORRIS (1969, zit. in REEVE 1981) den Umstand, dass er im Herbst rund dreimal weniger adulte Männchen als Weibchen fangen konnte.

Zwei Vorteile können für die Männchen aus der früheren Beendigung ihres Winterschlafes abgeleitet werden. Einerseits erhalten die Männchen so während einer verlängerten Zeitspanne die Möglichkeit, vor Beginn der zeitraubenden und die Futtersuche stark konkurrierenden Fortpflanzungsaktivitäten ihre während des Winterschlafes verbrauchten Körperreserven wieder zu ergänzen. Andererseits können sie sich bereits frühzeitig ein Bild von der räumlichen Verteilung der Weibchen machen und die Weibchen dann während der Paarungszeit gezielter aufsuchen. Das Ende des Winterschlafes bei den Weibchen fällt in eine Zeit, da aufgrund der Witterungsverhältnisse bereits ein gutes Nahrungsangebot zu erwarten ist, welches einen raschen Wiederaufbau der Körperreserven ermöglicht. Während für die Männchen mit dem Ende der Paarungszeit die Fortpflanzungsaktivitäten zeitlich klar begrenzt sind, ist der Energiehaushalt der Weibchen unter Umständen über diesen Zeitraum hinaus noch durch Trächtigkeit und Laktation belastet. Für die Weibchen resultiert daraus eine zeitliche Verzögerung in der Bereitstellung der Energiereserven für den Winterschlaf. Der Beginn der Winterschlafbereitschaft

kann zusätzlich noch durch die jahreszeitlich bedingten tiefen Temperaturen verzögert werden (höhere Energie-Gewinnungskosten durch sinkendes Nahrungsangebot und steigende Kosten für Homiothermie).

Klare geschlechtsspezifische und von Fortpflanzungsaktivitäten abhängige Unterschiede prägen das jahreszeitliche Muster der Aktivität *Gehen*. Diesem Ergebnis entsprechen die in der Literatur gut belegten Unterschiede im Ausmass der räumlichen Aktivität zwischen Männchen und Weibchen. Verschiedene Autoren geben für Männchen grössere Aktionsräume sowie grössere pro Nacht zurückgelegte Wegstrecken als für Weibchen an (REEVE 1982, BERTHOUD 1982, ESSER 1984, KRISTIANSSON 1984). KRISTIANSSON (1984) vermerkt zudem, dass die räumliche Aktivität (gemessen in Meter/15 Minuten) der Weibchen während der ganzen Aktivitätszeit gleich bleibt und dass sich Männchen und Weibchen ausserhalb der Paarungszeit in ihrer räumlichen Aktivität nicht unterscheiden. Dies stimmt mit den entsprechenden Resultaten für die Aktivität *Gehen* in der vorliegenden Studie überein. Ein mit Beginn der Brunftperiode grösser werdender Aktionsraum berechnete REEVE (1981) für ein von ihm beobachtetes Männchen, und auch aus den Daten von ESSER (1984) lässt sich für Männchen eine Vergrösserung der Aktionsräume während der Brunftperiode ablesen.

Detailliertere Angaben zur Aktivität von Igel machen REEVE (1981) und WROOT (1984). REEVE fand bei Männchen einen höheren Anteil der Aktivität *Gehen* als bei Weibchen (15.8%, bzw 8%), während WROOT bei dieser Aktivität (< 1%) keinen Unterschied zwischen den Geschlechtern feststellte. REEVE erhob seine Daten in unregelmässigen Zeitintervallen während einer nicht näher präzisierten Zeitperiode, WROOT in Ein-Minuten-Intervallen zwischen Juni und September. Bei beiden Autoren - sie arbeiteten im gleichen Untersuchungsgebiet - fällt ein hoher Prozentsatz (20-40%) der gesamten Beobachtungen in die unspezifische Kategorie "aktiv", bzw "aktiv ausser Sicht", in welcher insbesondere die Daten jener Tiere zusammengefasst sind, die sich während der Beobachtungszeit in den für die Autoren unzugänglichen Privatgärten aufhielten. In der vorliegenden Studie entfallen hingegen lediglich 2% der gesamten Aktivitätsangaben auf die Kategorie "aktiv ausser Sicht". Damit sind die Unterschiede zwischen den von REEVE und WROOT angegebenen Werten und den von mir wohl präziser erfassten Anteilen der Aktivität *Gehen* für adulte Tiere (Männchen 20.7% und Weibchen 5.7% über das ganze Jahr gerechnet) methodisch begründet.

Mit der Aktivität *Gehen* erschliessen sich die Weibchen räumlich vor allem die Ressource Nahrung. Da der prozentuale Anteil dieser Aktivität an der gesamten Aktivität eher klein ist und sich im Jahresverlauf nicht ändert, kann angenommen werden, dass der Aufwand für die räumliche Erschliessung der Ressource Nahrung auch eher klein ist und im Jahresverlauf gleich bleibt. Die Männchen müssen sich mit der Aktivität *Gehen* nicht nur die eher kleinräumig verteilte Ressource Nahrung, sondern während der Paarungszeit auch die weiträumig verteilte Ressource Weibchen erschliessen.

Für die Aktivität *Futtersuche* gibt REEVE (1981) für beide Geschlechter einen gleichen Anteil von rund 54% an. Nach WROOT (1984) wendeten die Männchen (38.5%) weniger Zeit für die *Futtersuche* auf als die Weibchen (57.5%). Die in der vorliegenden Arbeit erhaltenen Werte betragen, über das ganze Jahr gemessen, für die Männchen 42.7% und für die Weibchen 67.8%. Auch hier sind - gleich wie bei der Aktivität *Gehen* - die Unterschiede zwischen den Werten von REEVE und WROOT und jenen der vorliegenden Arbeit weitgehend durch die methodisch unterschiedlich präzise Datenerhebung bedingt.

Igel lokalisieren ihre auch kleinste Beutetiere umfassende Nahrung olfaktorisch, indem sie bei kleinräumigen Suchbewegungen die Luft in rascher Folge durch die Nase ein- und ausatmen. Diese Art der Nahrungssuche beansprucht sehr viel Zeit und ist mit schneller Fortbewegung nicht vereinbar. Bei männlichen Igel, die während der Paarungszeit sehr viel gehen, nimmt dadurch der Anteil der Aktivität *FS* insgesamt einen kleineren Wert ein als bei den Weibchen.

In Südschweden stehen den Igel für den gesamten Fortpflanzungszyklus rund 155 Tage zur Verfügung (KRISTIANSSON 1984). Diese Tiere haben pro Jahr nur einen Wurf, und Weibchen haben erstmals Junge nach ihrem zweiten Winterschlaf, wenn sie das Gewicht ausgewachsener Weibchen erreicht haben. Die in der vorliegenden Studie untersuchte Igelpopulation war während rund 215 bis 230 Tagen aktiv, 60 bis 75 Tage länger als die Tiere in Südschweden. Rechnet man für die Tragzeit 35 Tage (RANSON 1941, MORRIS 1961) und für die Dauer bis zur Selbständigkeit der Jungen rund 40 Tage (RANSON 1941, BERTHOUD 1982; eigene Beobachtungen), so können hier - zumindest zeitlich gesehen - adulte Weibchen unter günstigen Bedingungen zwei Würfe im Jahr haben. Einen zweiten Wurf konnte ich in zwei Fällen sicher nachweisen, und auch BERTHOUD (1982) gibt - vor allem als Ersatz für umgekommene erste Würfe - zweite Würfe für die von ihm in der Westschweiz untersuchte Population an. Jungtiere aus solchen zweiten Würfen haben - wiederum unter günstigen Bedingungen - durchaus Chancen, ausreichende Fettreserven für einen erfolgreichen Winterschlaf aufzubauen, wenn sie bis in den Dezember hinein aktiv sein können. Von den im Dezember noch aktiv angetroffenen Jungtieren (Tab. 6) stammten mindestens 2 aus zweiten Würfen, und eines dieser beiden Tiere hat auch sicher erfolgreich überwintert. Jungtiere, die im November, vereinzelt auch im Dezember, noch aktiv waren und an Gewicht zunahmen, beobachtete WALHOVD (1990) an einer Futterstelle in einem Garten in Dänemark. Dieser Autor konnte von 22 Jungtieren, die er spät im Jahr (ab September) geborenen Würfen zuordnete, im folgenden Frühjahr 13 (60%) wieder fangen.

Auch einjährige Weibchen haben sich an der Fortpflanzung beteiligt. Mindestens die Hälfte der beobachteten Tiere dieser Altersgruppe (n= 18) gebar Junge oder war zumindest trächtig. Im Vergleich zur Situation in Südschweden (KRISTIANSSON 1984) ist im Untersuchungsgebiet die Aktivitätsperiode länger und die Dauer des Winterschlafes kürzer. So ist die Menge der für

einen erfolgreichen Winterschlaf benötigten Energie-Reserven geringer und die für die Bereitstellung dieser Reserven benötigte Zeit kürzer. Dadurch können junge Weibchen mehr Energie in ihr körperliches Wachstum investieren und sich so früher als die Tiere in Südschweden an der Fortpflanzung beteiligen. Für die Altersgruppe der einjährigen Weibchen konnte BERTHOUD (1982) hingegen in der Westschweiz keinen Fortpflanzungsnachweis erbringen, obgleich sich auch solche Tiere an den Brunftaktivitäten beteiligten. BERTHOUD hielt jedoch seine sendertragenden Tiere jeweils nur für kurze Zeit (< 1 Monat) unter intensiver Beobachtung.

Im Verlauf der Paarungszeit hat der Anteil der Aktivität *Brunften* bei den adulten Tieren eine zweigipflige (Mai und Juli) und bei den einjährigen Weibchen (Daten einjähriger Männchen unvollständig) eine eingipflige (Mai) Verteilung (Abb. 4, 8 und 9). Dem im Juni gesamthaft verminderten Anteil der Aktivität *Brunften* steht aber nicht eine entsprechend geringere Anzahl beobachteter Brunft-Paare gegenüber (Abb. 3). Insgesamt weniger Werbeverhalten bei gleicher Häufigkeit von Paar-Begegnungen sowie physiologischer Paarungsbereitschaft der Männchen (ALLONSON 1934) weist auf eine geringere Paarungsbereitschaft der Weibchen hin. Diese geringere Paarungsbereitschaft steht jedoch nicht im Zusammenhang mit der Dauer der Ovulationszyklen (7-10 Tage; DEANESLY 1934), sondern viel eher mit der Trächtigkeit oder Laktation zumindest eines Teiles der Weibchen. Das Muster der Brunftaktivitäten kann so interpretiert werden, dass adulte Weibchen ein erstes Mal im Frühjahr mit einer geringen zeitlichen Streuung paarungsbereit sind und dass nach einem ersten Wurf zumindest ein Teil dieser Weibchen nochmals in Paarungsbereitschaft kommt. Einjährige Weibchen hingegen sind, über eine längere Periode verteilt, nur im Frühjahr paarungsbereit und haben höchstens einen Wurf.

Bleibt noch die Frage, weshalb die Summe der Brunftaktivitäten bei den Männchen einen höheren Anteil an der gesamten Aktivität einnimmt als bei den Weibchen. Dieser Unterschied kann beruhen (a) auf einem systematischen Fehler in der Stichprobenerhebung, (b) auf einer - sofern sich die Männchen unterschiedlich intensiv an den Brunftaktivitäten beteiligen - nicht repräsentativen Männchen-Stichprobe, oder (c) auf einer geringeren Anzahl von Männchen gegenüber Weibchen. Ein systematischer Fehler (a) könnte dadurch entstehen, dass von den grossräumig und zügig umherstreichenden Männchen rein arbeitstechnisch diejenigen Tiere telemetrisch schneller geortet und aufgefunden werden, die am Brunften sind. Brunftende Tiere sind stationär und daher aufgrund ihrer Signale leichter zu lokalisieren als ziehende Tiere. Ein solcher Fehler würde aber nur den Beginn einer Beobachtungsphase betreffen und nicht zu solchen Unterschieden zwischen den Geschlechtern führen. Eine genaue Bestimmung des Geschlechterverhältnisses in einer Population (c) ist bei der grossen und für Männchen und Weibchen unterschiedlichen Mobilität kaum möglich. In der Literatur finden sich Angaben sowohl zu ungleichen (mehr Männchen oder mehr Weibchen) wie auch zu ausgeglichenen Geschlechterverhältnissen. Männchen haben eine wesentlich höhere Strassenmortalität als Weibchen (BERTHOUD 1980, PALM & STÖWER 1990), dies aber nicht, weil Männchen zahlreicher

sind, sondern weil Männchen eine grössere räumliche Aktivität haben und dadurch im Siedlungsgebiet auch häufiger Strassen überqueren (BONTADINA 1991). Für die wahrscheinlichste Erklärung halte ich die, dass bei der zufälligen Auswahl neuer, mit Sender auszurüstenden Tiere räumlich sehr aktive, und damit wohl auch bezüglich der Fortpflanzungsaktivitäten sehr aktive Männchen mit grösserer Wahrscheinlichkeit gefangen werden als weniger aktive Männchen (b). Aber auch wenn die zur Beobachtung ausgewählten Tiere im Mittel wirklich besonders aktive Tiere gewesen sein sollten, so zeigten auch diese Tiere individuelle Unterschiede in der Intensität der Brunft- und räumlichen Aktivitäten sowie in der zeitlichen Ausdehnung der intensiven Beteiligung an den Brunftaktivitäten.

Für die untersuchte Igelpopulation stimmen zwischen Mai und September der Beginn und das Ende der täglichen Aktivitätsphase in guter Näherung mit dem Zeitpunkt der bürgerlichen Dämmerung am Abend und am Morgen überein (Abb. 2). Dasselbe beschreiben SABOUREAU et al. (1979) für in Aussengehege gehaltene Igel Männchen. Aktivitätsbeginn und -ende dieser Tiere lagen in einem zeitlichen Band von weniger als einer Stunde nach bzw. vor Sonnenuntergang/-aufgang, was der 30 bis 40 Minuten von Sonnenuntergang/-aufgang abweichenden bürgerlichen Dämmerung entspricht. Auch die von REEVE (1981) angegebenen Zeiten für das Aktivitätsende freilebender Igel folgen diesem Muster.

Beginn und Ende der täglichen Aktivitätsphasen zeigten zwischen Oktober und Dezember deutliche Abweichungen vom Verlauf der bürgerlichen Dämmerung. Im Frühjahr aus dem Winterschlaf erwachende Tiere haben ihre Reserven weitgehend abgebaut. Um den täglichen Energiebedarf zu decken und um kurzfristig neue Reserven - insbesondere für die Paarungszeit - bilden zu können, düften die Tiere vom Tag des Aufwachens an auf eine kontinuierliche, sich über die ganze Nacht erstreckende Nahrungsaufnahme angewiesen sein. Die Vorbereitung auf den Winterschlaf, die Aufnahme der für den Winterschlaf zusätzlich benötigten Energie ist hingegen ein gleitender Vorgang, der sich über eine kürzere oder längere Zeitspanne erstrecken kann. Im Rahmen der längeren Nächte sowie unter Berücksichtigung der je nach Temperatur unterschiedlichen Kosten-Nutzen-Rechnung der Nahrungssuche (Nahrungsangebot, Suchaufwand, Wärmehaushalt) kann der Zeitpunkt und die Dauer der Aktivität optimiert werden. Unter diesem Aspekt wäre eine etwas variabelere zeitliche Begrenzung der nächtlichen Aktivitätsphasen vor dem Beginn des Winterschlafes erklärbar.

Während der Periode der *Brunft* liegen die Brunftaktivitäten vorwiegend in der ersten Nachthälfte (Abb. 5). Die Männchen suchen die mit häufigen Richtungswechseln kleinräumig nach Nahrung suchenden Weibchen aktiv auf. Nehmen die Männchen nun bereits zu Beginn der nächtlichen Aktivitätsphase die Suche nach Weibchen auf, so sind ihre olfaktorisch geleiteten Suchwege entlang der von den Weibchen bis dahin zurückgelegten Wege kürzer und die Chancen geringer, dass ein Weibchen bereits von einem anderen Männchen gefunden wurde. Verschiedentlich konnten Männchen beobachtet werden, die diese Strategie sehr weitgehend op-

timierten, indem sie ihre Tagesschlafplätze gleich in unmittelbarer Nähe des umworbenen Weibchens wählten.

Die Futtersuche verlegen die Männchen vorwiegend in die zweite Nachthälfte. Um den täglichen Energiebedarf zu decken, benötigen Igel eine Nahrungsmenge, die 2-3 Magenfüllungen entspricht (REEVE 1994). Länger andauernde Brunftaktivitäten konkurrenzieren die Nahrungsaufnahme und haben zur Folge, dass ein Teil der täglich benötigten Energie aus Reserven gedeckt werden muss. Gegen Ende der Aktivitätsphase suchen dann die Männchen, oftmals über grössere Entfernungen, ihren Tagesschlafplatz auf. Die adulten Weibchen nutzen die ganze nächtliche Aktivitätszeit überwiegend zur Nahrungssuche.

Eine erste, vorwiegend der Nahrungsaufnahme gewidmete Aktivitätsphase von 20 bis 22 Uhr gibt BERTHOUD (1982b) - ohne Unterscheidung bezüglich Geschlechter - für die von ihm beobachteten Igel an. Die restlichen Nachtstunden umfassten sowohl Nahrungssuche wie auch intraspezifische Kontakte und räumliche Aktivitäten. Einen während der ganzen Nacht hohen, nur zwischen 24 und 2 Uhr z.T. etwas reduzierten Anteil der Aktivität *Futtersuche* beschreibt WROOT (1984) für die Monate Juni bis August.

HERTER (1938) und HAHN (1986) geben für die Aktivität der Igel ein dreiphasiges, CAMPELL (1975) ein zweiphasiges nächtliches Aktivitätsmuster an. Die Beobachtungen dieser Autoren beziehen sich dabei auf in Gefangenschaft gehaltene Tiere. Die Ausbildung eines drei-, bzw. zweiphasigen Aktivitätsmusters kann wohl damit erklärt werden, dass diese Tiere gefüttert wurden und so innert kurzer Zeit, ohne lange Suchgänge, ihre Mägen füllen konnten und anschliessend für die Verdauung Ruhepausen bis zur nächsten Mahlzeit einlegten. In der vorliegenden Studie wurde - wie auch von MORRIS (1985) - verschiedentlich beobachtet, dass Igel, die sich längere Zeit in von Privatpersonen speziell für Igel aufgestellten Futterhäuschen aufhielten, anschliessend bis zu einer Stunde ruhten. Die in dieser Studie um Mitternacht festgestellte Häufung von Ruhepausen dürfte gleichfalls mit dem zu diesem Zeitpunkt erreichten Füllungsgrad des Magens zusammenhängen. Diese Ruhepausen unterteilen aber die generelle Aktivitätszeit nicht in verschiedene, abgrenzbare Aktivitätsphasen.

Ebenso auf ein Artefakt der Gehegehaltung zurückzuführen ist wohl die Angabe von HAHN (1986), wonach Igelmütter ihre Jungen auch in der Nacht säugen. Auch in der Arbeit von BERTHOUD (1982, S. 63) findet sich ein Hinweis darauf, dass Weibchen ihre Jungen in der Nacht säugen. Nicht angegeben ist jedoch, unter welchen Umständen diese Beobachtungen gemacht wurden. Freilebende Igelmütter konnten von mir nie dabei beobachtet werden, dass sie während ihrer nächtlichen Aktivitätszeit ins Nest zu ihren Jungen zurückgekehrt wären. Nächtliche Ruhepausen verbrachten auch diese Weibchen ausserhalb ihrer Nester, am Ort ihrer Futtersuche. Auch MORRIS (1986) beobachtete während fünf aufeinanderfolgenden Tagen ein säugendes Weibchen, das die ganze nächtliche Aktivitätszeit mit Futtersuche verbrachte und in dieser Zeit seine Jungen im Nest nicht aufsuchte.

5. HABITATNUTZUNG

Die Habitatangaben basieren auf Daten sendermarkierter Igel. Alle 5 Minuten wurde der momentane Aufenthaltsort des beobachteten Tieres einem Habitattyp zugeordnet. Dieses Zeitintervall zwischen zwei aufeinanderfolgenden Datenaufnahmen wurde primär zur Erfassung des Aktivitätsmusters gewählt. Damit zwei aufeinanderfolgende Habitatangaben voneinander unabhängig sind - eine grundlegende Voraussetzung statistischer Testverfahren - , müsste der zeitliche Abstand zwischen den beiden Datenaufnahmen es dem beobachteten Tier ermöglichen, innerhalb des Angebotes ein beliebiges Habitat aufzusuchen (WHITE u. GARROTT, 1990). Diese Voraussetzung wird hier jedoch mit einem Zeitintervall von 5 Minuten nicht erfüllt. Die Angaben zur Habitatnutzung werden deshalb weitgehend ohne statistische Beurteilung dargestellt.

5.1 Grobe Unterteilung der genutzten Habitattypen

Für eine vorerst grobe Analyse der Habitatnutzung der untersuchten Igelpopulation wurden drei Habitattypen unterschieden: *Siedlung* (überbaute Fläche), *Wald* sowie *Landwirtschaft* (restliche, vorwiegend landwirtschaftlich genutzte Fläche). Unter Verwendung des km-Rasters der Schweizerischen Landestopographie wurde das Untersuchungsgebiet in Quadrate von 500 m Seitenlänge unterteilt. Für jedes Quadrat, in welchem Sender-Igel beobachtet wurden ($n=55$; entspricht 13.75 km²) wurde aufgrund von Karten im Massstab 1:2'500 das Angebot an diesen drei Habitattypen durch Ausschneiden und Wägen der entsprechenden Anteile bestimmt. Die Grösse der Quadrate wurde aus protokolltechnischen Gründen so gewählt. Distanzen von 500 m liegen, wie später noch zu zeigen ist, im Rahmen der von den Igel gezeigten Mobilität. Innerhalb dieser Distanzen waren im Untersuchungsgebiet weitgehend auch die drei unterschiedenen Habitattypen erreichbar.

In Abb. 11 (Kreise) ist das Angebot an *Siedlung*, *Landwirtschaft* und *Wald* in den einzelnen Quadraten dargestellt. Das mittlere Angebot in diesen Quadraten umfasst 11.9% *Siedlung*, 61.0% *Landwirtschaft* und 27.1% *Wald*. Diese Werte sind von ähnlicher Grösse wie das Angebot in den beiden Gemeinden Bonstetten und Wettswil (vgl. Tab. 1), in welchen 64.1% des Untersuchungsgebietes liegen und wo mehr als 95% der Daten erhoben wurden: 12.8% *Siedlung*, 63.7% *Landwirtschaft* und 24.1% *Wald* ($\chi^2=0.55$, $p>0.2$). Die von den sendermarkierten Igel begangenen Quadrate repräsentieren so in ihrer Gesamtheit recht gut das vorhandene Angebot.

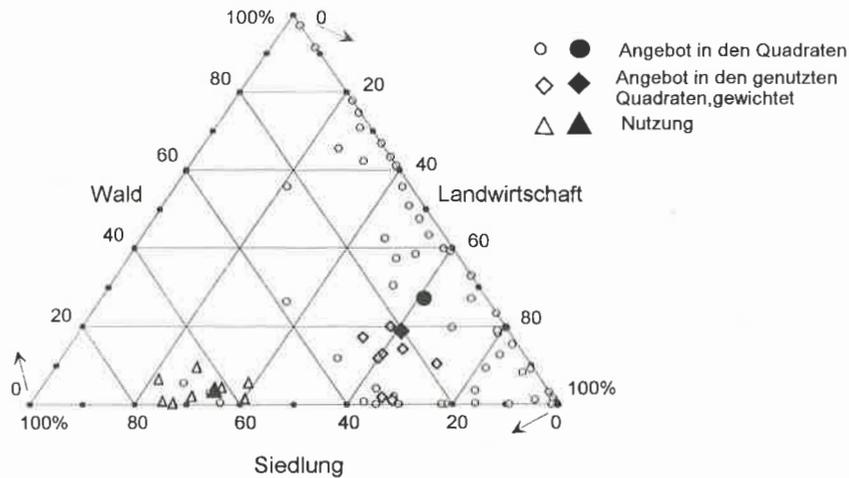


Abb. 11: Habitatangebot und Nutzung der Grobhabitate *Siedlung*, *Landwirtschaft* und *Wald* (helle Punkte: Einzelwerte, dunkle Punkte: zugehörige Mittelwerte).

Kreise: Angebot in den Quadraten ($n=55$), die von sendermarkierten Igel aufgesucht wurden.
Rhomben: Angebot in den von den acht unterschiedlichen Gruppen sendermarkierter Igel aufgesuchten Quadraten (gewichtet und gemittelt).

Dreiecke: Nutzung der Grobhabitate durch die acht Gruppen sendermarkierter Igel.

Für jede der acht unterschiedlichen Gruppen von Sendertieren (siehe Kap. 3.1) wurde das mittlere Angebot in den von ihnen besuchten Quadraten bestimmt. Um die unterschiedliche Intensität der beobachteten Nutzung zu berücksichtigen, wurde das Angebot in den einzelnen Quadraten jeweils entsprechend der Anzahl der vorliegenden Daten mit den Faktoren 1 bis 5 gewichtet. Gleichermassen wurde auch das gewichtete Mittel des Angebotes über alle Quadrate berechnet. Diese Werte sind in Abb. 11 (Rhomben) eingezeichnet. Die gewichteten mittleren Angebote aller acht Gruppen unterscheiden sich vom ungewichteten mittleren Angebot in der Gesamtfläche (Chi²-Test; alle $p < 0.05$). Die beobachteten Igel haben Kombinationen von Flächen aufgesucht, die im Vergleich zum Mittel einen höheren Anteil an *Siedlung* und einen kleineren Anteil an *Wald* aufwiesen. Die entsprechenden Anteile an *Landwirtschaft* weichen in geringerem Masse beidseitig vom mittleren Angebot der Gesamtfläche ab. Kein Unterschied besteht zwischen den gewichteten Angeboten in den von den adulten Männchen und Weibchen (*popadm* und *popadw*) aufgesuchten Flächen (Chi²-Test; $p > 0.2$).

Dass die Igel die *Siedlung* bevorzugt aufsuchen, ergibt sich noch deutlicher aus dem Vergleich des Angebotes mit der beobachteten Nutzung (Abb. 11, Dreiecke). Bei allen acht Gruppen von Sender-Igel ist der Anteil des Grobhabitates *Siedlung* in der Nutzung wesentlich grösser als im Angebot. Die Anteile der Grobhabitate *Landwirtschaft* und *Wald* sind in der Nutzung hingegen kleiner als im Angebot. Dieser Vergleich kann indessen nur als klarer Hinweis gewertet werden, da die Daten zur Nutzung auf Grund der verwendeten Protokolltechnik nicht hinreichend voneinander unabhängig sind. Zudem wurden für die Bestimmung sowohl des Angebotes wie auch der Nutzung Schätzwerte verwendet. Die detailliert aufgenommenen Angaben zur Habitatnutzung ($n=14'559$) wurden - soweit möglich - den drei Grobhabitaten zugeordnet (vgl. Tab. 4). Diese Zuordnung erfolgte nur auf Grund des Habitates und nicht des Ortes. Die Nutzung einzelner, auch in der Teilfläche *Landwirtschaft* vorkommender Habitats (z.B. Strassen) wurde dabei generell der *Siedlung* zugerechnet und umgekehrt (z.B. Wiesen). Aus dieser bezüglich der Nutzung nicht ganz scharfen Trennung der Grobhabitate resultiert eine für die *Siedlung* eher zu kleine Nutzungsziffer.

Tab. 8: Gegenüberstellung von Angebot und Nutzung der Grobhabitate *Siedlung*, *Landwirtschaft* und *Wald*.

Die für Igel nicht nutzbare Fläche (Gebäude, Gewässer) wurde mittels einer Zufallsstichprobe bestimmt und das gewichtete mittlere Flächenangebot entsprechend korrigiert. Die bei der Nutzung unter *Rest* aufgeführten Beobachtungen (Kleinsthabitate, ungenaue Angaben) wurden auf die Habitate *Siedlung* (90%) und *Landwirtschaft* (10%) aufgeteilt.

Habitat	→				←			Habitat
	mittl. gewichtetes Angebot	nicht nutzbare Fläche	Flächenanteile	Angebot korrigiert	Nutzung korrigiert	Korrektur	Nutzungsangaben	
Siedlung	20.3%	17.6%	16.7%	17.4%	64.5%		58.8%	Siedlung
Landwirtschaft	60.8%	0.6%	60.2%	62.9%	31.9%		31.3%	Landwirtschaft
Wald	18.9%		18.9%	19.7%	3.6%		3.6%	Wald
nicht nutzbare Fläche			4.2%			90% Siedlung, 10% Landwirt.	6.3%	Rest (nicht zugeordnet)

Die Schätzung der Werte für das Angebot und die Nutzung der Grobhabitate kann mit Korrekturfaktoren noch verbessert werden. Ein gewisser Flächenanteil des Siedlungsgebietes ist überbaut und so für die Igel nicht zugänglich. Nicht zugängliche Flächenanteile gibt es in Form von Kleinseen auch im Grobhabitat *Landwirtschaft*. Die diesbezüglichen Korrekturfaktoren für das

Angebot wurden, mittels einer Zufallsstichprobe (*Siedlung* n=519, *Landwirtschaft* n=862), auf knapp einem Drittel der Untersuchungsfläche geschätzt (vgl. Tab. 8). Ein Teil der Nutzungsangaben aus den Grobhabitaten *Siedlung* und *Landwirtschaft* (in Tab. 4 unter *Rest* zusammengefasst) kann nicht klar einem bestimmten Grobhabitat zugeordnet werden. Aufgrund der geschätzten Verteilung dieser Angaben auf die beiden Grobhabitats wurden diese bei der Nutzung zu 90% der *Siedlung* und zu 10% der *Landwirtschaft* zugerechnet (vgl. Tab. 8). Die entsprechend korrigierten Schätzwerte für das Angebot und die Nutzung sind in Tab. 8 einander gegenübergestellt.

Der Vergleich ergibt, dass die Nutzung der drei Grobhabitats nicht proportional zum Angebot erfolgte. Die beobachteten Igel hielten sich während ihrer Aktivitätszeit deutlich bevorzugt im Siedlungsraum auf (Angebot:Nutzung ca. 1:3.7). Unter dem Angebot liegen die Anteile der Nutzung für den Bereich *Landwirtschaft* (ca. 1:0.5) sowie - ganz deutlich - für den Bereich *Wald* (ca. 1:0.18).

5.2 Feinere Unterteilung der genutzten Habitattypen

5.2.1 Nutzung verschiedener Habitattypen

Die prozentuale Verteilung der Nutzungsangaben auf die einzelnen Habitattypen (vgl. Tab. 4) ist für die verschiedenen Gruppen von Sender-Igeln in Tab. 9 dargestellt. Bei diesen Angaben gilt es zu berücksichtigen, dass die Anzahl der Daten sowie deren Verteilung im Jahresverlauf nicht für alle Gruppen gleich ist.

Mehr als 50% der Nutzungsangaben entfallen auf *Rasen* und *Wiesen*. Rasenflächen weisen dabei einen Anteil von 30.1% an der Nutzung auf. *Wiesen*, und hier insbesondere bis 20 cm hohe, sowie *Weiden* machen 20.8%, bzw. 5.5% der Nutzung aus. *Wiesen* wurden von den ausgewilderten Tieren (*hand*) und den Jungtieren (*juv*) zu einem geringeren Prozentsatz (10.4 - 16.7%) aufgesucht als von den 1- bis mehrmals überwinterten Tieren aus der Population (*pop1/popad*; 22.7 - 28.7%). Da die *juv*- und *hand*-Tiere vor allem in der zweiten Jahreshälfte beobachtet wurden, wird dieser Unterschied auch vom zeitlichen Angebot frisch gemähter oder über 20 cm hoher *Wiesen* beeinflusst. Die *juv*- und *hand*-Tiere nutzten hingegen die deckungsreichen Habitattypen *Hecken* und *Rabatten* etwas stärker (15.1 - 18.2%) als die *pop1*-/popad-Tiere (8 - 10%). Die unter *Rest* zusammengefassten Nutzungen erreichen bei den *hand*-Tieren höhere Werte, was vor allem mit der Nutzung der nach der Freilassung weiterhin zugänglichen Gehege sowie von Futterstellen für Igel oder Haustiere erklärt werden kann.

Tab. 9: Prozentuale Aufteilung der Nutzungsangaben auf die Habitattypen für die acht unterschiedenen Gruppen von Sendertieren.

Habitat	popadm	popadw	pop1m	pop1w	hand1m	hand1w	popjuv	handjuv	Total	
									%	n
Rasen	26.8	34.9	25.6	41.1	25.1	24.6	35.9	12.4	30.1	4383
Rabatte	3.8	2.8	3.8	5.6	5.1	5.0	8.1	14.2	4.6	666
Hecken	5.3	5.2	3.9	4.4	13.1	10.5	7.0	2.6	6.3	920
Kompost	3.9	3.3	1.6	6.9	5.7	3.7	2.0	4.4	3.8	547
Wege	2.5	0.9	2.4	2.0	2.5	3.0	3.3	4.4	2.2	321
Gebäude	2.8	3.1	4.7	2.3	3.4	2.1	2.6	3.8	2.9	426
Haufen	3.4	3.1	3.3	1.2	1.6	3.2	3.2	10.2	3.2	467
Trottoir	6.4	2.1	4.2	4.3	4.0	3.6	4.5	3.6	4.1	595
Strasse	2.7	0.6	2.6	1.8	0.3	1.3	1.4	3.2	1.6	231
Feldweg	3.5	1.2	1.9	0.6	4.0	1.9	1.4	3.0	2.2	316
Weide	3.2	11.7	3.4	0.9	4.8	1.8	3.0	6.6	5.5	805
Wiese 0	3.9	4.1	5.4	5.8	1.8	2.6	0.7	2.0	3.5	514
Wiese 20	15.4	12.6	17.2	12.1	11.2	8.7	12.5	8.0	12.8	1864
Wiese +	3.6	5.9	6.1	5.9	2.6	5.4	1.6	0.4	4.5	649
Acker	2.9	3.3	2.7	1.2	2.6	4.3	1.3	0.0	2.8	408
Wald	4.2	1.5	5.3	0.3	1.9	8.7	6.1	0.6	3.6	528
Rest	5.8	3.9	5.8	3.7	10.4	9.5	5.4	20.4	6.3	919
n	3967	4255	738	1124	884	1879	1213	499		14'559
nTiere	10	9	4	6	7	11	8	4		50

Für die der *Landwirtschaft* zugeordneten Habitattypen wurde das - räumlich wie zeitlich stets sich ändernde - Angebot nicht erhoben. Eine Schätzgrösse für das Angebot von *Ackerflächen* sowie *Wiesen* und *Weiden* ergibt sich aber aus der Arealstatistik für die beiden Gemeinden Bonstetten und Wettswil (Tab. 1), die zentrale Teile des Untersuchungsgebietes einnehmen. Auf die Landwirtschaftsfläche bezogen nehmen in diesen beiden Gemeinden die *Ackerflächen* 59% und die *Wiesen* und *Weiden* 38% der Fläche ein. Die entsprechenden Werte für die Nutzung dieser Habitattypen (aus Tab. 9) betragen 8.9% und 84.1%. Aus diesen Vergleichszahlen lässt sich zumindest ablesen, dass *Wiesen* und *Weiden* für Igel deutlich attraktiver sind als *Ackerflächen*.

Für die Habitattypen im von den Igeln bevorzugt aufgesuchten Siedlungsraum hingegen wurde das Angebot mittels einer Zufallsstichprobe (n=427) geschätzt (vgl. Tab. 10). Um dieses Angebot mit der Nutzung vergleichen zu können, müssen noch Annahmen getroffen werden. Das Angebot umfasst mit *Feldweg*, *Weide* und *Wiese* auch Habitattypen, die bei der Nutzung generell dem Bereich *Landwirtschaft* zugerechnet wurden. Die im Siedlungsraum auf diese Habitattypen entfallende Nutzung wurde, um das Verhältnis von Angebot zu Nutzung nicht gerichtet zu beeinflussen, der entsprechenden Angebotsschätzung gleichgesetzt. Als weitere Annahme

wurden von den unter *Rest* zusammengefassten Nutzungsangaben 90% dem Siedlungsraum zugerechnet. In Tab. 10 ist die mit diesen Annahmen ermittelte Nutzung der Habitattypen des Siedlungsraumes sowie die entsprechende Schätzung des Angebotes angegeben.

Bei aller Unschärfe in der Bestimmung von Angebot und Nutzung wird dennoch ersichtlich, dass die beobachteten Igel in ihrer Habitatwahl selektiv waren. *Rasen*, *Kompost*, *Gebäude* und *Haufen* suchten sie häufiger, und *Rabatten*, *Wege*, *Trottoir* und *Strassen* weniger häufig auf, als aufgrund der Angebotsschätzung zu erwarten wäre.

Tab. 10: Gegenüberstellung von Angebot und Nutzung der Habitattypen im Siedlungsraum. Das für Igel zugängliche Angebot im Siedlungsraum wurde mittels Zufallspunkten geschätzt. Im Siedlungsraum kommen aber auch Habitattypen vor, die bei der Nutzung generell der *Landwirtschaft* zugerechnet wurden. Die Nutzung dieser Habitattypen wurde für die *Siedlung* - mangels anderer Berechnungsgrundlagen - der Angebotsschätzung gleichgesetzt. Die bei der Nutzung unter *Rest* aufgeführten Beobachtungen wurden hier zu 90% der *Siedlung* zugerechnet.

Habitattyp	Angebot (Zufallsstichprobe n=427) %	Nutzung (n=10'277) %	Nutzung Siedlung n
Siedlung			
Rasen	25.5	42.7	4383
Rabatte	8.9	6.5	666
Hecke	10.8	9.0	920
Kompost	3.7	5.3	547
Wege	10.8	3.1	321
Gebäude	2.1	4.1	426
Haufen	1.9	4.5	467
Trottoir	13.8	5.8	595
Strasse	11.9	2.3	231
Landwirtschaft			
Feldweg, Weide, Wiese	8.7	8.7	894 (=8.7% wie Angebot)
Rest	1.9	8.0	827 (=90% von Rest gesamt)

5.2.2 Dynamik der Habitatwahl adulter Igel im Jahresverlauf

Das jahreszeitliche Muster der Habitatwahl der adulten Igel ist in Tab. 11 angegeben (*a. popadm*, *b. popadw*). Die einzelnen Habitattypen wurden im Laufe des Jahres nicht gleichmäßig genutzt. In der Brunftperiode (April - August) suchten die Männchen in erhöhtem Masse die Strukturen *Trottoir* und *Feldweg* auf. In dieser Zeit ist bei den Männchen auch der Anteil

der Aktivität *Gehen* erhöht. Die Nutzungsanteile für *Strasse* variieren hingegen - mit Ausnahme des Monats Juli - in engen Grenzen. Vermehrte Besuche von künstlichen Futterstellen (für Haustiere oder Igel) schlagen sich in den hohen Anteilen für *Rest* in den beiden Monaten August und September nieder. Bei den Weibchen stehen verminderten Nutzungsanteilen für *Rasen* (Juni, Juli) erhöhte Anteile für die Habitattypen *Wiesen* gegenüber. Die erhöhte Nutzung der *Weiden* in den Monaten November und Dezember hängt mit individuellen Präferenzen noch spät im Jahr aktiver Weibchen zusammen. Der zeitliche Wechsel im Angebot der *Wiesen* unterschiedlicher Höhe zeichnet sich auch in den wechselnden Nutzungsanteilen dieser Habitattypen ab. Die wechselnde Intensität in der Nutzung der verschiedenen Grünflächen steht im Zusammenhang mit der Nahrungssuche. In den Monaten August/September, bzw. Juli bis September sind die Werte für die Nutzung der *Hecken* sowohl bei den Männchen wie auch bei den Weibchen erhöht. Die Tiere verbrachten in diesen Monaten mehr Zeit mit *Ruhen* und *Futtersuche* in diesem Habitattyp. Mit welchen Aktivitäten die Igel die verschiedenen Habitattypen nutzten, ist detailliert in Kap. 5.3 dargestellt.

Tab. 11: Prozentuale Aufteilung der Nutzungsangaben auf die Habitattypen für adulte Männchen (*a. popadm*) und Weibchen (*b. popadw*) im Jahresverlauf.

a. popadm

Monat Habitattyp	4	5	6	7	8	9	10	Total	
								%	n
Rasen	34.5	23.2	15.6	23.9	28.7	32.2	33.5	26.9	1048
Rabatte	2.2	2.0	3.3	3.7	5.9	5.0	2.5	3.8	149
Hecken	2.0	3.5	4.4	3.5	8.9	9.0	1.4	5.3	205
Kompost	5.1	2.2	7.3	3.5	3.8	2.3	1.1	3.8	149
Wege	2.2	2.0	2.5	2.2	4.3	1.7	1.1	2.6	100
Gebäude	0.4	2.2	5.3	2.8	1.4	3.6	5.6	2.8	108
Haufen	4.3	1.5	0.4	2.2	1.5	7.2	9.2	3.2	123
Trottoir	4.3	10.4	10.2	8.1	5.8	1.9	2.5	6.4	250
Strasse	2.2	2.9	2.5	4.2	2.7	2.1	1.8	2.8	108
Feldweg	3.7	8.4	3.8	5.5	1.9	0.8	0.7	3.6	139
Weide	4.5	4.0	3.3	3.5	0.7	2.5	5.6	3.0	118
Wiese 0	1.0	8.2	9.4	4.1	0.5	1.3	6.7	3.9	153
Wiese 20	25.7	7.7	11.1	16.3	13.8	16.6	19.0	15.4	601
Wiese +	3.1	7.3	5.8	3.8	2.3	2.1	1.1	3.6	141
Acker	1.0	0.9	3.4	1.8	6.8	2.5	0.7	3.0	116
Wald	1.0	11.1	6.4	8.0	0.6	1.7	0.7	4.2	163
Rest	2.7	2.4	5.4	2.8	10.7	7.6	7.0	5.9	229
n	490	452	551	712	886	525	284		3900
n _{Tiere}	3	5	4	8	7	6	4		

Fortsetzung **Tab. 11: b. popadw**

Monat Habitattyp	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total	
										%	n
Rasen	39.9	48.9	17.4	25.1	36.2	39.2	49.7	37.0	11.1	35.2	1476
Rabatte	2.7	1.5	1.5	1.6	2.9	0.5	8.0	4.3	0.0	2.8	118
Hecken	2.2	3.0	2.2	9.2	9.1	9.4	3.1	3.8	4.3	5.3	221
Kompost	1.8	0.3	2.1	3.1	10.8	3.2	3.1	3.2	0.0	3.3	138
Wege	0.5	0.0	0.9	1.0	0.7	1.4	1.0	1.0	0.9	0.9	37
Gebäude	1.3	2.4	6.7	2.9	0.0	4.2	1.0	5.1	4.3	3.2	133
Haufen	6.4	1.2	0.2	1.9	2.2	8.8	0.6	1.7	6.0	3.1	130
Trottoir	1.6	3.3	1.3	3.3	2.6	1.4	1.4	1.6	4.3	2.1	87
Strasse	0.2	0.3	0.2	1.2	0.5	0.7	1.2	0.3	0.0	0.6	24
Feldweg	2.0	0.9	3.4	1.2	0.5	0.5	0.4	0.8	0.9	1.2	52
Weide	9.4	6.7	9.0	5.7	3.4	3.4	12.3	26.2	46.2	11.1	467
Wiese 0	1.1	1.5	6.0	4.3	4.8	8.5	7.0	0.6	0.0	4.1	173
Wiese 20	13.1	8.5	19.4	14.5	12.9	9.9	9.2	10.3	18.8	12.6	529
Wiese +	3.8	7.9	10.8	13.8	7.9	4.9	0.6	0.2	0.9	6.0	250
Acker	0.0	2.1	16.6	2.2	2.4	2.9	0.2	0.5	0.0	3.3	139
Wald	5.8	3.6	1.7	0.5	0.7	0.0	0.0	0.6	0.0	1.5	63
Rest	5.8	7.6	0.6	8.3	2.4	0.9	1.2	2.7	2.6	3.9	162
n	551	329	535	578	417	554	489	629	117		4199
n _{Tiere}	8	8	8	8	6	5	6	2	1		

Gesamthaft gesehen hielten sich die Weibchen mehr in den Habitattypen *Rasen*, *Weide* und *Wiese +* auf als die Männchen. Die Männchen nutzten dafür *Wege*, *Trottoir*, *Strasse*, *Feldweg*, *Wiese 20* und *Wald* mehr als die Weibchen. Im Vergleich zum Angebot der Habitattypen im Siedlungsraum (vgl. Tab. 10; Nutzungsangaben aus Tab. 11 entsprechend umgerechnet) nutzten die Weibchen *Rasen* deutlich über und *Wege*, *Trottoir* sowie *Strasse* hingegen deutlich unter dem Angebot. Die entsprechenden Nutzungsanteile für die Männchen weichen im gleichen Sinne, nur etwas weniger stark, vom Angebot ab.

5.2.3 Nutzung von Grenzstrukturen

Bei der Datenaufnahme zur Habitatnutzung wurde auch vermerkt, wenn sich die Sender-Igel am Rand (innerhalb von ca. zwei 'Igelbreiten') von Strukturen, bei Grenzlinien, oder - in offenen Flächen - im Bereich von Bäumen aufhielten. Gut 25% der Habitatangaben sind mit einer solchen Zusatzinformation versehen. Da diesen Angaben aber kein entsprechendes Angebot gegenübergestellt werden kann, sind nur qualitative Aussagen über die Bedeutung von Grenzlinien bei der Habitatnutzung möglich.

Rund 86% der Zusatzangaben entfallen auf folgende randliche Strukturen:

- A Rand Rasen, Wiese
- B bei oder im Umkreis von < 2m von Baumstamm
- C Rand Gebäude, Mauer, Holzbeige, Zaun
- D Rand Hecke, Gebüsch, Bodenbedecker, Rabatte, Wald, Gewässer
- E Rand Ackerfläche, Getreidefeld
- F Rand Strasse, Trottoir, Weg, Platz

In Tab. 12 ist für einige Habitattypen angegeben, in welchem Ausmass randliche Strukturen bei der Habitatnutzung sowie bei den Aktivitäten *Gehen* und *FS* miteinbezogen wurden.

Bei 9.3% der Nutzung von Rasenflächen hielten sich die Sender-Igel am Rand von gebüschartigen Strukturen (D) auf. Diesen Randbereich suchten die Tiere einerseits zur Nahrungssuche auf. Vielfach konnte auf solchen Flächen beobachtet werden, wie mit einsetzender Dunkelheit und zunehmender Bodenfeuchtigkeit potentielle Beutetiere der Igel wie Nacktschnecken aus diesen auch tagsüber feuchten Strukturen hervorkamen und sich über den Rasen ausbreiteten. Andererseits bewegten sich die Igel auch gerne entlang dieser Strukturen, sowohl die leichte Begehrbarkeit des Rasens wie auch den Sichtschutz entlang dieser Strukturgrenze nutzend.

Wo die Habitattypen *Hecke* und *Rabatte* an Gebäude oder Mauern (Struktur C) angrenzen, fehlt im Bodenbereich die Vegetation (Lichtmangel, Trockenheit, Pflanzabstand). Dieser tunnelartige Bereich erleichtert die Fortbewegung und gewährt dabei volle Deckung.

Im Randbereich der Siedlungen des Untersuchungsgebietes hatte es Wiesen mit Resten von Hochstamm-Obstbaumgärten. Igel, die diese Wiesen traversierten oder hier Futter suchten, lenkten ihren Weg auf solche Bäume. Diese Bäume könnten einerseits als Landmarken bei der Orientierung dienen, andererseits ist unter dem Blätterdach dieser Bäume ein erhöhtes Futterangebot zu erwarten.

Igel, die den Habitattyp *Trottoir* für grössere Ortswechsel benutzten, liefen fast ausschliesslich am Rand dieses Habitattyps. Das konnte auf der Oberkante des Randsteines zur Strasse hin sein oder dann entlang der gegenüberliegenden Trottoir-Begrenzung. Igel konnten wohl inmitten grosser, deckungsfreier Rasenflächen nach Nahrung suchen, bei der Fortbewegung auf diesen linienförmigen, offenen und versiegelten Flächen gingen sie jedoch bevorzugt entlang der wie Leitplanken wirkenden Grenzlinien (Anteil *Gehen* im Randbereich von *Trottoir* >38.7% (vgl. Tab. 12c); randlicher Flächenanteil (je ca. 30 cm) an Trottoir (ca. 2-3 m breit) ca. 20-30%. *Gehen* auf *Trottoir* umfasst sowohl *Gehen* entlang wie auch überqueren von Trottoir). Kleinräumige Ortswechsel im Siedlungsraum erfolgten fast notgedrungen zu einem grossen Teil entlang von unüberwindbaren Hindernissen wie Gebäuden oder Mauern. Die Igel wurden

Tab. 12: Einbezug randlicher Strukturen in die Habitatnutzung (Angaben in %). Die mit Grossbuchstaben bezeichneten Strukturen sind im Text näher umschrieben.

a. Gesamte Habitatnutzung

Habitattyp p	A Rand Wiese,...	B Rand Baum	C Rand Gebäude,	D Rand Gebüsch,	E Rand Acker,...	F Rand Strasse,..	n
Rasen	0.4	1.2	4.7	9.3	0.4	0.5	4383
Hecke	2.3	0.1	14.8	2.0	1.6	0.4	920
Rabatte	2.8	0.7	27.3	1.5	-	1.0	667
Weiden	0.4	6.5	6.6	2.0	0.2	-	805
Wiesen	1.3	12.6	6.7	6.7	2.4	2.0	3028
Trottoir	5.5	-	19.5	4.0	0.8	8.9	595

b. Habitatnutzung bezüglich Aktivität Futtersuche

Habitattyp p	A Rand Wiese,...	B Rand Baum	C Rand Gebäude,	D Rand Gebüsch,	E Rand Acker,...	F Rand Strasse,..	n
Rasen	0.4	1.1	3.5	8.7	0.4	0.3	3808
Hecke	2.7	-	9.1	1.3	3.3	0.4	451
Rabatte	4.2	0.3	13.2	3.1	-	0.7	288
Weiden	-	7.4	4.3	1.9	0.3	-	675
Wiesen	1.3	14.4	5.8	5.6	2.4	1.9	2379
Trottoir	19.6	-	26.8	10.7	-	19.6	56

c. Habitatnutzung bezüglich Aktivität Gehen

Habitattyp p	A Rand Wiese,...	B Rand Baum	C Rand Gebäude,	D Rand Gebüsch,	E Rand Acker,...	F Rand Strasse,..	n
Rasen	0.5	-	18.3	13.2	-	4.1	219
Hecke	-	-	31.0	2.4	-	1.2	84
Rabatte	-	-	41.6	-	-	1.3	77
Weiden	6.1	-	20.4	4.1	-	-	49
Wiesen	1.2	1.9	14.3	8.7	3.2	4.0	252
Trottoir	3.9	-	16.4	3.1	0.8	7.9	482

so sehr direkt zu Passagen und Durchlässen geleitet, hatten dabei in deckungsarmen Habitattypen aber gleichzeitig auch einen gewissen Schutz vor dem Gesehenwerden.

Auch in Ackerflächen bewegten sich die Igel vorwiegend am Rand der Kulturen, an Stellen, die die Fortbewegung erleichtern. Bei Maisfeldern war dies innerhalb der randlichen Pflanzenreihen und bei Getreidefeldern entlang des Geländeabsatzes, der durch die Bodenbearbeitung am Rand von Wiesen oder Ackerrandstreifen entsteht.

Bei der Routenwahl folgten die Igel wohl dem Verlauf von Grenzlinien, soweit diese zum anvisierten Ziel hinführten. Es waren aber nicht Grenzlinien, die die Routenwahl bestimmten.

5.3 Verteilung der Aktivitäten auf die Habitattypen

5.3.1 Nutzung der Habitattypen mit den Aktivitäten FS und Gehen

Die Tätigkeiten *FS* und *Gehen* machen 77.7% aller erfassten Aktivitätsangaben (ohne *Brunften*) aus. Die Verteilung dieser beiden Aktivitäten auf die Habitattypen ist, getrennt für die acht unterschiedenen Gruppen von Sender-Igeln, in Tab. 13 angegeben.

Die Verteilung der Aktivitäten *FS* und *Gehen* auf die Habitattypen ist nicht proportional zum Nutzungsanteil, den diese Habitattypen gesamthaft aufweisen (vgl. hierzu Tab. 9). Einzelne Habitattypen werden dabei im Vergleich zu ihrem Nutzungsanteil stärker, andere weniger stark genutzt. Eine stärkere Nutzung ist zu erwarten, wenn Habitattypen für spezifische Aktivitäten besonders attraktiv oder besonders geeignet sind.

In den Habitattypen *Rasen*, *Weide*, *Wiese 0* und *Wiese 20* ist der Anteil an *FS* für alle Gruppen von Sender-Igeln grösser als der entsprechende Nutzungsanteil. Dasselbe gilt - aber nicht mehr für alle Gruppen - auch für die Habitattypen *Kompost*, *Wiese +*, *Wald* sowie *Hecken* (Tab. 13.a).

Der Anteil an *Gehen* (Tab. 13.b) ist für alle Igel-Gruppen in den Habitattypen *Wege*, *Trottoir*, *Strasse* und *Feldweg* wesentlich grösser als der entsprechende Nutzungsanteil. Gleichfalls grösser ist der Anteil an *Gehen* für einen Teil der Igel-Gruppen in den Habitattypen *Acker*, *Rabatte*, *Hecken* und *Wiese+*.

Die Unterschiede in der überproportionalen Nutzung der Habitattypen bezüglich *FS* und *Gehen* zwischen den Igel-Gruppen folgen keinem ersichtlichen Muster. Ein Teil dieser Unterschiede beruht auf Werten, die auf einem kleinen Stichprobenumfang basieren oder nur kleine Abweichungen vom Nutzungsanteil des Habitattyps aufweisen. Weiter können diese Unterschiede auch bedingt sein durch gruppenspezifische oder individuelle Präferenzen oder Eigenarten sowie durch saisonale Effekte (z.B. Brunftperiode).

Gesamthaft gesehen waren grasbestandene Flächen für die Futtersuche besonders wichtig (Habitatanteil 56.4%, Anteil *FS* 74.1%). Diese Flächen enthalten offenbar ein reiches Futterangebot, welches bei niedriger Vegetationshöhe zudem leicht erreichbar ist (gut begehbar Flächen, auch Erdoberfläche zwischen Vegetation gut erreichbar). Die Sender-Igel nutzten bei der *FS* auch das punktförmig lokalisierte Futterangebot im Habitattyp *Kompost* sowie den *Wald* verstärkt. Für die räumliche Fortbewegung benutzten die Sender-Igel überproportional häufig linienförmige, versiegelte und unbewachsene Strukturen. Einerseits müssen solche Strukturen im Siedlungsraum auch bei kleinräumigen Bewegungen immer wieder überquert werden, andererseits erleichtern sie aber auch die gerichtete Fortbewegung über längere Distanzen. Bei

grösseren Ortswechselln über mehrere 100 m folgten Igel vielfach den weitgehend hindernisfreien Strukturen *Trottoir* oder *Feldweg*. Wurden die Tiere durch eine Störung (Fussgänger, Fahrzeug) zum Verlassen dieser Struktur veranlasst, so setzten sie ihren Weg in der eingeschlagenen Richtung fort, kehrten allenfalls etwas später auf die zuvor begangene Struktur zurück oder gingen parallel zu dieser in der angrenzenden Vegetation weiter. Gelegentlich wählten Tiere in der Folge einer Störung einen neuen, aber gleichfalls zum mutmasslichen Ziel hin-führenden Weg. Dass nicht der Verlauf der Habitattypen *Trottoir* und *Feldweg* allein die Routenwahl bestimmen, zeigt zumindest jenes Beispiel, bei welchem ein adultes Igelmännchen auf seinem Weg entlang zweier rechtwinklig aufeinanderstossender Feldwege rund 30 m vor deren Kreuzungspunkt eine Abkürzung durch die angrenzende Wiese wählte

Die Ackerflächen wurden vor allem durchquert und weniger zur Nahrungssuche aufgesucht. Getreidefelder durchquerten die Sender-Igel bevorzugt in den für sie leicht begeharen Fahrspuren, die die Landmaschinen beim Spritzen oder Düngen der Felder hinterlassen.

Mehrfach zwischen zwei räumlich lokalisierten Orten hin und her wechselnde Igel erreichten ihr Ziel in beiden Richtungen z.T. auf unterschiedlichen Wegen.

Tab. 13: Prozentuale Verteilung der Aktivitäten *Futtersuche (FS)* und *Gehen* auf die Habitattypen, dargestellt für die acht unterschiedenen Gruppen von Sender-Igeln.

a. FS

Habitattyp	popadm	popadw	pop1m	pop1w	hand1m	hand1w	popjuv	handjuv	Total %	n
Rasen	38.4	43.2	37.4	51.5	36.9	33.6	47.8	24.8	41.1	3808
Rabatte	3.0	1.4	3.1	4.8	4.1	4.5	4.0	9.9	3.1	288
Hecken	3.4	3.8	4.3	2.8	16.0	8.4	4.3	5.0	4.9	451
Kompost	6.4	3.4	2.8	8.9	4.7	5.6	2.5	10.4	5.0	460
Wege	0.5	0.2	0.5	0.4	0.2	0.8	1.1	1.0	0.5	43
Gebäude	0.1	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.04	4
Haufen	0.1	0.3	1.9	0.2	0.2	0.6	0.0	0.5	0.3	32
Trottoir	0.5	0.4	0.2	0.1	0.9	0.2	2.5	1.0	0.6	56
Strasse	0.2	0.0	0.0	0.2	0.0	0.1	0.5	0.0	0.1	11
Feldweg	0.1	0.4	0.2	0.0	1.1	0.2	0.3	1.0	0.3	27
Weide	4.1	13.7	3.5	1.2	6.5	2.7	4.0	14.4	7.3	675
Wiese 0	5.4	4.9	7.3	6.8	3.4	4.1	0.9	4.5	4.7	438
Wiese 20	20.8	14.4	19.6	14.2	14.0	11.2	15.9	12.9	15.8	1459
Wiese +	3.5	6.7	3.5	6.0	4.5	7.7	2.1	0.0	5.2	482
Acker	1.3	2.9	1.2	0.2	1.6	2.9	1.1	0.0	1.9	179
Wald	5.3	1.2	7.1	0.2	3.2	12.3	8.1	0.0	4.4	410
Rest	6.9	3.1	7.3	2.3	2.3	5.2	4.7	14.9	4.7	437
n	2099	3211	423	852	444	1155	874	202		9260
nTiere	10	9	4	6	7	11	8	4		50

Fortsetzung Tab. 13: b. Gehen

Habitattyp	popadm	popadw	pop1m	pop1w	hand1m	hand1w	popjuv	handjuv	Total %	n
Rasen	12.2	11.2	13.3	1.1	12.1	6.9	5.4	11.5	10.7	219
Rabatte	2.9	4.1	1.8	8.5	6.0	6.5	2.2	1.9	3.8	77
Hecken	4.0	3.0	4.8	6.4	5.2	3.7	5.4	1.9	4.1	84
Kompost	1.2	1.1	0.0	0.0	0.0	1.2	2.2	0.0	1.0	20
Wege	5.4	6.7	7.2	9.6	12.1	11.4	11.8	17.3	7.6	156
Gebäude	0.3	1.1	2.4	1.1	1.7	0.4	2.2	0.0	0.8	16
Haufen	0.1	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	0.2	5
Trottoir	22.6	24.5	17.5	37.2	23.0	22.4	30.1	23.1	23.5	482
Strasse	10.1	8.9	10.8	18.1	2.6	8.9	12.9	15.4	10.1	207
Feldweg	12.4	13.4	6.6	6.4	20.7	13.4	6.5	19.2	12.3	252
Weide	2.8	3.3	3.6	0.0	1.7	1.2	0.0	1.9	2.4	49
Wiese 0	2.9	1.5	2.4	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	39
Wiese 20	9.3	5.6	9.6	2.1	1.7	6.9	5.4	3.8	7.5	154
Wiese +	3.8	1.1	7.8	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0	2.9	59
Acker	4.5	5.2	7.8	6.4	10.3	2.8	5.4	0.0	5.0	103
Wald	3.1	1.9	0.6	0.0	0.9	1.6	0.0	0.0	2.1	43
Rest	2.4	6.3	3.6	1.1	1.7	11.0	10.8	1.9	4.3	88
n	1017	269	166	94	116	246	93	52		2053
nTiere	10	9	4	6	7	11	8	4		50

5.3.2 Aufteilung der Aktivitäten auf die Habitattypen

Das Verhältnis von Angebot und Nutzung gibt einen ersten Hinweis darauf, welche der Habitattypen für die beobachteten Igel besonders wichtig waren. Die einzelnen Habitattypen selbst wurden mit unterschiedlichen Aktivitäten genutzt. Die Bedeutung eines Habitattyps für eine spezifische Aktivität kann an zwei Werten abgeschätzt werden: Einerseits am Anteil einer spezifischen Aktivität, den ein Habitattyp auf sich vereinigt (Tab. 14 a.), und andererseits an der prozentualen Verteilung der Aktivitäten in diesem Habitattyp (Tab. 14 b.). Diese Werte sind für die zusammengefassten Daten aller Sender-Igel in Tab. 14 dargestellt. In dieser Tabelle sind die Werte gekennzeichnet, die um mindestens 10% grösser sind als der aus der Verteilung der Habitattypen bzw. Aktivitäten abgeleitete Erwartungswert.

41.1% der *Futtersuch*-Aktivitäten konzentrierten sich auf Rasenflächen, und der Aufenthalt auf *Rasen* wurde zu 86.9% für *Futtersuche* genutzt. Auch die anderen Habitattypen, die einen über dem Erwartungswert liegenden Anteil an der *FS* haben - *Kompost*, *Weide*, *Wiesen* und *Wald* -, wurden vorwiegend gezielt für *FS* genutzt.

Gehen hat in den Habitattypen *Wege*, *Trottoir*, *Strasse* und *Feldweg* einen über dem Erwartungswert liegenden Anteil. Auch hier liegt eine sehr spezifische Nutzung dieser Habitattypen vor. Wird die Aktivität *FS+Gehen* mitgerechnet, so wurden auch die Habitattypen *Wege* und *Acker* zu gegen 50% für *Gehen* genutzt.

Für die Ruhepausen ausserhalb von Nestern (*Ruhen offen*) nutzten die beobachteten Igel Strukturen, die Deckung bieten. Solche Ruheplätze fanden sich in Hohlräumen zwischen und unter abgestelltem Material, in die Tiere überragender Vegetation oder im Randbereich von Mauern, Holzbeigen und Hecken. Die Igel waren an ihren Ruheplätzen nicht unbedingt gänzlich unsichtbar, ihre Körperkonturen lösten sich aber in der Struktur der Umgebung weitgehend auf. Über der Erwartung liegen die Werte für *Ruhen offen* in den Habitattypen *Rabatte*, *Hecken*, *Wiese 20* und + (alles höhere Vegetation), sowie *Wege*, *Gebäude* und *Haufen*. *Wege*

Tab. 14: Aufteilung der Aktivitäten auf die Habitattypen (alle Daten zusammengefasst). Doppelt umrandet sind die Werte, die mindestens 10% grösser sind als der aus der Verteilung der Habitattypen bzw. Aktivitäten abgeleitete Erwartungswert. (FS = *Futtersuche*, aktiv = *ausser Sicht aktiv*, restl. Aktivi. = *restliche Aktivitäten*)

a. Prozentuale Verteilung der einzelnen Aktivitäten auf die verschiedenen Habitattypen. (Lese-Beispiel: 41.1% der gesamten *Futtersuche* erfolgt auf *Rasen*, und 30.1% der Habitatnutzung entfällt auf *Rasen*)

Aktivität↓ Habitattyp	FS	Gehen	FS + Gehen	Ruhen offen	Ruhen i. Nest	Erkun- den	aktiv	restl. Aktivi.	Habitatanteil	
									%	n
Rasen	41.1	10.7	21.8	11.1	0.0	5.7	9.9	19.8	30.1	4383
Rabatte	3.1	3.8	4.9	15.2	13.6	2.2	1.4	8.1	4.6	666
Hecken	4.9	4.1	7.4	15.3	11.5	1.6	10.9	18.3	6.3	920
Kompost	5.0	1.0	1.5	1.8	3.9	0.8	0.3	2.2	3.8	547
Wege	0.5	7.6	1.1	3.6	0.0	19.5	0.3	2.8	2.2	321
Gebäude	0.04	0.8	0.0	6.2	19.6	29.2	16.0	9.5	2.9	426
Haufen	0.3	0.2	0.2	9.2	28.5	17.6	9.9	8.5	3.2	467
Trottoir	0.6	23.5	0.2	0.0	0.0	8.6	0.0	4.0	4.1	595
Strasse	0.1	10.1	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	1.7	1.6	231
Feldweg	0.3	12.3	2.1	0.5	0.0	3.0	0.0	2.0	2.2	316
Weide	7.3	2.4	4.0	5.5	0.0	0.0	4.1	1.3	5.5	805
Wiese 0	4.7	1.9	4.0	1.7	0.0	0.5	0.0	0.5	3.5	514
Wiese 20	15.8	7.5	22.5	14.2	0.0	0.5	1.4	5.1	12.8	1864
Wiese +	5.2	2.9	6.6	5.4	0.7	0.3	2.4	3.8	4.5	649
Acker	1.9	5.0	17.8	1.7	0.4	0.3	3.4	2.5	2.8	408
Wald	4.4	2.1	3.6	1.7	3.3	0.5	3.4	1.3	3.6	528
Rest	4.7	4.3	2.3	6.9	18.5	8.9	36.5	8.6	6.3	919
Aktivitäts- anteil %	63.6	14.1	3.2	5.2	5.2	2.5	2.0	4.1	100	
n	9260	2053	472	759	750	370	293	602		14559

Fortsetzung **Tab. 14:**

b. Prozentuale Verteilung der verschiedenen Aktivitäten innerhalb der einzelnen Habitattypen. (Lese-Beispiel: 86.9% der gesamten Aktivität auf *Rasen* besteht aus *Futtersuche*, und 63.6% der Aktivität entfällt auf *FS*)

Aktivität→ Habitattyp	FS	Gehen	FS + Gehen	Ruhen offen	Ruhen i. Nest	Erkun- den	aktiv	restl. Aktivi.	Habitatanteil	
									%	n
Rasen	86.9	5.0	2.3	1.9	0.0	0.5	0.7	2.7	30.1	4383
Rabatte	43.2	11.6	3.5	17.3	15.3	1.2	0.6	7.4	4.6	666
Hecken	49.0	9.1	3.8	12.6	9.3	0.7	3.5	12.0	6.3	920
Kompost	84.1	3.7	1.3	2.6	5.3	0.5	0.2	2.4	3.8	547
Wege	13.4	48.6	1.6	8.4	0.0	22.4	0.3	5.3	2.2	321
Gebäude	0.9	3.8	0.0	11.0	34.5	24.4	11.0	13.4	2.9	426
Haufen	6.9	1.1	0.2	15.0	45.8	13.9	6.2	10.9	3.2	467
Trottoir	9.4	81.0	0.2	0.0	0.0	5.4	0.0	4.0	4.1	595
Strasse	4.8	89.6	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	4.3	1.6	231
Feldweg	8.5	79.7	3.2	1.3	0.0	3.5	0.0	3.8	2.2	316
Weide	83.9	6.1	2.4	5.2	0.0	0.0	1.5	1.0	5.5	805
Wiese 0	85.2	7.6	3.7	2.5	0.0	0.4	0.0	0.6	3.5	514
Wiese 20	78.3	8.3	5.7	5.8	0.0	0.1	0.2	1.7	12.8	1864
Wiese +	74.3	9.1	4.8	6.3	0.8	0.2	1.1	3.5	4.5	649
Acker	43.9	25.2	20.6	3.2	0.7	0.2	2.5	3.7	2.8	408
Wald	77.7	8.1	3.2	2.5	4.7	0.4	1.9	1.5	3.6	528
Rest	47.6	9.6	1.2	5.7	15.1	3.6	11.6	5.7	6.3	919
Aktivitäts- anteil %	63.6	14.1	3.2	5.2	5.2	2.5	2.0	4.1	100	
n	9260	2053	472	759	750	370	293	602		14559

umfassen Strukturen wie Plattenwege um Gebäude oder Sitzplätze, die mit der Möblierung, mit Nischen oder abgestelltem Material auch Deckung bieten.

Rabatte, *Hecken*, *Gebäude* und *Haufen* sind die Habitattypen, die einen über dem Erwartungswert liegenden Anteil an *Ruhen im Nest* aufweisen. Dies spiegelt den Umstand wieder, dass die meisten Tagesschlafplätze der beobachteten Igel in diesen Habitattypen lagen (vgl. Kap. 5.4.1).

Die Habitattypen *Wege*, *Gebäude*, *Haufen*, *Trottoir* und *Feldweg* haben für die Aktivität *Erkunden/Untersuchen* einen Anteil, der den Erwartungswert übersteigt. In den drei erstgenannten Habitattypen dürfte die Erkundung von Hohlräumen und die Konfrontation mit fremden Düften ('Gebrauchsgüter' des Menschen) im Vordergrund gestanden haben, während in den Habitattypen *Trottoir* und *Feldweg* auch Geruchsspuren von potentiellen Beutetieren wahrgenommen wurden. In *Wege*, *Gebäude* und *Haufen* nimmt *Erkunden/Untersuchen* einen grösseren Anteil an der gesamten hier beobachteten Aktivität ein.

Tab. 15: Aufteilung der Aktivitäten *Futtersuche (FS)* und *Gehen* auf verschiedene Habitattypen im Verlauf des Jahres, dargestellt für adulte Männchen (*popadm*). Der obere Wert gibt den prozentualen Anteil der Aktivität an der gesamten Aktivität im Habitattyp an. Der untere Wert gibt den prozentualen Anteil der Aktivität wieder, den der Habitattyp auf sich vereinigt. Habitattypen, in welchen sich die Anteile der Aktivitäten *FS* und *Gehen* im Laufe des Jahres nicht stark veränderten, wurden hier weggelassen. Die am Schluss der Tabelle angegebenen Stichprobengrößen und prozentualen Anteile beziehen sich auf die gesamte Aktivität.

Monat	4		5		6		7		8		9		10	
	FS	Geh.												
Rasen	92.3	2.4	58.1	22.9	62.8	22.1	55.9	21.8	73.2	13.4	94.7	3.6	87.4	0.0
	45.5	5.2	29.5	13.7	22.0	9.3	35.4	12.8	38.6	18.2	46.9	10.5	46.1	0.0
Rabatte	54.5	27.3	33.3	44.4	55.6	33.3	26.9	30.8	38.5	11.5	53.8	3.8	57.1	14.3
	1.7	3.9	1.4	2.3	4.1	2.9	2.6	2.8	4.1	3.2	4.1	1.8	2.2	4.8
Hekke	60.0	10.0	6.3	31.3	29.2	25.0	16.0	32.0	41.8	15.2	40.4	14.9	0.0	25.0
	1.7	1.3	0.5	2.9	2.9	2.9	1.5	2.8	6.8	6.4	5.6	12.3	0.0	4.8
Wege	0.0	63.6	11.1	88.9	14.3	50.0	0.0	81.3	18.4	31.6	11.1	44.4	0.0	100
	0.0	9.1	0.5	4.6	0.8	3.4	0.0	4.5	1.5	6.4	0.3	7.0	0.0	14.3
Trottoir	9.5	76.2	0.0	97.9	0.0	96.4	3.4	89.7	7.8	86.3	20.0	80.0	0.0	100
	0.6	20.8	0.0	26.3	0.0	26.3	0.7	18.0	0.8	23.5	0.6	14.0	0.0	33.3
Feldweg	0.0	88.9	0.0	97.4	0.0	95.2	0.0	92.3	0.0	76.5	0.0	100	100	0.0
	0.0	20.8	0.0	21.1	0.0	9.8	0.0	12.5	0.0	7.0	0.0	7.0	1.1	0.0
Weide	68.2	13.6	77.8	5.6	33.3	66.7	64.0	28.0	50.0	50.0	76.9	15.4	93.8	0.0
	4.4	3.9	6.8	0.6	2.4	5.9	6.0	2.4	0.6	1.6	2.9	3.5	8.3	0.0
Wiese 0	100	0.0	86.5	8.1	73.1	21.2	44.8	48.3	50.0	25.0	100	0.0	84.2	0.0
	1.5	0.0	15.5	1.7	15.5	5.4	4.9	4.8	0.4	0.5	2.1	0.0	8.9	0.0
Wiese 20	84.9	7.1	65.7	25.7	55.7	21.3	50.0	35.3	73.0	11.5	79.3	8.0	85.2	3.7
	31.2	11.7	11.1	5.1	13.9	6.3	21.6	14.2	18.5	7.5	20.2	12.3	25.6	9.5
Wiese +	53.3	6.7	57.6	30.3	46.9	37.5	33.3	48.1	65.0	15.0	81.8	0.0	0.0	0.0
	2.3	1.3	9.2	5.7	6.1	5.9	3.4	4.5	2.7	1.6	2.6	0.0	0.0	0.0
Acker	0.0	60.0	0.0	100	15.8	73.7	0.0	76.9	33.3	25.0	23.1	0.0	0.0	0.0
	0.0	3.9	0.0	2.3	1.2	6.8	0.0	3.5	4.1	8.0	0.9	0.0	0.0	0.0
n	343	77	207	175	245	205	268	289	482	187	341	57	180	21
%	70.0	15.7	45.8	38.7	44.5	37.2	37.6	40.6	54.4	21.1	65.0	10.9	63.4	7.4

5.3.3 Dynamik der Habitatnutzung im Jahresverlauf

Im vorhergehenden Abschnitt wurde die Verteilung der Aktivitäten auf die Habitattypen mit den zusammengefassten Daten aller Sender-Igel dargestellt. Mit der Zusammenfassung der Daten werden gruppenspezifische und zeitliche Muster in der Habitatnutzung verwischt.

In Tab. 15 ist mit den Daten adulter männlicher Igel (*popadm*) für die Aktivitäten *FS* und *Gehen* ein Beispiel für ein zeitliches Muster der Habitatnutzung dargestellt. Angegeben sind in der Tabelle der prozentuale Anteil der Aktivität an der gesamten Aktivität im Habitattyp, sowie der prozentuale Anteil der Aktivität, den der Habitattyp auf sich vereinigt.

Männliche Igel gehen während der Brunftperiode (April bis August) vermehrt. Die Habitattypen *Trottoir* und *Feldweg* haben in dieser Zeit einen erhöhten Nutzungsanteil (vgl. Tab. 11 a) und zugleich einen erhöhten Anteil an der Aktivität *Gehen*. In den Habitattypen *Rasen*, *Weide* und *Wiesen* nimmt der Anteil an *FS* vorerst ab und gegen Ende der Brunftperiode wieder zu, während sich der Anteil an *Gehen* im umgekehrten Sinne verändert. Die Männchen suchen in diesen Habitattypen grossräumig nach Weibchen, die hier auf Futtersuche sind. Auf ihren grossräumigen Wanderungen während der Brunftperiode durchqueren (*Gehen*) die Männchen auch den Habitattyp *Acker*. Sie suchen hier aber kaum nach Futter.

5.4 Tages- und Winterschlafplätze

Ein weiterer Aspekt der Habitatnutzung ist die Wahl der Schlafplätze. Die Schlafplätze der Sendertiere wurden beinahe täglich aufgesucht und aufgrund ihre Lage einem Habitattyp zugeordnet. Bei der genauen Lokalisation der Schlafplätze wurden Störungen der gesuchten Tiere peinlichst vermieden.

Nachfolgend werden zuerst einige generelle Bemerkungen zur Art der Schlafplätze der beobachteten Igel gemacht. Anschliessend wird die Verteilung der Schlafplätze auf die verschiedenen Habitattypen dargestellt.

Igel verbringen den Tag in der Regel ruhend an einem von Aussen nicht einseharen Tagesschlafplatz. Solche Tagesschlafplätze befinden sich z.B. in Höhlungen oder in dichter Vegetation und sind von unterschiedlichem Ausbau. Eigentliche Nester werden von beiden Geschlechtern aus Material wie Laub, Gras, ausgerissenen Pflanzen oder Abfall (Papier, Plastik) gebaut. Das Nestmaterial sammeln die Tiere mit dem Maul und tragen es so aus einem Umkreis von einigen Metern zum Nestplatz. Solche Nester bilden Haufen, die durch Äste, Brombeerranken und dergleichen zusammengehalten werden, oder füllen ganze Hohlräume aus und haben im Zentrum eine Höhlung. Die Höhlung bilden die Tiere, indem sie sich im Materialhaufen offen-

bar drehen. Die Nesthülle erhält dabei einen geschichteten Aufbau. Z.T. werden auch Nester direkt in geeignetem Material wie Heu oder Stroh angelegt. Andere Nester enthalten rund um eine Nestmulde nur einen Kranz von Nestmaterial und sind nach oben offen. Bei nur kurzzeitiger Nutzung werden Hohlräume auch ohne vorgängige Auspolsterung mit Nestmaterial als Tagesschlafplätze genutzt. Gelegentlich ruhen Igel am Tage offen in höherer Vegetation am Rande von Strukturen wie Holzbeigen oder Materiallagern.

Ein Igel nutzt im Laufe des Jahres verschiedene Schlafplätze. Die Schlafplätze werden unterschiedlich lang und mit Unterbrüchen z.T. wiederholt genutzt. Männchen nutzen eine grössere Zahl von verschiedenen Schlafplätzen als Weibchen und wechseln diese während der Brunftzeit manchmal fast täglich. So nutzte ein Männchen während der 14-monatigen Beobachtungszeit 45 verschiedene Schlafplätze.

Ein Tagesschlafplatz kann zu unterschiedlichen Zeiten von verschiedenen Tieren benutzt werden. Das kann unregelmässig genutzte Schlafplätze betreffen, aber auch Schlafplätze, die über längere Zeit vom gleichen Tier belegt sind. Ein Weibchen musste sich z.B. im Abstand weniger Tage zweimal kurzfristig einen anderen Schlafplatz suchen, da sie bei ihrer Rückkehr zu ihrem aktuellen Tagesschlafplatz diesen bereits von einem Männchen belegt vorfand.

Für den Winterschlaf bauen die Igel gleichfalls Nester. Diese Nester sind in ihrem Aufbau und in ihrem Volumen vergleichbar mit Tagesschlafnestern.

5.4.1 Tagesschlafplätze

In Tab. 16 sind die verschiedenen Tagesschlafplätze (n=570), die von den beobachteten Igel genutzt worden sind, in ihrer prozentualen Verteilung auf die Habitattypen angegeben.

Die Verteilung der Tagesschlafplätze auf die Grobhabitate *Siedlung*, *Landwirtschaft* und *Wald* ist weder proportional zum gewichteten Angebot noch zur nächtlichen Nutzung dieser Grobhabitate (vgl. Tab. 8). 86.7% der Tagesschlafplätze liegen im Grobhabitat *Siedlung*, 6.3% in der *Landwirtschaft* und 7% im *Wald*. Wie bei der Berechnung der Nutzung (vgl. Tab. 8) wurden auch hier 90% der unter *Rest* zusammengefassten Beobachtungen der *Siedlung* und 10% der *Landwirtschaft* zugerechnet. Gegenüber der nächtlichen Nutzung dieser Grobhabitate ist damit der Anteil der Schlafplätze in der *Siedlung* höher (86.7% « 64.4%), in der *Landwirtschaft* deutlich geringer (6.3% « 31.9%) und im *Wald* höher (7% « 3.6%).

Gut drei Viertel der erfassten Tagesschlafplätze lagen in den Habitattypen *Haufen*, *Gebäude*, *Hecke* und *Rabatte*. Diese Habitattypen wurden gegenüber dem Angebot (vgl. Tab. 10) deutlich häufiger als Tagesschlafplätze genutzt (Chi²-Test, p<<0.001).

Mit Plastik abgedeckte oder locker aufgeschichtete Grünabfälle (*Kompost*) sowie hochgewachsene Wiesen (*Wiese +*) und Getreidefelder (*Acker*) waren weitere Strukturen, die von den beobachteten Igel für Tagesschlafplätze genutzt wurden.

Tab. 16: Prozentuale Verteilung der Tagesschlafplätze auf die Habitattypen. Angegeben ist zudem die Verteilung der Winterschlafplätze auf die Habitattypen.

Habitattyp	popad		pop1		hand1		juv		Total		Winter-nester
	m	w	m	w	m	w	pop	hand	%	n	
Rasen						1.2	4.2		0.4	2	-
Rabatte	12.3	16.4	10.2	17.4	16.1	12.8	25.0	10.0	14.6	83	6
Hecke	19.8	14.3	6.1	13.0	33.9	27.9	20.8		19.1	109	4
Kompost	1.2	4.3	2.0	2.2	5.4	1.2	4.2		2.6	15	1
Wege		0.7			1.8				0.4	2	-
Gebäude	22.8	21.4	32.7	34.8	8.9	15.1	16.7	10.0	21.4	122	2
Haufen	25.3	25.0	26.6	17.4	12.5	25.6	12.5	10.0	22.8	130	3
Weide	0.6								0.2	1	-
Wiese 0		0.7							0.2	1	-
Wiese 20	0.6								0.2	1	-
Wiese +	3.7	4.3	4.1	13.0	1.8			10.0	3.9	22	2
Acker	1.9				1.8	3.5			1.2	7	-
Wald	7.4	6.4	16.3	2.2	5.4	4.7	4.2	20.0	7.0	40	7
Rest	4.3	6.4	2.0		12.5	8.1		40.0	6.1	35	-
n	162	140	49	46	56	86	24	10		570	25
nTiere	10	9	4	6	7	11	8	4		50	

In der Verteilung der Tagesschlafplätze auf die Habitattypen unterscheiden sich die Werte der adulten Männchen und Weibchen (*popadm/w*) nicht (Chi²-Test). Auch zwischen den Gruppen *hand1m* und *hand1w* besteht diesbezüglich kein Unterschied.

Hand1-Tiere nutzten im Vergleich zu *pop1*-Tieren die Habitattypen *Hecke* häufiger und *Gebäude* weniger häufig als Tagesschlafplatz. Dieser Unterschied könnte damit zusammenhängen, dass die *hand1*- und *pop1*-Tiere unterschiedlich gut mit den örtlichen Gegebenheiten vertraut sind. Während die Nutzung des im Angebot nur mit einem kleinen Anteil vertretenen Habitattypes *Gebäude* gewisse Ortskenntnisse voraussetzt, ist der häufigere Habitattyp *Hecke* als linienförmige und vielfach an Futtergründe angrenzende Struktur einfacher auffindbar.

Der Anteil von *Rest* ist bei den *hand*-Tieren etwas grösser als bei den anderen Tieren. Dies ist im wesentlichen auf die Nutzung des Schlafplatzes Igelboxe, die im Habitattyp *Rest* enthalten ist, zurückzuführen. *Hand*-Tiere hatten nach ihrer Freilassung weiterhin die Möglichkeit, die ihnen vom Aufenthalt im Aussengehege her vertrauten Schlafboxen zu benützen. Einzelne

Tiere kehrten bereits nach der ersten Nacht in der Freiheit nicht mehr zurück, andere nutzten diese Schlafboxen noch während einigen Tagen bis zu zwei Wochen als Tagesschlafplatz. Auch freilebende Igel nutzten gelegentlich solche Boxen als Tagesschlafplatz.

Verschiedentlich ruhten Sender-Igel seitlich eingerollt am Tage offen, ohne Nest und ausserhalb von Höhlungen an Orten, wo sie für den Beobachter sichtbar waren. 6.7% (n=38) der Tagesschlafplätze entfielen auf eine solche Situation. Die mehrheitlich für derartige Schlafplätze genutzten Habitattypen boten zumindest von der Vegetationshöhe her einen gewissen Sichtschutz: Wiesen mit über 30 cm hoher Vegetation (*Wiese* +, n=12), unter Sträuchern oder in Hecken (*Hecke*, n=9), *Wald* (n=5), *Rabatten* (n=4). Diese Tagesschlafplätze wurden jeweils nur einmal genutzt. Eine Ausnahme bildete ein ca. 1 m breiter Bereich in einer schmalen Thujahecke (oberhalb einer Stützmauer in einem nur über einen Zugang erreichbaren Garten), der von einem adulten Männchen mehrmals in Abständen von einigen Tagen im August und ein weiteres Mal im folgenden April als Tagesschlafplatz aufgesucht wurde.

Offene Tagesschlafplätze wurden - ausser bei Jungtieren (*juv*) - bei Igel aller unterschiedenen Gruppen beobachtet. Mehrmals ruhten adulte Männchen offen in nächster Nähe des Schlafplatzes eines Weibchens, das sie zuvor bis in die frühen Morgenstunden umbrunfeten hatten.

5.4.2 Winterschlafplätze

Mit einem Sender gingen 15 Igel einmal und 3 Igel zweimal in den Winterschlaf. 2 Igel wechselten während der Winterschlafperiode zweimal ihren Schlafplatz. Die Verteilung der so erfassten Winterschlafnester (n=25) auf die Habitattypen ist ebenfalls in Tab. 16 angegeben.

16 Winterschlafnester befanden sich im Grobhabitat *Siedlung*, 2 in der *Landwirtschaft* und 7 im *Wald*.

Die im Siedlungsraum gelegenen Winterschlafnester verteilen sich - wie bei den Tagesschlafplätzen - vorwiegend auf die Habitattypen *Rabatte*, *Hecke*, *Haufen* und *Gebäude*.

Die beiden Winterschlafnester im Grobhabitat *Landwirtschaft* befanden sich unter abgestorbenen Grasbüscheln in ungemähten Böschungen.

Im Wald bauten die Igel ihre Winterschlafnester unter Asthaufen (4 mal), unter einem Baumstrunk, in einem Haufen Grünabfällen sowie in einer Höhlung zwischen den brettartigen Wurzeln einer grossen Tanne.

Zwei adulte Igel-Männchen bauten ihre Winterschlafnester im Wald ausserhalb des Gebietes, in welchem sie während der Beobachtungszeit aktiv waren. Ein adultes Igel-Weibchen bezog als Winterquartier einen Haufen zusammengewischter Heuabfälle in einer Scheune. Zwei Tage,

nachdem sie vom Bauern, der sich um ihre Sicherheit sorgte, umquartiert worden war, kehrte sie an ihren alten Platz zurück. Ein während 21 Monaten beobachtetes Weibchen baute seine beiden Winterschlafnester im Abstand von einem Meter in der gleichen Rabatte eines schwer zugänglichen Gartens. Zwischen den beiden Winterschlafperioden wurde sie in diesem Garten nicht beobachtet.

5.5 Diskussion

Igel werden in den unterschiedlichsten Lebensräumen wie Wald, landwirtschaftliches Kulturland, Weideland, Golfplätze, Kleingartenareale, Parkanlagen oder durchgrünte, städtische wie ländliche Siedlungsgebiete gefunden. Die höchsten Populationsdichten wurden dabei in durchgrünten Siedlungsgebieten und Parkanlagen (BROCKIE 1975, BERTHOUD 1982, ESSER 1984, DIETZEN & OBERMAIER 1986, PALM & STÖWER 1990) sowie, in Neuseeland, auf Weideland (CAMPELL 1973, PARKES 1975) beobachtet. Aufgrund dieses gehäuften Vorkommens im Siedlungsbereich wird der Igel verschiedentlich als Kulturfolger eingestuft (ESSER 1982, HAHN 1986, DIETZEN & OBERMAIER 1989, BONTADINA 1991).

HERTER vermerkte bereits 1938, es sei "auffällig, dass Igel so häufig innerhalb menschlicher Siedlungen leben" und dass Igel in kleinen wie auch in grossen Städten mit viel Grünflächen, Parks und Gärten nicht selten beobachtet würden. Die Literaturhinweise und eigenen Beobachtungen, auf welche HERTER seine Aussagen abstützte, basierten nicht auf systematischen, flächigen Erhebungen. Zufällige Beobachtungen von Igel sind am ehesten dort zu erwarten, wo sich potentielle Beobachter auch am häufigsten aufhalten. Es ist deshalb denkbar, dass in der Darstellung von HERTER das Siedlungsgebiet als Lebensraum des Igel zu stark gewichtet wurde. Auf jeden Fall aber haben sich Igel schon früher und nicht erst in jüngerer Zeit im Siedlungsgebiet aufgehalten.

Die landwirtschaftliche Kulturlandschaft hingegen hat eine dramatische Umwandlung erfahren. Die ehemals reiche strukturelle Vielfalt der Landschaft wurde zugunsten einer intensiveren und rationelleren Bewirtschaftung beseitigt, sodass man wohl annehmen darf, dass diese Gebiete als potentieller Lebensraum des Igel an Bedeutung verloren haben.

Die Igel haben bei der Nutzung der Grobhabitate *Siedlung*, *Landwirtschaft* und *Wald* ein deutliches Wahlverhalten gezeigt. In der vorliegenden Studie waren *Siedlungsgebiet*, *Landwirtschaftsgebiete* sowie *Waldflächen* für die Tiere innerhalb der von ihnen täglich zurückgelegten Wegstrecken erreichbar. Die Igel nutzten diese Habitate während ihrer Aktivitätszeit aber nicht proportional zum Angebot, sondern bevorzugten deutlich den Siedlungsraum (ca. 1:3.7; Abb. 11). Landwirtschaftsgebiete (ca. 1:0.5) und speziell Wald (ca. 1:0.18) nutzten die Tiere unter dem Angebot.

Auch bei der Nutzung der feiner unterteilten Habitattypen (Tab. 4) waren die Igel selektiv. Mehr als die Hälfte aller Nutzungsangaben entfallen auf *Rasen*, *Wiesen* und *Weiden*. Die Nutzungsanteile der Habitattypen *Acker* und *Wald* sind hingegen unbedeutend. ESSER (1984) fand in einer städtischen Parkanlage und in einer ländlichen Siedlung gleichfalls eine ausgeprägte Bevorzugung von Rasen- und Wiesenflächen. Nach seinen Angaben mieden die Igel Ackerflächen und Wald.

Verschiedene Habitattypen wurden für verschiedene Aktivitäten bevorzugt benutzt. Gut 70% der gesamten Futtersuche fand in den Habitattypen *Rasen*, *Wiesen* und *Weide* statt (Tab. 14a) und die Hauptaktivität in diesen Habitattypen bestand den auch aus *Futtersuche* (Tab. 14b). Diese Grünflächen werden ein reiches und insbesondere bei niedriger Vegetationshöhe gut erreichbares Nahrungsangebot enthalten. Die Regenwurmbiomasse - als ein Mass für das Angebot an potentiellen Beutetieren des Igels - steigt von *Ackerfläche* über *Wald* und *Hecke* zu *Rasen*, *Wiese* und *Weide* deutlich an (ESSER 1984). Rasenflächen sind typische Habitate des Siedlungsraumes. Sie werden weitgehend nach ästhetischen Grundsätzen gestaltet und intensiv gepflegt. Sie sind in der Vegetationszusammensetzung sehr artenarm. Nicht alle Rasenflächen werden gleichermassen intensiv von Igel genutzt. Einen Hinweis darauf, dass Aufbau und Pflege - über das Nahrungsangebot - die Attraktivität dieser Flächen für Igel beeinflussen, geben die Beobachtungen von BONTADINA et al. (1993). Diese Autoren konnten auf Sportrasen, die auf eine hohe Belastung angelegt waren, wohl Igel bei der Traversierung, nicht aber bei der Nahrungssuche beobachten. Diese Rasenflächen wiesen zur besseren Drainage im Bodengrund einen hohen Sandanteil auf, wurden zur Förderung einer dichten, belastbaren Grasnarbe gedüngt und häufig gemäht und wurden zur Unterdrückung von Klee (Bienenflug!) mit Herbiziden behandelt.

Auch die beiden Habitattypen *Kompost* und *Wald* wurden von den Igel gezielt zur Nahrungssuche aufgesucht. Komposthaufen sind stationäre, ganzjährige Futterquellen. Sie locken die verschiedensten potentiellen Beutetiere der Igel an und enthalten überdies z.T. auch Speiseabfälle, die von Igel auch gerne angenommen werden.

BERTHOUD (1978) nennt als wichtigste Nahrungsgründe Wiesen, Gemüsekulturen und Gemüsegärten.

Für die Fortbewegung (*Gehen*) nutzten die Igel weit über dem Angebot die Habitattypen *Trottoir*, *Strasse* und *Feldweg*. *Ackerflächen* wurden zu etwa gleichen Teilen für die Fortbewegung wie für die Nahrungssuche genutzt. Die struktur- und deckungsreichen Habitattypen *Rabatte*, *Hecken*, *Gebäude* sowie *Haufen* wurden bevorzugt für Ruhepausen aufgesucht.

Die Unterschiede in der Aktivität, die im Jahresverlauf zwischen adulten Männchen und Weibchen festgestellt werden können, zeichnen sich auch in der Habitatnutzung ab (Tab. 11 und 15). Während der Brunftzeit nutzten die Männchen vermehrt die Habitattypen *Trottoir* und *Feldweg*. Auf diesen vegetationslosen und linienförmigen Strukturen können Igel innert kurzer

Zeit raumgreifend Distanzen überbrücken. Bei den Männchen nahm die Nutzung der *Rasenflächen* in dieser Periode ab, und gleichzeitig nahm auf *Rasen* wie auch auf *Wiesen* und *Weiden* der Anteil der Aktivität *Gehen* zu Lasten der Aktivität *Futtersuche* zu. Auf diesen Flächen suchen die Männchen die hier nach Nahrung suchenden Weibchen. Während Weibchen sich auf *Ackerflächen* vorwiegend futtersuchend aufhielten, durchquerten die Männchen diese Flächen vor allem. In Getreidefeldern benutzten sie dabei oft die gassenartigen Fahrspuren der Landmaschinen.

Verkehrswege werden vorwiegend mit negativen Auswirkungen auf Wildtiere in Verbindung gebracht. Einerseits werden viele Tiere auf Strassen überfahren, andererseits können Strassen als Barrieren wirken und die Wanderung und Ausbreitung von Tierarten behindern oder gar unterbinden (MADER 1979). Daneben können Verkehrswege von Tieren aber auch vorteilhaft bei Ortswechseln genutzt werden. In der vorliegenden Studie nutzten insbesondere Igel Männchen die Habitattypen *Trottoir* und *Feldweg*, um bei grösseren Ortswechseln während der Brunftperiode zumindest Teile ihrer Wegstrecken mit geringerem Energie- und Zeitaufwand zurückzulegen. Die Strukturen *Trottoir* und *Feldweg* können - Wildwechseln gleich - Verbindungsweg und Orientierungshilfe zwischen zwei Zielorten sein. PIENAAR (1968) beobachtete in einem südafrikanischen Nationalpark verschiedene, auch grössere Tiere (z.B. Stachelschweine, Schildkröten, aber auch Elefanten), die Strassen als bequeme, hindernisfreie und schnelle Verbindungswege zwischen bevorzugten Nahrungsplätzen oder Wasserstellen benutzten. Neu angelegte Strassen haben dort auch dazu beigetragen, dass früher von bestimmten Tieren wenig begangene Flächen in der Folge von diesen häufiger aufgesucht wurden.

Strassen wurden von den beobachteten Igel nicht zur Futtersuche aufgesucht. Ein potentiell Futterangebot wie z.B. von durch Fahrzeuge getöteten oder durch die Wärmeabstrahlung der sich während des Tages erwärmten Fahrbahn angelockten Insekten (WEINZIERL 1957, SPONHOLZ 1965, HAHN 1986) kann nicht als mögliche Erklärung für die grosse Zahl der auf Strassen verunfallten Igel herangezogen werden. Verschiedentlich konnte ich Igel-Männchen beobachten, die auf ihren Wanderungen entlang von Wiesen oder Feldern auf Strassen gingen. Bei Störungen durch herannahende Fahrzeuge wechselten diese Tiere in der Regel in die angrenzende Vegetation. Igel können ansonsten im Strassenbereich sehr vorsichtig sein und nach Störungen mehrere Anläufe benötigen, bis sie Strassen überqueren. Die Besonderheit der Situation 'Strasse' zeigt sich auch darin, dass im Rahmen dieser Studie beobachtete Igel breite Strassen häufiger senkrecht und mit grösserer Geschwindigkeit überquerten als schmale Strassen (BONTADINA 1991).

Die von den beobachteten Igel benutzten Tagesschlafplätze lagen zu einem überwiegenden Teil im Siedlungsraum (Tab. 16). Die gegenüber dem Angebot deutlich häufiger für Tagesschlafplätze genutzten Habitattypen waren dabei *Haufen*, *Gebäude*, *Hecke* und *Rabatte*. Der Siedlungsraum bietet hier offenbar das grösste und vielfältigste Angebot an Strukturen, die zur

Anlage von Tagesschlafplätzen geeignet sind. *Haufen* (Holzbeigen, Asthaufen, Materiallager), *Gebäude* (in und unter Gebäuden, Gebäuderand) und *Rabatte* (Bodenbedecker, Zwergsträucher) sind spezifische Strukturen des Siedlungsraumes. Insbesondere Landwirtschaftsbetriebe mit verschiedenen Nebengebäuden und Materiallagern sowie Hangbefestigungen und Böschungsbepflanzungen mit Bodenbedeckern bieten den Igel vielfältige Möglichkeiten zur Anlage von Schlafnestern. Die sehr zahlreichen Tagesschlafplätze in Hecken und unter Holz- und Asthaufen weisen auf gestalterische Möglichkeiten hin, um den Siedlungsraum als Lebensraum für Igel aufzuwerten. Offene, für den Beobachter einsehbare Tagesschlafplätze befanden sich mehrheitlich in hoher und dichter Vegetation.

In den Grobhabitaten *Landwirtschaft* und *Wald* legten die beobachteten Igel nur wenige Tagesschlafplätze an. Während im *Landwirtschaftsbereich* Igel kaum Strukturen finden können, die ihnen den Bau von Nestern ermöglichen, wären solche im *Wald* sehr wohl vorhanden. Waldränder, Jungwuchsflächen, Brombeergestrüpp oder Asthaufen bieten sich hier für Tagesschlafplätze an. Den Wald aber haben die meisten Igel nur am Rande in ihren Aktionsraum miteinbezogen. Die geringe Zahl von Schlafplätzen im Wald dürften daher weniger mit dem Nestplatzangebot zusammenhängen als vielmehr auf das durch das Nahrungsangebot bestimmte räumliche Nutzungsmuster zurückzuführen sein.

Auch die erfassten Winterschlafnester wurden mehrheitlich im Siedlungsraum und in den gleichen, für Tagesschlafplätze bevorzugten Habitattypen angelegt.

Für die Nestanlage vor allem wichtig sind Strukturen, die dem Nestmaterial seitlich und/oder von oben Halt geben (MORRIS 1973, REEVE & MORRIS 1985). Entsprechend vielfältig ist die Palette der Standorte, die in der Literatur für Nester angegeben wird. Als häufigste Neststandorte werden Brombeer- und Dornestrüpp, Hecken, Basis von Bäumen und Sträuchern, hohes und dichtes Gras sowie Asthaufen genannt (MORRIS 1973, MOORS 1979, REEVE 1981, ESSER 1984, BOITANI & REGGIANI 1984, REEVE & MORRIS 1985, PALM & STÖWER 1990). Diese Angaben stammen aus Untersuchungsgebieten, die nicht inmitten von überbauten Siedlungsgebieten lagen. Im Bereich von Parkanlagen und Landwirtschaftsflächen wurden Nester in Waldbereichen, Gehölzstreifen, Rabatten sowie in angrenzenden Kleingärten mit Gartenhäuschen und Komposthaufen gefunden (MORRIS 1973, BERTHOUD 1978, ESSER 1984, PALM & STÖWER 1990), und wo Gebäude vorhanden waren, fanden sich Schlafplätze auch in alten Gebäuden und Scheunen (ESSER 1984, WALHOVD 1984, MORRIS 1985, OBERMAIER 1985). In städtischem Siedlungsgebiet waren Rabatten/Bodenbedecker, Hecken/Sträucher und Haufen/Materiallager die wichtigsten Strukturen bei der Wahl der Tagesschlafplätze (BONTADINA et al. 1993).

6. RAUMNUTZUNG

In regelmässigen Intervallen von 5 Minuten wurde der Aufenthaltsort der unter Sichtbeobachtung stehenden Igel auf Tonband protokolliert. Die mit Hilfe von markanten Strukturen wie Gebäuden, Grundstücksgrenzen, Einzelbäumen, Strassen- und Wegrändern u.ä.m. möglichst genau (auf 10 m) festgehaltenen Ortsangaben wurden als Punkte auf Karten übertragen. Diesen Karten wurde dann ein Raster quadratischer Felder von 10x10 m Seitenlänge unterlegt und den Ortsangaben die Koordinaten der entsprechenden Rasterfelder zugeordnet.

Der Aktionsraum eines Igels kann einerseits dargestellt werden durch die Fläche, in welcher er sich in einer bestimmten Zeiteinheit bewegt. Andererseits kann dieser Aktionsraum auch durch Distanzen charakterisiert werden, welche die in einer bestimmten Zeiteinheit zurückgelegten Wegstrecken oder die maximale Entfernung von einem Ausgangspunkt (Aktionsradius) angeben.

Das von einem Tier im Rahmen seiner 'normalen Aktivitäten' (Futtersuche, Fortpflanzung, Jungenaufzucht) genutzte Areal bezeichnet BURT (1943) als 'home range'. Auf diesem 'home range'-Konzept basieren verschiedene in der Literatur beschriebene Methoden, um aus den punktuell im Raum verteilten Beobachtungen eines Tieres eine die Raumnutzung charakterisierende Flächenangabe zu berechnen. Ein zentraler Punkt dieser Flächenberechnungen ist dabei die Frage, welche räumlichen Aktivitäten als 'normal' eingestuft werden, und welche als spezielle Ereignisse von der Flächenberechnung ausgenommen werden sollen. Um in diesem Punkt subjektive Entscheidungen zu umgehen, sind mathematisch komplexe Berechnungsverfahren entwickelt worden, die nur einen bestimmten Prozentsatz aller Ortsangaben in die Flächenberechnung einbeziehen (MACDONALD et al. 1980, VOIGT & TINLINE 1980, WHITE & GARROTT 1990). Diese Verfahren erlauben wohl quantitative Vergleiche zwischen Individuen und Populationen, ihnen liegen jedoch z.T. biologisch nicht begründbare Annahmen zugrunde. Weiter setzen diese Verfahren voraus, dass aufeinanderfolgende Ortsangaben statistisch voneinander unabhängig sind.

Die 'home ranges' oder Aktionsräume der in dieser Studie beobachteten Igel wurden nach der einfach anwendbaren 'Minimum Convex Polygon'-Methode berechnet. Die äussersten Punkte einer Schar von Ortsangaben werden dabei so miteinander verbunden, dass ein konvexes Polygon entsteht. Anschliessend wird die Fläche dieses Polygons berechnet.

Ein Nachteil dieser Methode besteht darin, dass die so berechnete Fläche eine Schätzung des gesamten und nicht nur des 'normalerweise' genutzten Areals darstellt und dadurch die Fläche

mit steigender Zahl von Beobachtungen zunimmt (MACDONALD et al. 1980, WHITE & GARROTT 1990). Weiter kann diese Fläche auch ungenutzte Areale einschliessen.

Die Strategie der räumlichen Futtersuche wurde im Rahmen dieser Arbeit nicht gezielt untersucht. Mit einigen Beobachtungen soll jedoch kurz das Futtersuchverhalten, welches die Ausdehnung des Aktionsraumes wesentlich beeinflusst, illustriert werden.

In der Regel begann die Futtersuche mit dem Verlassen des Schlafplatzes. Futtersuchend und mehr oder weniger zielstrebig zurückgelegte Wegstrecken verbanden Flächen, auf welchen die Tiere kleinräumig und längere Zeit intensiv futtersuchend verweilten. Solche intensiv genutzte Flächen befanden sich insbesondere auf Rasen, Weiden und Wiesen oder - als punktuelle Nahrungsquellen - bei Komposthaufen und künstlichen Futterstellen. Der Aufenthalt auf solchen Flächen konnte sich über Stunden erstrecken. So suchte Ende April ein Männchen während mindestens 4½ Stunden auf einer rund 200 m² grossen Rasenfläche - die es eventuell bereits früher, sicher aber nochmals später aufsuchte - nach Futter. Dabei hatte es dieses Tier offenbar auf die im Wurzelbereich der Rasenpflanzen vorhandenen Larven von Schnaken (*Tipula sp.*) oder Junikäfern (*Amphimallon sp.*) abgesehen, die es mit bohrenden Bewegungen der Schnauze und unter Mithilfe der Vorderpfoten freilegte. Von den dabei im Boden entstandenen Löchern konnten anderntags auf einer Fläche von knapp 150 m² deren 216 gezählt werden. Eine intensiv nach Futter abgesuchte Fläche konnte vom selben Tier in mehreren aufeinanderfolgenden Nächten aufgesucht werden.

Auf mit Obstbäumen bestandenen Wiesen gingen futtersuchende Igel vielfach von einem Baum zum anderen. Unterhalb des Blätterdaches dieser Bäume ist möglicherweise ein erhöhtes, auch baumbewohnende Beutetiere umfassendes Futterangebot vorhanden.

Die bei der Futtersuche zurückgelegten Wegstrecken konnten vom Schlafplatz aus direkt in ein intensiv genutztes Gebiet und von diesem wieder auf ähnlichem Wege zurück zum Schlafplatz führen. Diese Routen konnten aber auch den Besuch verschiedener kurzzeitig intensiv genutzter Flächen einschliessen und nach einem schlingenförmigen Verlauf wieder zum Schlafplatz zurückführen. Die Weibchen unterbrachen ihre Futtersuche allenfalls für kürzere Ruhepausen und gelegentlich für die Erkundung von Gebäuden oder Materiallagern. Bei den Männchen erfolgte die Nahrungsaufnahme während der Paarungszeit z.T. beiläufig während dem Zurücklegen grösserer Strecken, z.T. während intensiver Futtersuche zu unterschiedlichen Zeiten der nächtlichen Aktivität. Im Gegensatz zu den Weibchen kehrten die Männchen am Ende der Nacht häufig nicht zu jenem Schlafplatz zurück, von welchem aus sie zu Beginn der Nacht gestartet waren.

6.1 Grösse der Aktionsräume

Die nach der 'Minimum Convex Polygon'-Methode berechneten Aktionsräume der sendermarkierten Igel sind in Tab. 17 angegeben. Die monatlichen Werte basieren auf mindestens 15 Ortsangaben (n= 15-526). Die weiteren Flächenberechnungen beruhen auf allen Ortsangaben eines Kalenderjahres (Fläche A in Tab. 17; n= 77-978) sowie auf sämtlichen Ortsangaben aus verschiedenen Jahren (Flächen B und C in Tab. 17; n= 162-1315). Beim Vergleich dieser Werte muss beachtet werden, dass die Stichprobengrössen für die Berechnung der Flächen sowie die Beobachtungsdauer der einzelnen Tiere unterschiedlich sind. Die nachfolgend angegebenen Distanzen sind in Luftlinie gemessen.

Die grössten Aktionsräume weisen adulte Männchen auf (Tab. 17 e. *popadm*). Ausserhalb der Brunftperiode messen die monatlichen Aktionsräume rund 20 ha (10 - 40 ha), während der Brunftperiode (April - August) sind sie mit rund 110 ha (10 - 360 ha) deutlich grösser. Die Männchen unternahmen in der Brunftperiode grössere Streifzüge, von welchen sie - z.T. in Etappen - jeweils wieder in jenen Bereich zurückkehrten, von welchem aus sie gestartet waren. Einzelne Männchen pendelten auch zwischen verschiedenen Teilbereichen ihres Aktionsraumes hin und her. Ziel dieser Streifzüge war das Auffinden von Weibchen. Ich erhielt den Eindruck, dass die Männchen sich auf ihren Streifzügen Kenntnisse über die ungefähren Aufenthaltsräume der verschiedenen Weibchen erwarben. Diese Räume suchten sie dann wiederholt gezielt auf und begannen dort, in vielleicht hektargrossen Flächen in rascher Fortbewegung nach Weibchen zu suchen. Während einer Fortpflanzungsperiode konnte dieselben Männchen in bis zu 6 verschiedenen, z.T. aufeinanderfolgenden Nächten brunftend mit jeweils demselben Weibchen angetroffen werden. Mehrfach hat ein Männchen das gleiche Weibchen in verschiedenen Nächten und von verschiedenen Schlafplätzen ausgehend über Distanzen von rund 1.2 km aufgesucht. Dabei überbrückte es grössere Wegstrecken in direkter Linie. Verschiedentlich konnte ich Männchen beobachten, wie sie sich geruchlich orientierend einer Spur folgten, bis sie auf ein Weibchen trafen, das sie sogleich zu umbrunften begannen.

Vergleichsweise kleine Aktionsräume hatten die Tiere Nr. 11 sowie - im Monat August - Nr. 35. Männchen Nr. 11 war nur kleinräumig aktiv, und Nr. 35 zeigte im August erste Anzeichen einer Erkrankung. Beide Tiere starben anfangs September.

Die jährlichen Aktionsräume der Männchen sind (soweit sie erfasst wurden) im Mittel 180 ha gross. Männchen Nr. 35 hat mit 477.8 ha den grössten berechneten Aktionsraum, wobei in dieser Fläche der letzte Ausflug, den dieses Tier todkrank in das rund 2 km entfernte Nachbardorf unternahm, nicht eingerechnet ist. Rund 200 und 500 ha gross sind die gesamten Aktionsräume jener drei Tiere, die über zwei Jahre hinweg beobachtet wurden.

Im Unterschied zu den Aktionsräumen der adulten Männchen sind jene der adulten Weibchen (Tab. 17 f. *popadw*) kleiner. Die Mittelwerte für die einzelnen Monate bewegen sich zwischen

5.5 und 11.4 ha. Die Brunftperiode sowie der Umstand, ob die Weibchen Junge hatten oder nicht, hatten keinen Einfluss auf die Grösse der Aktionsräume.

Tab. 17: Fläche (ha) der monatlichen Aktionsräume sendermarkierter Igel, berechnet nach der Konvex-Polygon-Methode. Die Tiere sind in die acht unterschiedenen Gruppen unterteilt (a. - h.).

Monatswerte wurden nur berechnet, wenn mindesten 15 Ortsangaben vorlagen. Mit * sind weitere Monate bezeichnet, in welchen die Tiere unter Beobachtung standen. Unter 'Fläche' sind folgende Werte angegeben: **A:** Fläche, die alle Ortsangaben eines Jahres einschliesst, **B:** gesamter Aktionsraum adulter Tiere mit Ortsangaben aus verschiedenen Jahren, und **C:** gesamter, Ortsangaben verschiedener Jahre umfassender Aktionsraum von Tieren, die während der Beobachtungszeit verschiedenen Gruppen angehörten (die Beobachtungszeit der einzelnen Tiere kann Tab. 2 entnommen werden). Die doppelt umrandeten Werte kennzeichnen jene Monate, in welchen die betreffenden Igel ihren Aktionsraum verlagert haben.

a. poplm

Tier Nr.	Monat											Fläche	
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	A	C	
86	*	178.9	19.5								322.3	334.9	
106	13.5	91.5	119.5	18.5							174.7	174.7	
112							5.7	23.2	*	*	38.8		

b. handlm

Tier Nr.	Monat											Fläche
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	A	
2			28.9	1.3							31.4	
6				3.9							3.9	
56			89.3	47.5	8.8	*					181.8	
61				*							11.1	
65				6.3	9.9	0.4	1.2	0.1			23.2	
99					17.4						17.4	
140				27.5	9.9	7.6					27.9	

c. poplw

Tier Nr.	Monat											Fläche	
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	A	C	
14			3.5	4.2							19.5		
87	*	0.16	0.1								0.2	0.6	
88	*	3.7	3.1	11.8	6.2	6.3	6.9	4.9	*	*	25.1		
109	3.7	3.7	6.8	1.2	*						13.8	15.6	
114	*	8.1	23.0	4.1	6.7	5.7	*				32.2	60.1	

Fortsetzung **Tab. 17:**

d. handlw

Tier Nr.	Monat											Fläche
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	A	
1			18.6								18.6	
3				77.5	*						250.5	
5			2.0	18.1	7.2	*					26.4	
16				7.4	52.8						71.5	
17				28.9	147.5	3.0	40.8	4.6	4.6	*	162.9	
62				1.0	26.8						32.7	
70				14.6	4.2	*	4.3	5.1			15.3	
103				4.0	4.2	4.3	10.4	1.1	*	*	15.2	

e. popadm

Tier Nr.	Monat											Fläche	
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	A	B	
11					15.4	10.3	2.9				33.7		
18				*	84.7	113.6	52.7	10.0	15.9	*	*	132.8	
28								13.9	*	*	17.4		
	*	55.8	116.8	125.1	77.6						196.4	196.7	
35						*	17.1	18.4	*	*	100.6		
	*	165.8	359.3	82.8	38.0	8.1	*				477.8	498.1	
97						179.6	18.3	*	*	*	179.5		
	38.9	81.4	112.0	52.1	*						144.2	202.2	
104					69.5	112.4	*				142.6		
144					308.4						308.4		
148					*	*					84.0		

f. popjuv

Tier Nr.	Monat											Fläche
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	A	
106								1.4	*	*	2.2	
109							2.4	4.9	*	*	7.9	
114							15.2	7.3	3.8	*	20.1	
115							1.0	28.7			31.1	
161						0.9	0.7	1.0			1.6	
171								24.4			24.4	
174										30.4	30.4	

Fortsetzung **Tab. 17:****g. popadw**

Tier Nr.	Monat											Fläche		
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		A	B	C
17	*	2.0	8.4									9.2		162.9
26		11.0	3.3	2.7	4.3	*		4.2	7.3	*		9.9		
					12.3	*	2.4					20.6	21.8	
41	*	6.3	2.1	22.8	24.2	14.1	13.0	15.6	18.8	*		40.5		
						*	4.2	*				130.6	133.1	
76	*	*	12.6	15.2	23.7		3.9	*	*	*		6.1		
												51.8	54.6	
77	*	3.3	20.2	15.4	9.2	*	1.9	6.1	9.9	*		16.9		
	*	3.0	35.1		9.9	31.3	7.2	30.4	20.1	*		80.9		
												38.6	84.2	
83	*	0.8	9.5	2.4	8.7	8.3	10.9	7.0	3.0	24.8		28.8		
	*	5.2	8.5	4.2	*			5.0	5.4	*		16.3		
												19.6	45.9	
88	*	3.2	0.9	0.8	2.7							6.3		29.5
103	*	7.3	10.4	1.1	2.2	1.1	*	*				16.8		28.7
136					*	4.2	6.4					9.1		

h. handjuv

Tier Nr.	Monat											Fläche
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		A
82							*	4.6	1.6	3.9		7.8
86								0.2	2.5	*		8.3
87								0.6	*	*		0.6
88								1.7	*	*		1.7

Die adulten Weibchen unternahmen keine grösseren Wanderungen. Grössere monatliche wie jährliche Aktionsräume ergaben sich für Weibchen, die den Schwerpunkt ihrer Aktivitäten für einige Zeit räumlich verlagerten (und dabei z.T. ihre Tagesschlafplätze beibehielten) oder im Sommer und Herbst/Frühjahr wechselweise voneinander abgegrenzte Teil-Aktionsräume benutzten.

Die jährlichen Aktionsräume der Weibchen haben im Mittel eine Ausdehnung von 33 ha. Die gesamten Aktionsräume der über mehrere Jahre beobachteten Weibchen sind im Mittel rund 68 ha (22 - 133 ha) gross. Eine gewisse Ortstreue der Tiere über verschiedene Jahre hinweg lässt sich daran ablesen, dass die über die gesamte Beobachtungszeit erhobenen Aktionsräume kleiner als die Summe der sich überlappenden jährlichen Aktionsräume sind.

Die freilebend aufgewachsenen Jungtiere (Tab. 17 g. *popjuv*; ausser Nr. 106 alles Weibchen) waren zu Beginn ihrer Beobachtungszeit zwischen 1½ und 4 Monate alt. Ihre monatlichen Aktionsräume variierten in der Grösse beträchtlich. Das Jungtier Nr. 115 erweiterte im August seinen Aktionsraum stark, kehrte aber anfänglich immer wieder zum gleichen Tagesschlafplatz zurück, bis es dann diesen um rund 540 m verlagerte. Die beiden Tiere Nr. 171 und Nr. 174 wechselten während ihrer zweiwöchigen Beobachtungszeit ihren Tagesschlafplatz nicht. Sie unternahmen je eine erfasste grössere Wanderung, die wesentlich zur Grösse des für sie berechneten Aktionsraumes beiträgt.

Die handaufgezogenen oder zuvor betreuten Jungtiere (Tab. 17 h. *handjuv*; Nrn. 87 und 88: Weibchen) waren bei ihrer Freilassung 3 - 4 Monate alt. Diese Tiere waren nur kleinräumig aktiv.

Grosse Unterschiede weisen die Aktionsräume der *poplm*-Tiere auf (Tab. 17 a. *poplm*). Die beiden im Frühjahr beobachteten Tiere haben in dieser Zeit ihren Aktionsraum verlagert. Tier Nr. 86 (im vorausgegangenen Herbst ausgewildert) wanderte aus dem Siedlungsgebiet rund 2000 m weg in ein vorwiegend bewaldetes Gebiet. Tier Nr. 106 erweiterte sukzessive seinen Aktionsraum und verlagerte dann dessen Schwerpunkt um rund 1500 m. Dieser Prozess schien noch nicht ganz abgeschlossen, als dieses Tier überfahren wurde. Die grossen monatlichen Streifgebiete (90 - 180 ha) dieser beiden Tiere sind nicht - wie bei den adulten Männchen - eine Folge von raumgreifenden Wanderungen auf der Suche nach Weibchen, sondern eine Folge der Verlagerung des Zentrums des Aktionsraumes.

Das dritte Tier dieser Gruppe, Nr. 112, war während der Beobachtungszeit im Herbst rund 200 - 1250 m von seinem Geburtsort entfernt aktiv.

Ein nicht sendermarkiertes Tier der gleichen Altersgruppe wurde 5 km entfernt von jenem Bereich, in welchem es im vorangehenden Herbst mehrmals beobachtet wurde, wiedergefunden.

3 der 7 ausgewilderten 1-jährigen Männchen (Tab. 17 b. *handlm*) wechselten 8 - 10 Tage nach ihrer Freilassung aus dem Bereich des Freilassungsortes in neue, rund 1400 bis 2800 m entfernte Aktionsräume. Einer dieser Ortswechsel (Tier Nr. 56) erfolgte in zwei Etappen: In der zweiten Nachthälfte lief dieses Tier los, durchquerte rasch und in direkter Linie - wahrscheinlich entlang von Feldwegen - landwirtschaftliches Kulturland und nutzte als Tagesschlafplatz eine an einer Wegkreuzung freistehende, vom letzten Schlafplatz 2400 m entfernte Feldscheune, von welcher aus es in der folgenden Nacht 750 m weiter zu einem Weiler zog.

Die Tiere Nr. 2, 56, 65 und 140 zeigten gegen Ende ihrer ihrer Beobachtungszeit Anzeichen einer später durch die Sektion bestätigten Erkrankung. Sie waren nur noch kleinräumig aktiv, ruhten oft, verloren an Gewicht und starben. Bedingt durch die grösseren Ortswechsel sowie

die Erkrankung mehrerer Tiere variieren die monatlichen Aktionsräume in ihrer Grösse beträchtlich.

Von den *pop1w*-Tieren (Tab. 17 c. *pop1w*) wechselte während der Beobachtungszeit keines seinen Aktionsraum. Sehr klein ist der Aktionsraum von Tier Nr. 87. Dieses im vorangegangenen Herbst ausgewilderte Weibchen hielt sich praktisch nur in zwei Gärten auf, erkrankte und starb Mitte Mai. Die Werte für die monatlichen wie die jährlichen Aktionsräume der *pop1w*-Tiere (ausgenommen Tier Nr. 87) sind von ähnlicher Grösse wie die Werte der adulten Weibchen.

Auch aus der Gruppe der ausgewilderten 1-jährigen Weibchen (Tab. 17 d. *hand1w*) haben einige Tiere den Bereich des Freilassungsortes verlassen und grössere Wanderungen unternommen. 3 bis 4 Tage nach der Freilassung wanderten die Tiere Nr. 1 und 3 ab. Tier Nr. 1 verlor - 1300 m entfernt - frühzeitig den Sender. Tier Nr. 3 ging vorerst in zwei Etappen rund 1500 m weit nordwärts, überwand dann einen Hügelzug und ein Tal und wurde, 4200 m weiter südwärts, in einem Weiler wiedergefunden. Die Weibchen Nr. 16 und 17 verliessen 27 Tage nach ihrer Freilassung ihren bisherigen Aktionsraum. Tier Nr. 16 wurde 3000 m entfernt wiedergefunden. Tier Nr. 17 hatte sich gleich nach der Freilassung in Etappen rund 400 m vom Freilassungsort entfernt. Von hier aus zog es dann rund 2500 m weiter, kehrte aber innert zweier Tage wieder in das ursprüngliche Freilassungsgebiet zurück und verlagerte kurz darauf erneut das Zentrum seines Aktionsraumes um 750 m.

Die monatlichen Aktionsräume, die nicht von grösseren Wanderungen beeinflusst sind, sind von ähnlicher Grösse (im Mittel 9.8 ha) wie die monatlichen Aktionsräume der *pop1w*-Tiere (im Mittel 6.3 ha). Dies gilt entsprechend auch für die jährlichen Aktionsräume.

Vergleicht man das räumliche Verhalten der beobachteten Igel, so stellt man fest, dass dieses je nach Geschlecht und Alter der Tiere unterschiedlich war.

Die adulten Männchen waren während der Brunftperiode grossräumig aktiv. Ihre Aktionsräume hatten Aktivitätsschwerpunkte, zu welchen die Tiere immer wieder zurückkehrten. Die Art der Bewegung im Raum, die wiederholte Nutzung weit auseinanderliegender Tagesschlafplätze sowie die gerichtete, schnelle Rückkehr zu Tagesschlafplätzen über grössere Distanzen vermittelten den Eindruck, dass diese Tiere auch grossräumig über gute Ortskenntnisse und eine gute Orientierung verfügen.

Die Aktionsräume der adulten Weibchen waren kleiner. Diese Tiere verlagerten wohl zeitweise den Schwerpunkt ihrer Aktivitäten, unternahmen aber keine grösseren Wanderungen.

Nicht einheitlich war das räumliche Verhalten der juvenilen und 1-jährigen Tiere. Einzelne Tiere dieser Gruppen waren während der ganzen Beobachtungszeit im gleichen Bereich aktiv, andere hingegen verliessen ihre anfänglich genutzten Aktionsräume und wanderten aus in neue, z.T. mehrere km entfernte Aktionsräume. So quasi als Zwischenschritt unternahmen zwei ju-

venile Tiere je eine grössere, exkursionsartige Wanderung, von welcher sie an den Ausgangspunkt zurückkehrten. Sowohl freilebend aufgewachsene wie auch nach künstlicher Aufzucht freigelassene Igel führten Wanderbewegungen aus.

Pop1-Tiere hatten bereits vor und haben nochmals nach ihrer 1. Überwinterung die Möglichkeit zu migrieren, während *hand1*-Tieren dafür nur die Zeit nach ihrer Freilassung verbleibt. Wanderbewegungen von *hand1*-Tieren wurden so mit grösserer Wahrscheinlichkeit erfasst als solche von *pop*-Tieren. Sowohl *hand1*-Männchen wie auch -Weibchen wanderten aus, hingegen konnte bei keinem *pop1*-Weibchen ein solches Ereignis mitverfolgt werden. Die Frage, ob sich Männchen und Weibchen in der Tendenz zu migrieren oder im Zeitpunkt einer Migration unterscheiden, kann mit dem vorliegenden Datenmaterial nicht beantwortet werden.

Es wurden keinerlei Beobachtungen gemacht, die auf eine raumgebundene Intoleranz zwischen Igel gleich oder unterschiedlichen Geschlechtes hingewiesen hätten. Die Aktionsräume verschiedener Igel haben sich z.T. stark überlappt, und gelegentlich lagen die Tagesschlafplätze adulter Tiere in nächster Nachbarschaft.

6.2 Nächtliche Wegstrecken und Aktionsradien

Die räumliche Aktivität der beobachteten Igel wird, ausser durch die Fläche des Aktionsraumes, zusätzlich durch zwei Distanzmasse charakterisiert. Das eine Mass ist die in einer Nacht zurückgelegte Wegstrecke, das andere ist die zugehörige maximale Entfernung vom Ausgangspunkt (Schlafplatz) des nächtlichen Streifzuges, der Aktionsradius. Die Wegstrecke misst dabei die lineare Ausdehnung der täglichen Streifzüge, und der Aktionsradius setzt, indem er die Reichweite dieser Streifzüge angibt, diese Wegstrecke in einen räumlichen Bezug.

Wegstrecken wurden berechnet, wenn die Schlafplätze zu Beginn und am Ende der nächtlichen Aktivitätsphase bekannt waren und mindestens 6 verschiedene Ortsangaben aus mindestens 2 Nachtstunden vorlagen. Gemessen wurde die Länge der direkten Verbindungslinie zwischen den chronologisch geordneten Ortsangaben (Koordinaten in einem 10x10 m Gitternetz). Die so erhaltene Wegstrecke stellt eine minimale Schätzung des tatsächlich zurückgelegten Weges dar.

Die pro Nacht zurückgelegten Wegstrecken sowie die entsprechenden Aktionsradien (maximale Entfernung vom Schlafplatz) sind in Abb. 12 dargestellt.

Die Länge der von den adulten Männchen (*popadm*) pro Nacht zurückgelegten Wegstrecken ändert sich mit dem Verlauf der Brunftzeit. Die Werte nehmen von der Periode *ausserhalb* der Brunft (März, September, Oktober; Wert a in Abb. 12) über die Periode zu *Beginn* und *Ende* der Brunft (April, August; Wert b in Abb. 12) bis zur Periode der *Brunft* (Mai bis Juli; Wert c

in Abb. 12) im Verhältnis von etwa 1:2:3 zu. Die monatlichen Mittelwerte der Wegstrecken ($n_{\text{Tiere}} = 2-7$) verändern sich parallel zum monatlichen Anteil der Aktivität *Gehen* an der Gesamtaktivität (vgl. Abb. 4a). Die Standardabweichung der monatlichen Mittelwerte der Wegstrecken - wie auch jene der Aktionsradien - ist während der Paarungszeit gross. Diese Streuung ist dadurch zu erklären, dass je nach dem, ob ein Männchen ein Weibchen findet und es kürzer oder länger umbrunftet oder ob es eine längere Zeit Futter sucht, die Länge der in einer Nacht zurückgelegten Wegstrecke sehr stark variieren kann.

Die längste gemessene Wegstrecke war 6300 m lang, wobei in diesem Fall einige weitere 100 m wegen der schnellen Fortbewegung des betreffenden Tieres in hoher Vegetation nicht erfasst werden konnten. Die diesen Streifzug begrenzenden Schlafplätze lagen 1650 m auseinander. Verschiedene Männchen unternahmen mehrfach Streifzüge von 2000 - 5000 m Länge. Die Streuung der monatlichen Mittelwerte der zurückgelegten Wege ist gross, da individuelle Unterschiede in der Ausdehnung der Streifzüge bestehen und die beobachteten Tiere in einzelnen Nächten vermehrt Futter suchten oder längere Zeit örtlich stationär brunfteten.

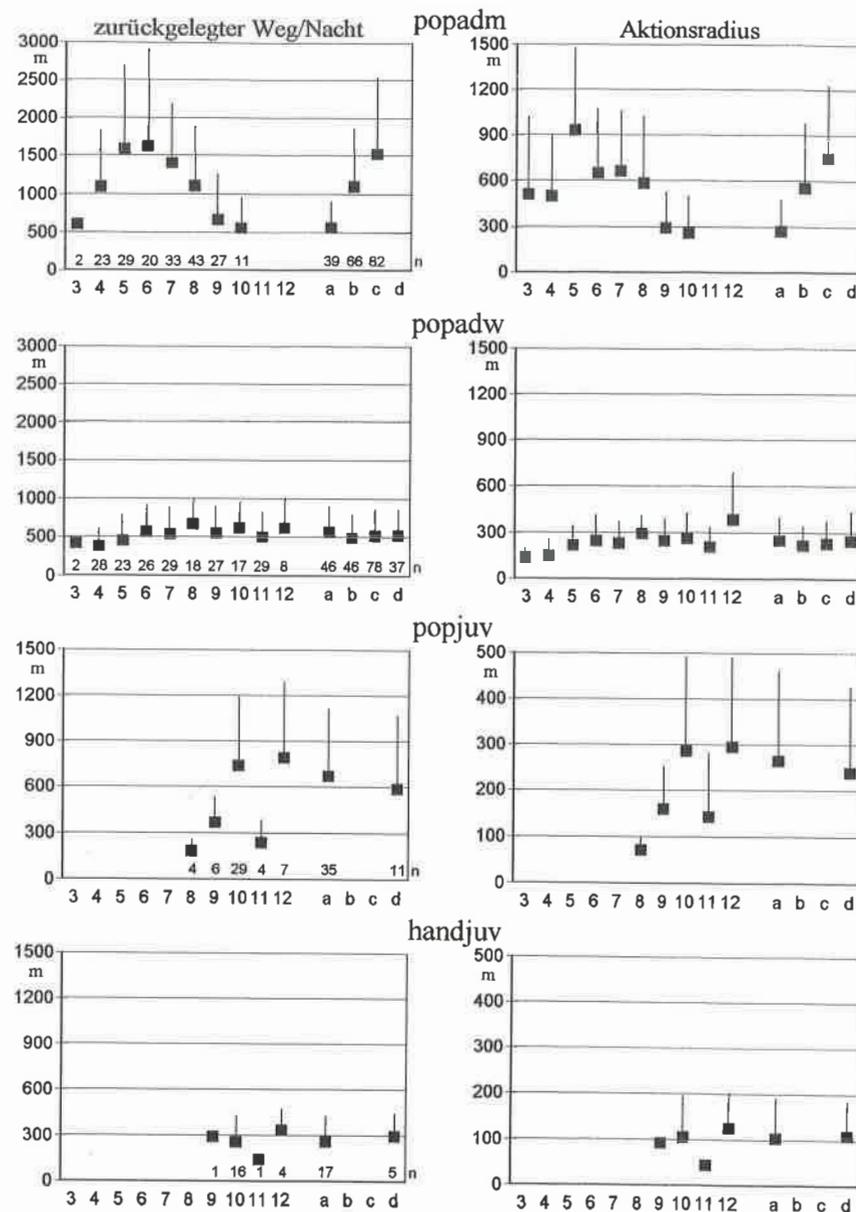
Auch der Aktionsradius der adulten Männchen nimmt im Verlauf der Brunftzeit zu. Bildet man den Quotienten aus den beiden Werten 'zurückgelegter Weg' und 'Aktionsradius', so erhält man für die drei unterschiedenen Perioden *ausserhalb*, *Beginn/Ende* und während der *Brunft* den gleichen Betrag. Die adulten Männchen haben während der Brunftzeit nicht nur grössere Wegstrecken zurückgelegt, sondern auch ihren Aktionsradius in gleichem Masse erweitert.

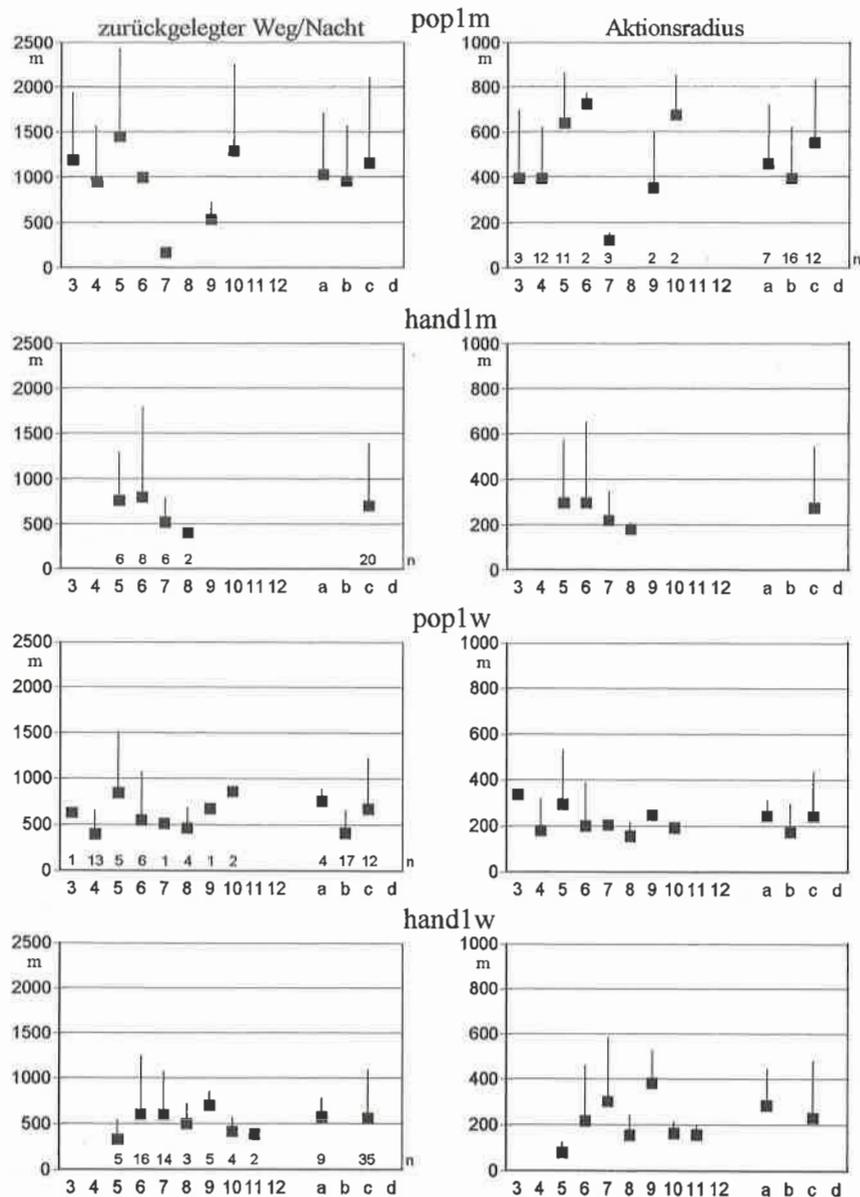
Der grösste gemessene Aktionsradius - er entsprach der Entfernung zwischen den beiden Schlafplätzen - betrug 1797 m. Mehrere Aktionsradien lagen zwischen 1000 und 1700 m.

Keinen grösseren Schwankungen unterworfen sind die von den adulten Weibchen (*popadw*) im Laufe des Jahres pro Nacht zurückgelegten Wegstrecken. Die monatlichen Mittelwerte ($n_{\text{Tiere}} = 4-8$, März und Dezember $n = 1$) variieren - ähnlich wie der monatliche Anteil der Aktivität *Gehen* an der Gesamtaktivität (vgl. Abb. 4a) - in engen Grenzen und haben über die Monate hinweg eine gleichbleibende Standardabweichung.

1840 m lang war die längste gemessene Wegstrecke, die ein adultes Weibchen zurücklegte. Verschiedene weitere Streifzüge - mehrheitlich vom gleichen Tier - hatten Längen von 1000 bis 1500 m.

Abb. 12: Pro Nacht zurückgelegte Wegstrecken sowie die dabei gemessenen Aktionsradien (maximale Entfernung vom Ausgangspunkt (Schlafplatz)). Auf der Abszisse sind die Monate (März - Dezember) aufgetragen sowie die vier Perioden a: *ausserhalb* der Brunft (März, September, Oktober), b: *Beginn/Ende* der Brunft (April, August), c: *Brunft* (Mai - Juli) und d: Monate November und Dezember. Nebst den Mittelwerten ist - nur einseitig eingezeichnet - die zugehörige Standardabweichung und die Stichprobengrösse (n, für Weg und Aktionsradius jeweils gleich) angegeben.





Fortsetzung **Abb.12:**

Die monatlichen Werte für die nächtlichen Aktionsradien der adulten Weibchen bleiben während des grössten Teiles des Jahres annähernd gleich. Die grössten Aktionsradien massen 300 bis 630 m, der Maximalwert lag bei 950 m.

Die pro Nacht zurückgelegten Wegstrecken sowie die Aktionsradien der adulten Männchen und Weibchen unterscheiden sich in der Periode *ausserhalb* der Brunft nicht; in den Perioden *Beginn/Ende* und während der *Brunft* sind die Werte der Männchen signifikant grösser als jene der Weibchen (t-Test (zweiseitig), $p < 0.05$).

Die Länge der Wegstrecken und der Aktionsradien der adulten Weibchen wurde vom Brunftverlauf nicht beeinflusst. Die entsprechenden Werte der adulten Männchen für die drei Perioden *ausserhalb*, *Beginn/Ende* und während der *Brunft* unterscheiden sich hingegen signifikant (Friedmann-Test (SIEGEL 1985), $p < 0.05$; $n =$ je 5 Tiere, von welchen aus allen 3 Perioden Daten zur Verfügung standen).

Die freilebend aufgewachsenen Jungtiere (*popjuv*) haben grössere Werte für die nächtlichen Wegstrecken und Aktionsradien als die ausgewilderten Jungtiere (*handjuv*). Die Unterschiede sind für die Oktober-Werte ($n_{\text{Tiere}} = 6$ und 4) signifikant (t-Test, $p < 0.05$). Die längsten Streifzüge der *popjuv*-Tiere hatten Längen von 400 bis 2000 m, jene der *handjuv*-Tiere 350 bis 720 m. Die maximalen Aktionsradien massen 125 bis 700 m (*popjuv*), bzw 60 bis 150 m (*handjuv*).

Die monatlichen Mittelwerte der pro Nacht zurückgelegten Wegstrecken und Aktionsradien der *pop1m*-Tiere zeigen im Jahresverlauf kein klares Muster. Sie basieren mit Ausnahme der Monate April und Mai ($n_{\text{Tiere}} = 2$) auf den Daten einzelner Tiere. Die niedrigen Juli-Werte stammen von einem Tier, das einen starken Bandwurm-Befall hatte.

Verglichen mit den Werten adulter Männchen (*popadm*), sind die Werte der Periode *ausserhalb* der Brunft grösser und die Werte der Perioden *Beginn/Ende* und während der *Brunft* kleiner (t-Test, p jeweils < 0.05).

Verschiedene von *pop1m*-Tieren zurückgelegte Wegstrecken waren zwischen 1000 und 2000 m lang; der maximale Wert betrug 4000 m. Die grössten Werte für Aktionsradien betragen 400 bis 950 m.

Für die Gruppe der *hand1m*-Tiere liegen nur wenige monatliche Mittelwerte für die nächtlichen Wegstrecken und Aktionsradien vor. Diese Werte haben in ihrem Verlauf eine abnehmende Tendenz, was im Zusammenhang mit der Erkrankung der beobachteten Tiere steht. Die Werte in der Periode während der *Brunft* sind kleiner als die entsprechenden Werte der *pop1m*-Tiere (t-Test, $p < 0.05$).

Die grössten gemessenen Werte betragen für die Wegstrecken 400 bis 3100 m und für die Aktionsradien 400 bis 1070 m.

Die von den 1-jährigen Weibchen (*pop1w*, *hand1w*) pro Nacht zurückgelegten Wegstrecken und Aktionsradien sind - wie bei den adulten Weibchen - nicht vom Brunftverlauf beeinflusst. In die Monate Mai bis Juli fallen hingegen bei den *hand1w*-Tieren deren Freilassung sowie bei einzelnen dieser Tiere auch grössere Verlagerungen von deren Aktionsräumen.

Die Wegstrecken der *pop1w*-Tiere sind in den Perioden *ausserhalb* der Brunft und während der *Brunft* grösser, in der Periode *Beginn/Ende* der Brunft kleiner als die Werte der *popadw*-Tiere. In den Aktionsradien unterscheiden sich diese beiden Gruppen in den Werten der Periode *Beginn/Ende* der Brunft (*popadw* > *pop1w*). In der Gegenüberstellung der Werte von *pop1w* und *hand1w* sind die Wegstrecken der *hand1w*-Tiere in den beiden vergleichbaren Perioden *ausserhalb* und während der *Brunft* kleiner. Die Aktionsradien unterscheiden sich nicht (t-Test, für alle Unterschiede p jeweils < 0.05).

Die längsten von *hand1w*-Tieren zurückgelegten Wegstrecken hatten Längen von 500 bis 2500 m, jene der *pop1w*-Tiere 500 bis 1850 m. Die grössten Aktionsradien lagen, abgesehen von zwei Ausnahmen, bei *hand1w*- wie bei *pop1w*-Tieren zwischen 200 und 600 m. Die Ausnahmen betreffen mit je 1030 m und 1120 m die Aktionsradien von zwei *hand1w*-Tieren, die in den entsprechenden Nächten grössere Wanderungen unternahmen.

Zusammenfassend können folgende Aussagen gemacht werden. Bei den weiblichen Igel waren Fortpflanzungsaktivitäten ohne Einfluss auf die nächtlich zurückgelegten Wegstrecken und Aktionsradien. Weibchen, die Junge geboren hatten, blieben in der Nacht der Geburt und allenfalls während eines Teiles der folgenden Nacht im Nest. Danach kehrten sie aber während der nächtlichen Aktivitätszeit nicht zu ihren Jungen ins Nest zurück, um diese zu säugen. Die Wegstrecken und Aktivitätsradien dieser Weibchen unterschieden sich in ihrer Grösse vor und nach der Geburt der Jungen nicht. Auch 3 bis 4 Wochen nach der Geburt, zum Zeitpunkt, da die Jungen erstmals das Nest verliessen, veränderte sich der Aktionsradius der säugenden Weibchen nicht. Weibchen wurden nie mit ihren Jungen gemeinsam unterwegs auf Futtersuche angetroffen, wie dies in zahllosen Schilderungen und gestellten Aufnahmen suggeriert wird. Nur in unmittelbarer Nestumgebung konnten vereinzelt Muttertiere mit Jungen beobachtet werden. Die adulten Männchen hingegen erweiterten während der Brunftzeit ihre Streifzüge und Aktionsradien beträchtlich, und in dieser Zeit waren pro Nacht zurückgelegte Wegstrecken von 2000 bis 5000 m sowie Aktionsradien von 1000 bis 2000 m nicht aussergewöhnlich.

Auch *pop1m*-Tiere hatten zumindest zu Beginn der Brunftzeit grössere Werte für die nächtlichen Wegstrecken und Aktionsradien. Für diese Zeit überlagerten sich jedoch Einflüsse der räumlichen Verschiebung der Aktionsräume sowie der Brunftaktivitäten.

Nach Handaufzucht ausgewilderte Tiere (*hand*) legten im Mittel pro Nacht kürzere Wegstrecken zurück und bewegten sich innerhalb kleinerer Aktionsradien als ihre freilebend aufgewachsenen Altersgenossen (*pop*). Einzelne grössere Wegstrecken und Aktionsradien wurden bei *hand1*-Tieren im Zusammenhang mit Wanderbewegungen beobachtet.

6.3 Orientierung

Wie sich Igel im Raum orientieren, ist nicht bekannt. Qualitative Beobachtungen deuten aber auf ein ausgezeichnetes Orientierungsvermögen. Das zeigt einmal die Belegung von Tagesschlafplätzen, die über längere Zeit genutzt werden und zu welchen die Tiere auf unterschiedlichen Wegen immer wieder zurückfinden. Tagesschlafplätze werden aber auch mit zeitlichen Unterbrüchen und in wenig frequentierten Teilen der Aktionsräume wiederholt genutzt. Wiederholt haben Igel dadurch überrascht, dass sie bei ihrer Wegwahl sehr direkt Durch- und Übergänge angesteuert haben, die sie auf Distanz nicht optisch wahrnehmen konnten, deren Lage sie 'wissen' mussten. Das betraf etwa ein im hohen Gras verborgenes oder durch eine Hecke verdecktes Brett über ein Gewässer, Durchlässe in Zäunen oder Zugänge in von Mauern eingefasste Grundstücke. Immer wieder in ihre Routenwahl einbezogen haben verschiedene Tiere - zum Teil gezielt in Form eigentlicher Abstecher - künstliche Futterstellen.

Verschiedentlich wechselten Männchen zwischen bis zu 2 km auseinanderliegenden Zentren ihres Aktionsraumes hin und her. Diese Distanzen konnten sie auf unterschiedlichen Wegen, teils schnell gehend, teils gemächlich futtersuchend, zurücklegen. Auch auf grossräumigen, sich über einige Kilometer erstreckenden Wanderungen vermittelten die Männchen jeweils den Eindruck, dass sie zielstrebig unterwegs waren und sehr wohl wussten, wo sie sich jeweils befanden. Auf einem solchen, entlang von Feldwegen führenden Streifzug kürzte ein Männchen den Weg ab, indem es nicht über die Kreuzung in den rechtwinklig abgehenden Weg einbog, sondern rund 30 m davor den Weg verliess und über die angrenzende Wiese in diesen Weg hinüberwechselte.

Bei Brunftaktivitäten fiel ein Weibchen in einen Kanal und verliess diesen wieder auf der gegenüberliegenden Seite. Das Männchen suchte zunächst erregt nach dem Weibchen, verweilte kurz futtersuchend und gelangte dann, indem es die rund 45 m entfernt gelegene Brücke benutzte, in kurzer Zeit wieder zum Weibchen.

Ein Männchen wurde während der Paarungszeit ausserhalb des bis dahin von ihm bekannten Aktionsraumes gefangen in einem leeren Swimmingpool gefunden und für zwei Wochen in Pflege genommen. In unmittelbarer Nähe des Fundortes wieder freigelassen, ging dieses Männchen zielstrebig in den von ihm als Aktionsraum bekannten Siedlungsteil zurück. Der eingeschlagene Weg verlief dabei nicht in direkter Luftlinie, sondern folgte vorwiegend Wegen. Eine Spielfeldumzäunung, in welche dieses Tier dabei 'irrtümlich' geriet, vermochte die generelle Richtung des eingeschlagenen Weges nicht zu beeinflussen.

6.4 Diskussion

In der vorliegenden Studie haben sich Igel als bemerkenswert mobile Tiere erwiesen. Zu diesem Bild tragen Streifgebiete, die mehrere qkm umfassen können, sowie mehrere km messende nächtliche Streifzüge bei.

Igel leben solitär. Nur die Weibchen bilden mit ihren Jungen während der rund 40 Tage dauernden Säugezeit temporäre Gemeinschaften. Gemeinsam haben sie dabei lediglich das Nest genutzt. Ausserhalb des engeren Nestbereiches gingen das Muttertier wie die Jungtiere ihre eigenen Wege; Junge führende Weibchen konnte ich, ganz im Gegensatz zu Angaben von BERTHOUD (1982), im Freiland nie beobachten. Würden die Weibchen ihre Jungen auf ihre nächtlichen Streifzüge mitnehmen, so wären sie in ihrem räumlichen Aktionsradius stark eingeschränkt. Die Jungtiere begegnen - speziell im Siedlungsraum, aber auch im Wald und im Kulturland - weit häufiger für sie unüberwindbaren Hindernissen als die adulten Tiere. Für gemeinsame Streifzüge müssten die Weibchen geradezu den körperlichen Fähigkeiten der Jungtiere angepasste Wegstrecken wählen. Eine derartige kognitive Leistung ist, zumal selbst bei Primaten selten (KUMMER 1968), bei Igeln nicht zu erwarten. Zudem wäre dadurch die Zugänglichkeit und Nutzung potentieller Nahrungsressourcen zu einer Zeit eingeschränkt, da die in Laktation stehenden Weibchen ohnehin einen hohen Energiebedarf aufweisen. Die beobachteten Muttertiere schränkten ihre nächtlichen Wegstrecken und Aktionsradien während der Zeit der Jungenaufzucht nicht ein. Die Nahrung der Igel setzt sich vorwiegend aus kleinen Beutetieren (<1 g; DICKMAN 1988) zusammen, sodass die Muttertiere ihren Jungen kaum Beutetiere zeigen und überlassen oder mit ihnen teilen können. Da das Nahrungsangebot zeitlich, örtlich sowie je nach Witterung variiert, könnten Jungtiere, die von ihren Müttern längstens während 2-3 Wochen in gute Nahrungsgründe geführt werden könnten, nur wenig von solchen lediglich kurzzeitig gültigen Kenntnissen profitieren. Die Jungtiere würden dabei zu direkten Nahrungskonkurrenten ihrer Mütter. Jungigel besitzen zudem, wenn sie das Nest im Alter von 3-4 Wochen erstmals verlassen, bereits ein vollständiges Stachelkleid und rollen sich bei Gefahr ein. Einen zusätzlichen Schutz kann ihnen ihre Mutter, die sich gleichfalls bei Gefahr einrollt, nicht bieten.

Igel sind nicht territorial, die Streifgebiete der Männchen und Weibchen können sich stark überlappen (REEVE 1982, BOITANI & REGGIANI 1984, ESSER 1984, KRISTIANSSON 1984, PALM & STÖWER 1990; eigene Beobachtungen). BERTHOUD (1982) interpretiert seine Beobachtungen über das räumliche Verhalten von sich fortpflanzenden Weibchen dahingehend, dass diese ein Territorium etablieren. Dieser Autor unterlässt es aber, seine Kriterien für territoriales Verhalten anzugeben. Markierverhalten wird von in Gefangenschaft gehaltenen Igeln (PODUSCHKA 1969, LIENHARDT 1980) sowie aus einer Freilanduntersuchung

(BERTHOUD 1982) beschrieben. Es finden sich jedoch keine Hinweise darauf, ob und wie andere Igel auf solche Markierungen reagieren.

Die Nahrung der Igel ist räumlich und zeitlich heterogen verteilt, was dazu führt, dass sich die Tiere bei der Nahrungssuche räumlich unabhängig voneinander und in nicht voraussehbarer Weise bewegen (ESSER 1984, KRISTIANSSON 1984, WROOT 1984). Für die Paarungszeit bedeutet dies, dass die Männchen die im Raum verteilten Weibchen suchen müssen. Die Paarungszeit erstreckt sich über mehrere Monate und die Oestruszyklen der Weibchen sind nicht synchron. Nicht jede Kopulation führt zudem zu einer Trächtigkeit (DEANESLY 1934). Männchen beteiligen sich nicht an der Aufzucht der Jungen. Sie können ihren Fortpflanzungserfolg erhöhen, indem sie mit möglichst vielen Weibchen - und mit diesen wiederholt - kopulieren. Entscheidend ist hierfür die Fähigkeit der Männchen, verschiedene Weibchen - und diese wiederholt - zu finden. Je weiträumiger das Nahrungsangebot verteilt ist, desto weiträumiger müssen die Männchen umhergehen, um auf verschiedene Weibchen zu stossen. SCHWAGMEYER (1988) beschreibt für eine Erdhörnchen-Art (*Spermophilus tridecemlineatus*) ein Paarungssystem, bei welchem die Männchen weite Wanderungen unternehmen, um die in geringer Dichte zerstreut lebenden Weibchen aufzusuchen. Die Weibchen paaren sich mit mehreren Männchen, wobei rund 75% der Jungen vom erstkopulierenden Männchen gezeugt werden. Der Paarungserfolg der Männchen wird vorwiegend bestimmt durch deren Fähigkeit, Weibchen zu finden. Die erfolgreichsten Männchen sind jene, die das grösste Gebiet nach Weibchen absuchen.

In der Literatur werden für die Grösse der 'home ranges' oder Aktionsräume von Igeln ganz unterschiedliche Werte angegeben. Berechnet wurden die Flächen mit wenigen Ausnahmen nach der 'Minimum-Convex-Polygon'-Methode (WHITE & GARROTT 1990), doch variieren die Beobachtungsdauer, der Beobachtungszeitpunkt (während/ausserhalb der Paarungszeit), die Art der Datenerhebung (Fang-Wiederfang oder mittels Telemetrie) wie auch die Anzahl der verwendeten Ortsangaben - alles Faktoren, die die Grösse der berechneten Flächen beeinflussen (MORRIS 1988, HARRIS et al. 1990). Auch wird die dem 'home range'-Konzept zugrundeliegende Abgrenzung des Areals, welches ein Tier im Rahmen seiner 'normalen Aktivitäten' nutzt (BURT 1943), unterschiedlich interpretiert. So liegen bei ESSER (1984) Tagesschlafplätze auch ausserhalb der als Aktionsräume ('Wohngebiete') abgegrenzten Flächen, und in den Flächenangaben von BERTHOUD (1982) sind die von den Männchen während der Paarungszeit auf der Suche nach Weibchen zurückgelegten Wege nicht eingeschlossen. Derart unterschiedliche Vorgaben bei der Berechnung der Grösse von Aktionsräumen erleichtern nicht gerade die Vergleichbarkeit und Interpretation der Resultate. Aber zumindest eine Vorstellung der - meist unterschätzten - räumlichen Aktivität von Igeln können solche Werte vermitteln,

vorausgesetzt, dass das methodische Vorgehen bei der Datenerhebung und Auswertung hinreichend genau angegeben ist.

Die mittlere Grösse der monatlichen Aktionsräume adulter Weibchen variiert in der vorliegenden Studie zwischen 5.5 und 11.4 ha (vgl. Tab. 17f). Die Grösse der Aktionsräume wird durch die Fortpflanzungsaktivitäten nicht beeinflusst. Während Männchen in der Paarungszeit ihre Schlafplätze fast täglich wechseln können, nutzen Weibchen einen Schlafplatz in der Regel kontinuierlich über längere Zeiträume (REEVE & MORRIS 1985; eigene Beobachtungen). Diese Nesttreue gilt sowohl für Weibchen, die ihre Jungen während rund 40 Tagen im Jungennest säugen, wie auch für Weibchen ohne Junge. Dadurch, dass Ausgangs- wie Endpunkt der nächtlichen Streifzüge dabei weitgehend am gleichen Ort liegen, ist die räumliche Ausdehnung dieser vorwiegend der Nahrungssuche dienenden Streifzüge begrenzt. Mit der Ergänzung der während des Winterschlafes abgebauten Reserven, der Trächtigkeit und der anschliessenden Laktation sowie dem Aufbau der für den nächsten Winterschlaf benötigten Reserven haben Weibchen dauernd einen 'hohen' Energiebedarf. Die Grösse der Aktionsräume der Weibchen ist vermutlich weniger durch ein die Fläche bestimmendes limitiertes Nahrungsangebot gegeben als durch die während einer Nacht futtersuchend zu bewältigenden Wegstrecken. Das innerhalb des Aktionsraumes vorhandene, sehr variable Nahrungsangebot nutzen Igel nicht flächig. Igel suchen ihre Nahrung entlang einer linienförmigen Spur und nutzen dabei ein in der Zusammensetzung zeitlich wie räumlich variierendes Beutespektrum (ESSER 1984, WROOT 1984). Da ein Teil der potentiellen Beutiere zudem im Boden (z.B. Regenwürmer) und in der Vegetation (z.B. kleine Nacktschnecken) vertikal wandert, ist entlang dieser Spur jeweils nur der sich gerade im Bereich der Bodenoberfläche aufhaltende Teil des Beutespektrums für die Igel erreichbar.

Für Weibchen, die während rund drei Wochen in einem Waldgebiet mit etwas Kulturland (n=2) sowie auf Farmland (n=1) beobachtet wurden, gibt MORRIS (1986, 1988) Werte von rund 7 - 12 ha an. Kleinere, im Mittel 2 - 5 ha messende monatliche Aktionsräume berechnete ESSER (1984) für Weibchen in einer städtischen Parkanlage. Erstreckt sich die Beobachtungsperiode über mehrere Monate bis zu einem Jahr, so erreichen die Aktionsräume der adulten Weibchen in der vorliegenden Studie Werte zwischen 6 und 130 ha. Diesen Werten stehen Angaben gegenüber von 3 - 14 ha auf einem Golfplatz und in städtischen Parkanlagen (REEVE 1979, ESSER 1984, PALM & STÖWER 1990), 8 - 30 ha in einem dörflichen Siedlungsgebiet (KRISTIANSSON 1984) sowie 10 - 56 ha in einer mediterranen Küstenregion (BOITANI & REGGIANI 1984). Die Unterschiede in der Grösse der Aktionsräume dürften im wesentlichen bedingt sein durch das Verteilungsmuster der potentiellen Nahrungsressourcen. Im städtischen Siedlungsgebiet ist das Nahrungsangebot beschränkt auf räumlich klar abgrenzbare, lokalisierte Bereiche wie Parkanlagen, Friedhöfe, Schrebergartenanlagen oder grössere Grünflächen in Blocküberbauungen. Diese in ihrer Ausdehnung limitierten Flächen werden zudem weitgehend

begrenzt durch unüberwindbare Hindernisse wie Häuserzeilen oder durch barrierenartige Strukturen wie auch nachts stark befahrene Strassen, wodurch die Wanderung zwischen solchen Flächen erschwert wird. Hier bestimmt die räumliche Gestaltung die als Aktionsräume nutzbaren Flächen. In ländlichen Siedlungen sowie in nicht oder nur wenig besiedelten Landschaften hingegen ist das Nahrungsangebot grossflächig verteilt. Auch bei einer engen Bindung an spezifische Strukturen des Siedlungsraumes, wie z.B. Rasenflächen, können sich die Tiere hier zudem räumlich mit weit weniger Einschränkungen bewegen. Hier können die Tiere den Ausschnitt ihres Lebensraumes, den sie als Aktionsraum nutzen, selber wählen. Nicht ein unterschiedliches Nahrungsangebot führt meiner Meinung nach hier zu den Unterschieden in der Grösse der Aktionsräume, sondern die im städtischen Bereich äussere Begrenzung der durch Igel nutzbaren Flächen, die die räumliche Ausdehnung der futtersuchend zurückgelegten Wegstrecken limitiert. Durch das Nahrungsangebot bestimmt wird wohl die minimale Grösse einer Fläche, die von Igel noch besiedelt werden kann.

Das räumliche Verhalten der männlichen Igel wird durch die Fortpflanzungsaktivitäten stark beeinflusst. Ausserhalb der Brunftzeit erreichen in dieser Studie die monatlichen Aktionsräume der adulten Männchen eine mittlere Grösse von rund 20 ha (10 - 40 ha, vgl. Tab. 17e), während der Brunftperiode hingegen eine mittlere Grösse von rund 110 ha (10 - 360 ha). Mittlere monatliche Aktionsräume von 9 - 15 ha ausserhalb, bzw. 11 - 20 ha während der Brunftzeit gibt ESSER (1984) für Männchen in einer städtischen Parkanlage an. Weitere, auf kurz- bis längerfristige Beobachtungsperioden beruhende Angaben zu Aktionsräumen männlicher Igel bewegen sich zwischen 0.7 und 54.4 ha in städtischem Siedlungsraum (Parkanlagen, Blocküberbauungen) sowie auf einem Golfplatz (REEVE 1979, ESSER 1984, PALM & STÖWER 1990, BONTADINA et al. 1993), zwischen 25 und 65.7 ha (Mittel: 46.5 ha) in einem dörflichen Siedlungsgebiet (KRISTIANSSON 1984) und zwischen 5.5 und 102.5 ha in einer mediterranen Küstenregion (BOITANI & REGGIANI 1984). Wo die Autoren getrennte Werte für die Perioden ausserhalb und während der Paarungszeit angeben, sind die Werte aus der Paarungszeit jeweils grösser. Für ein Waldgebiet mit etwas Kulturland und für Farmland gibt MORRIS (1986, 1988) nach jeweils dreiwöchigen Beobachtungsperioden während der Paarungszeit Aktionsräume von 6.4 ha (n=1), bzw. 12 und 49 ha an. Die in der vorliegenden Studie erfassten jährlichen Aktionsräume adulter Männchen erreichen eine mittlere Grösse von 180 ha. Der berechnete Maximalwert beträgt 478 ha. Diese Werte sind gross und übersteigen um ein mehrfaches die Flächenangaben für Männchen im städtischen Siedlungsraum. Während der Paarungszeit beeinflusst das Verteilungsmuster der Weibchen die Aktionsräume der Männchen. Im städtischen Siedlungsraum sind die Weibchen - entsprechend dem Nahrungsangebot - lokal konzentriert und so für die Männchen räumlich leichter auffindbar. Die im ländlichen Siedlungsraum weiträumig verteilten Weibchen können hingegen von den Männchen nur in grossräumiger Suche gefunden werden.

Verschiedene Männchen sind während der Paarungszeit zwischen Siedlungsteilen hin und her gependelt oder haben, z.T. wiederholt, zeitlich befristete, ein bis wenige Tage dauernde Ausflüge in benachbarte Ortschaften unternommen und auch dort Weibchen umbrunfnet. Bei diesen Ausflügen durchquerten die Männchen landwirtschaftliches Kulturland und Wald über Distanzen von 1 - 2 km. Diese raumgreifenden Wanderungen wurden nicht durch flächige, stark überbaute und dicht mit Strassen durchsetzte Siedlungsstrukturen behindert oder gar verunmöglicht. Die erfassten Aktionsräume dieser Tiere sind nicht kontinuierlich gewachsen, sondern haben sich sprunghaft erweitert. Bei der unterschiedlichen Beobachtungsdauer der sendermarkierten Männchen ist dies mit ein Grund, weshalb die Aktionsräume der beobachteten Männchen während der Brunftperiode in ihrer Grösse stark variieren. Nicht alle Männchen haben grössere Ausflüge in entferntere Siedlungsgebiete unternommen, und der Anteil und die Verteilung der Siedlungsgebiete waren innerhalb der einzelnen Aktionsräume unterschiedlich.

Der nach der 'Minimum-Convex-Polygon'-Methode berechnete Aktionsraum stellt eine maximale Schätzung der von einem Tier genutzten Fläche dar, die auch Flächenanteile enthält, die von den Tieren nicht begangen wurden. Die pro Nacht zurückgelegte Wegstrecke stellt demgegenüber als Mass für die räumliche Aktivität eine minimale Schätzung dar, da jeweils nur die direkten Verbindungslinien zwischen zwei aufeinanderfolgenden Ortsangaben aufgerechnet werden. Kleinräumige Futtersuch-Aktivitäten tragen zu dieser Messgrösse weniger bei als grossräumige Ortswechsel. Entsprechend verläuft bei den adulten Igel-Männchen die Zunahme der Aktivität *Gehen* im Verlauf der Paarungsperiode parallel zum Anwachsen der pro Nacht zurückgelegten Wegstrecken (vgl. Abb. 4 und 12). Die Männchen legen in dieser Periode auf der Suche nach Weibchen nicht nur grössere Distanzen zurück, sie erweitern auch ihre Aktionsradien und damit ihre Aktionsräume.

Nicht nur die über eine bestimmte Zeitspanne im Aktionsraum zusammengefasste räumliche Aktivität erreichte bei den in dieser Studie beobachteten adulten Männchen sehr grosse Werte. Auch die während der Paarungszeit in einer einzelnen Nacht von diesen Männchen zurückgelegten Wegstrecken waren gross und haben z.T. Längen von bisher nicht beobachtetem Ausmass erreicht. Verschiedene Autoren geben für männliche Igel maximale nächtliche Wegstrecken von bis zu rund 3500 m an (REEVE 1979, BERTHOUD 1982, KRISTIANSSON 1984, MORRIS 1986, 1988). Die von REEVE (1979) und KRISTIANSSON (1984) in der Paarungszeit für Männchen errechneten Mittelwerte der nächtlichen Wegstrecken sind mit 1680 m, bzw. 1761 m in der gleichen Grössenordnung wie der in dieser Studie errechnete Wert von 1517 m (Mittelwerte einzelner Männchen zwischen 537 m und 1991 m). Mittlere nächtliche Aktionsradien, die zwischen 100 und 600 m liegen, geben BONTADINA et al. (1993) für Männchen in städtischem Siedlungsraum an. Die entsprechenden Werte aus der vorliegenden Studie für die gleiche Zeitperiode (Mai bis Mitte Juli) sind mit 600 bis 900 m grösser. Im städtischen Lebensraum müssen die Igel Männchen ihre Nahrungsquellen und die Weibchen weniger

weiträumig suchen. Bedeuten diese kleineren Aktionsradien auch, dass - im Vergleich zu den Werten in der vorliegenden Studie - der Anteil der Aktivität *Gehen* geringer ist, so könnten diese Tiere stattdessen vermehrt Futter suchen (was in einem geringeren Gewichtsverlust während der Paarungszeit resultieren würde), mehr Zeit für Brunftaktivitäten aufwenden, d.h., ein Weibchen länger oder häufiger umbrunfnet oder eine grössere Zahl verschiedener Weibchen umbrunfnet (eine hohe Populationsdichte, wie sie u.a. im städtischen Siedlungsraum beobachtet wird (ESSER 1984, PALM & STÖWER 1990, BONTADINA et al. 1993), erhöht die Häufigkeit von Begegnungen), oder aber viel Zeit 'verlieren' durch bauliche Hindernisse und Störungen, die ihre Wanderungen im Siedlungsraum behindern und immer wieder unterbrechen (z.B. Häuserzeilen, Stützmauern, Strassenverkehr, Hunde, Fussgänger).

Die Aktivität *Futtersuche* nimmt bei den adulten Weibchen ganzjährig einen sehr grossen Anteil an der gesamten Aktivität ein. Während der Futtersuche können die Tiere keine grossen Distanzen zurücklegen. Weibchen nutzen überdies während mehrerer Tage die gleichen Tageseschlafplätze, Jungennester während rund 40 Tagen, was eine jeweilige Rückkehr an den Ausgangspunkt des nächtlichen Streifzuges bedingt. Dadurch sind der Grösse der Aktivitätsradien und nächtlich zurückgelegten Wegstrecken der Weibchen enge Grenzen gesetzt. Gemessen an den beobachteten nächtlichen Wegstrecken und Aktionsradien sowie am Anteil, den die Aktivität *Gehen* an der Gesamtaktivität einnimmt, bleibt sich die räumliche Aktivität der adulten Weibchen im Laufe des Jahres im wesentlichen gleich. Ausserhalb der Paarungszeit, wenn auch die Männchen sich vorwiegend mit *Futtersuche* beschäftigen, sind die nächtlichen Wegstrecken und Aktionsradien der Männchen und Weibchen gleich gross, während der Paarungszeit sind die Werte der Männchen zwei- bis dreimal grösser. Für Weibchen geben verschiedene Autoren mittlere nächtliche Wegstrecken von bis zu rund 1100 m an (REEVE 1979, KRISTIANSSON 1984, MORRIS 1986, 1988).

Bereits im Alter von 3-4 Wochen, wenn sie das Nest zum erstenmal verlassen, beginnen Jungigel mit der selbständigen Erkundung der nächsten Nestumgebung. Auf solchen Streifzügen können sich in der Folge die noch nicht entwöhnten Jungtiere bis zu 100 m vom Nest entfernen. Die räumlichen Kenntnisse, die die Jungtiere dabei erwerben, fehlen ausgewilderten Jungtieren und müssen von diesen nach der Freilassung zunächst aufgebaut werden. So erklärt sich auch, dass die nächtlich zurückgelegten Wegstrecken und Aktionsradien der freilebend aufgewachsenen Jungtiere grösser sind als jene ausgewildelter Jungtiere. Die Familienauflösung am Ende der Säugezeit gestaltete sich in allen beobachteten Fällen so, dass das Muttertier ein neues Nest bezog und das Jungennest den Jungtieren überliess. Bereits in der Zeit vor der Familienauflösung schränkten die Muttertiere z.T. ihre Präsenz bei den Jungen - und damit wohl auch deren Möglichkeit, bei der Mutter zu saugen - ein. Die Weibchen kehrten am Morgen zunächst ins Jungennest zurück, konnten dann aber gegen Mittag an einem anderen, einige Meter vom Jungennest entfernten Schlafplatz lokalisiert werden. Vom anfänglich noch gemein-

sam genutzten Jungennest wechselten die Jungtiere dann allmählich in neue, nur noch einzeln genutzte Schlafplätze.

Vor oder kurz nach dem Winterschlaf verliess ein Teil der Jungtiere das bisher genutzte Gebiet im Bereich des Jungennestes und wechselte in neue, z.T. bis zu 5 km entfernte Gebiete. BERTHOUD (1980) bezeichnet als wichtigsten Zeitpunkt für die Dispersion der Jungtiere das Frühjahr. Er führt zudem an, dass die adulten Weibchen bis zu diesem Zeitpunkt Jungtiere in ihrer Nähe tolerieren und sie jetzt fortjagen. Selber konnte ich nie aggressive Interaktionen zwischen jungen und adulten Igel beobachten. Da ausserhalb der Fortpflanzungsaktivitäten aggressive Begegnungen zwischen Igel generell sehr selten zu beobachten sind (KRISTIANSSON 1984; eigene Beobachtungen), dürfte die Dispersion der Jungtiere - etwa im Sinne einer Dichteregulierung - nicht durch aggressive Interaktionen mit Artgenossen ausgelöst werden. Ich vermute, dass bei Jungtieren beider Geschlechter eine gewisse Dispersionsbereitschaft genetisch fixiert ist. Igel werden die Anwesenheit von Artgenossen wohl olfaktorisch wahrnehmen können. Durch aktives Meiden von Artgenossen, wie es LEYHAUSEN und WOLFF (1959) für Hauskatzen beschreiben, könnten die Igel direkte Begegnungen umgehen und dabei zumindest kleinräumig ihre Dichte regulieren.

Die verschiedenen Orientierungsleistungen, die von den Igel unabhängig von der Witterung oder Mondphase (Helligkeit!) erbracht wurden, sind nicht nur mit der sensorischen Wahrnehmung spezifischer Reizquellen wie Geruch, Geräusche oder Umriss- und Horizontlinien zu erbringen. Ich nehme vielmehr an, dass sich Igel im wesentlichen nach einer mentalen Karte orientieren. Der Aufbau einer solchen Karte beginnt wohl mit den ersten Ausflügen, die junge Igel bereits im Alter von 3-4 Wochen ohne Begleitung ihrer Mutter unternehmen. Zweimal konnten bereits selbständige Jungtiere (*popjuv*; vgl. Kap. 6.1) beobachtet werden, als sie grössere Ausflüge in Gebiete unternahmen, die ausserhalb der bis dahin von diesen Tieren bekannten Aktionsräume lagen. Wenn auch Hin- und Rückweg nicht vollständig erfasst werden konnten, so kann doch davon ausgegangen werden, dass diese Routen weitgehend gleich verliefen. Vielleicht 'lernen' Igel bereits bei erstmaliger Begehung einen Weg. Dies wäre auch eine mögliche Erklärung für die bereits nach 2 Tagen wieder erfolgte Rückkehr eines ausgewilderten Weibchens (*handlw*) von einem Ausflug, der in ein 2'500 m entferntes und dem Tier gänzlich unbekanntes Gebiet geführt hatte.

7. SCHLUSSDISKUSSION

7.1 Fortpflanzung, Raum- und Habitatnutzung

Der Igel hat ein Verbreitungsgebiet, das sich von Nordeuropa bis nach Südeuropa erstreckt und - durch Einbürgerung um die Jahrhundertwende - auch Neuseeland miteinbezieht. Innerhalb dieses Verbreitungsgebietes sind die Igel ganz unterschiedlichen klimatischen Bedingungen ausgesetzt. Variabel ist dadurch die Dauer der Winterschlafperiode, die die Zeit bestimmt, in welcher sich bei Igel der Zyklus der Fortpflanzung - Paarung, Tragzeit, Säugen der Jungen - abspielen kann, und in welcher zudem Fettreserven für den Winterschlaf aufgebaut werden können. Auf diese unterschiedlichen Bedingungen reagieren die weiblichen Igel mit unterschiedlichen Fortpflanzungsstrategien. In Schweden beteiligen sich die Weibchen erst nach ihrem zweiten Winterschlaf an der Fortpflanzung und haben nur einen Wurf pro Jahr (KRISTIANSSON 1984). In England (DEANESLY 1934) wie auch in meinem Untersuchungsgebiet können Weibchen bereits nach ihrem ersten Winterschlaf Junge haben, gelegentlich sind hier jedoch auch 2 Würfe im Jahr möglich. In Schweden, wo die Reproduktion später einsetzt, ist die Wurfgrösse wie auch die Variationsbreite der Wurfgrösse grösser (5.2 (1-11); KRISTIANSSON 1984) als in England (4.25-3.7 (postnatal), 5-4.6 (pränatal) (2-6); DEANESLY 1934, MORRIS 1961, MORRIS 1977) und in der Schweiz (4.8, 4-5 (3-7); LIENHARDT 1979, BERTHOUD 1982). Umstritten ist die Frage, ob in England und im nördlicheren Europa pro Jahr zwei Würfe erfolgreich aufgezogen werden können, und ob die spät im Jahr auftretenden Jungtiere solchen zweiten Würfen zuzuordnen sind (REEVE 1994). Jungtiere aus zweiten Würfen kommen spät im Jahr zur Welt und haben in unseren Breitengraden geringere Überlebenschancen als Jungtiere aus ersten Würfen, da sie sich in kürzerer Zeit und u.U. bei ungünstigen Witterungsverhältnissen auf den Winterschlaf vorbereiten müssen. Aber auch für die Muttertiere bergen zweite Würfe ein Risiko, da erst nach Abschluss der Laktation die für den Winterschlaf benötigten Fettreserven aufgebaut werden können. In dieser Studie konnte in 2 Fällen erstmals unter Feldbedingungen der Nachweis erbracht werden, dass ein Weibchen im selben Jahr zwei Würfe erfolgreich aufziehen kann. Trotz der Risiken, die dabei die Überlebenschancen der Jungen und die rechtzeitige Winterschlafbereitschaft des Weibchens betreffen, kann ein zweiter Wurf als Strategie zur Maximierung der Fitness betrachtet werden. Im südlichen Verbreitungsgebiet des Igel dauert die Winterschlafperiode nur 2-3 Monate (Italien: BOITANI & REGGIANI 1984) und in Neuseeland macht ein Teil der Population gar keinen Winterschlaf (PARKES & BROCKIE 1977). In diesen Gebieten sind mehrere Würfe pro Jahr zu erwarten.

Die Paarungszeit der Igel erstreckt sich über mehrere Monate. Ein Weibchen wird in dieser Zeit von verschiedenen Männchen aufgesucht, ein Männchen umwirbt verschiedene Weibchen

(KRISTIANSSON 1984, REEVE 1981, REEVE & MORRIS 1986; eigene Beobachtungen). Die Männchen beteiligen sich in keiner Weise an der Aufzucht der Jungen. Anstatt direkt in die Brutpflege zu investieren, können Männchen ihren Fortpflanzungserfolg auch erhöhen, indem sie sich mit möglichst vielen Weibchen paaren und so die Zahl ihrer Nachkommen erhöhen. Die Aktionsradien der Weibchen sind durch die die Aktivität dominierende Futtersuche und durch die längerfristige Nutzung fester Tagesschlafplätze limitiert. Der Aufenthalt in räumlich lokalisierten Aktionsräumen gibt den Weibchen die Möglichkeit, erworbene Kenntnisse über spezifische örtliche Gegebenheiten - wie etwa die Lage potentieller Nahrungsquellen und Schlafplätze, oder Wegverbindungen - zu nutzen. Wesentlicher Faktor für das räumliche Verteilungsmuster der Weibchen dürfte das Verteilungsmuster der Nahrungsressourcen sein. Während der Paarungszeit sucht ein Männchen verschiedene Weibchen - und diese wiederholt - auf, sodass in dieser Zeit die räumliche Aktivität der Männchen weitgehend vom Verteilungsmuster der Weibchen bestimmt wird. Offenbar eignen sich die Männchen dabei Kenntnisse über die räumliche Lage der Aktionsräume der Weibchen an. Das wiederholte Auffinden verschiedener Weibchen ist eine für den Fortpflanzungserfolg entscheidende Fähigkeit und ist mit minimale Kenntnissen der Aufenthaltsräume der Weibchen wohl effizienter und mit geringerem Aufwand verbunden als eine flächige Suche. Dort, wo die Weibchen in geringer Dichte und weiträumig verteilt vorkommen, müssen die Männchen während der Paarungszeit grossräumig umherstreifen, um auf möglichst viele Weibchen zu treffen. In städtischen Siedlungsgebieten, wo der für Igel nutzbare Lebensraum räumlich eng begrenzt ist, konzentrieren sich die Weibchen auf diesen lokalisierten Flächen in grösserer Dichte und sind für die Männchen mit geringerem Suchaufwand zu finden.

Angesichts der Vielfalt von Lebensräumen, die Igel zu besiedeln vermögen, ist die Frage nach dem ursprünglichen Lebensraum der Igel hypothetischer Natur. BERTHOUD (1978) nimmt an, dass dieser Lebensraum aus Wald und insbesondere Waldsaum bestand.

Die Kulturlandschaft, wie sie mit dem Vordringen von Ackerbau und Viehzucht, mit der Durchdringung der Waldflächen mit Wiesen und Äckern bei uns allmählich entstand, hat dem Igel sicherlich neuen Lebensraum eröffnet. Die für Igel vorteilhaften Strukturen dieser traditionellen Kulturlandschaft sind heute weitgehend verschwunden: Die kleinparzellige Bewirtschaftung mit vielen Grenzstrukturen ist einer intensiven, grossflächigen Bewirtschaftung gewichen. Die heutigen Wirtschaftswälder vermögen in ihrer Uniformität nicht das Bild eines optimalen Igel Lebensraumes abzugeben. Wenn wir uns hingegen ursprüngliche Wälder unter dem Aspekt der Mosaik-Zyklus-Theorie vorstellen, so zeichnet sich hierbei ein Lebensraum ab, der sehr vielgestaltig ist und dem Raumnutzungsmuster der Igel entspricht. Nach dieser Theorie bestehen Wälder aus einem Mosaik verschiedener Pflanzengesellschaften, die desynchrone Stadien eines Zyklus darstellen (REMMERT 1993). Einzelne Mosaiksteine nehmen dabei Flächen von bis zu einigen ha ein. Unter diesen Mosaiksteinen dürften insbesondere frühe, produktive Suk-

zessionsstadien mit einer dichten Bodenvegetation für Igel interessant sein. In einem solchen Mosaik wären die Männchen mit ihren raumgreifenden Wanderungen während der Paarungszeit in der Lage, die auf idealen 'Mosaiksteinen' verteilt lebenden Weibchen aufzusuchen. Sie könnten dabei allenfalls auch die Wechsel grösserer Tiere mitbenutzen. Da die einzelnen 'Mosaiksteine' nicht stabil sind, sondern dynamischen Prozessen unterworfenen Stadien darstellen, müsste die Igelpopulation fortwährend neue, sich in einen 'idealen' Zustand entwickelte 'Mosaiksteine' aufsuchen. Diese Aufgabe könnten Jungtiere im Rahmen ihrer Dispersion übernehmen. Die Strategie, die für die Besiedlung einer dynamischen Veränderungen unterworfenen Waldfläche nötig ist, ermöglicht auch die Besiedlung des gleichfalls dynamischen Veränderungen unterworfenen Siedlungsraumes. Der Siedlungsraum - insbesondere in seinem Randbereich - bietet ein kleinräumiges Mosaik verschiedenartiger Strukturen wie Rasenflächen, Hecken, Rabatten oder Schrebergärten. Hier sind weniger die einzelnen Flächen, sondern vielmehr der Raum dynamischen Entwicklungen unterworfen.

7.2 Die Auswilderung in menschlicher Obhut gepflegter Igel

In grosser Zahl werden Igel in Pflege genommen, künstlich aufgezogen, medizinisch betreut, in menschlicher Obhut überwintert und anschliessend wieder ausgewildert. Die Auswilderung konfrontiert diese Tiere mit einer für sie neuen Situation. Der Freilassungsort ist meistens nicht identisch mit dem Fundort, sodass die Tiere ihre allenfalls vorhandenen Kenntnisse der räumlichen Gegebenheiten nicht nutzen können. Sie müssen neu Wissen über die räumliche Lage potentieller Futtergründe und Tagesschlafplätze erwerben. Gleichzeitig müssen sie sich ihr Futter in solchen Futtergründen selber suchen. Sie beginnen zudem auch, sich an den Fortpflanzungsaktivitäten zu beteiligen.

Die Igel, die im Frühjahr nach ihrer Überwinterung in menschlicher Obhut freigelassen werden, gehören in der Regel alle der gleichen Altersklasse einjähriger Tiere an. Es handelt sich dabei um Tiere, die als Jungtiere krank oder mit einem für eine erfolgreiche Überwinterung als zu gering beurteilten Gewicht in Pflege genommen oder künstlich aufgezogen worden waren. Ihre Aktivität, Habitat- und Raumnutzung ist deshalb mit den entsprechenden Angaben für gleichaltrige, wildlebende Artgenossen zu vergleichen.

Im zeitlichen Verlauf des Winterschlafes und der täglichen Aktivitätsphasen zeigten Igel, die vorgängig ihrer Freilassung in menschlicher Obhut aufgezogen und gepflegt worden waren, keine Unterschiede zu freilebenden Igel. Unterschiede zeichnen sich hingegen in den Aktivitätsmustern ab. Ausgewilderte Igel verwendeten insbesondere in den ersten Monaten nach ihrer Freilassung eher mehr Zeit für die Aktivitäten *Gehen* und *Erkunden/Untersuchen* sowie eher weniger Zeit für die Aktivität *Futtersuche* als ihre gleichaltrigen, freilebenden Artgenos-

sen. Die Freilassung bringt für diese Tiere gewichtige Umstellungen in ihrer Ernährung. Den Tieren steht nicht mehr täglich eine ohne Suchaufwand zugängliche Futterration zur Verfügung. Sie müssen sich vielmehr zuerst Kenntnisse über die Lage potentieller Nahrungsplätze und Tagesschlafplätze erwerben und werden - insbesondere nach künstlicher Aufzucht - mit einem ihnen bisher nicht bekannten oder nicht mehr vertrauten Nahrungsspektrum konfrontiert. Die Tiere verlieren denn auch nach der Freilassung zunächst an Gewicht, nehmen dann aber nach etwa 2 bis 3 Monaten wieder zu (ESSER 1984, OBERMAIER 1985, MORRIS & WARWICK 1994; eigene Beobachtungen). Auch Igel, die krankheits- oder verletzungsbedingt während 3 bis 7 Wochen in Gefangenschaft gepflegt und anschliessend an einem für sie fremden Ort freigelassen worden waren, zeigten in den ersten 3 Wochen einen leichten Gewichtsverlust (MORRIS et al. 1993). Weiter werden die während der Gefangenschaftshaltung medikamentös weitgehend parasitenfrei gemachten Igel innert 4 bis 6 Wochen erneut von Parasiten befallen (ESSER 1984, LAUBMEIER 1985).

Von den einjährigen, künstlich überwinterten Igel haben sich sowohl Männchen wie auch Weibchen an Fortpflanzungsaktivitäten beteiligt. Bei den Männchen war, wohl bedingt durch die fehlenden Raumkenntnisse und damit fehlende Kenntnisse der Aufenthaltsorte der Weibchen, der Anteil der Aktivität *Brunften* geringer als bei den freilebend aufgewachsenen Altersgenossen. Die Weibchen wurden bereits in den Auswilderungsgehegen regelmässig von Männchen aufgesucht und konnten nach der Freilassung wiederholt bei Brunftaktivitäten beobachtet werden. Eines der freigelassenen Weibchen paarte sich schon in der Nacht der Freilassung mit einem freilebenden Männchen. Von 11 ausgewilderten Weibchen hatten 6 im Jahr der Freilassung Junge oder verstarben trächtig, 3 hatten sicher keine Junge, und von 2 können, da sie den Sender vorzeitig verloren, keine Angaben gemacht werden. Im Vergleich dazu hatten von 7 gleichaltrigen, freilebend aufgewachsenen Weibchen 5 Junge und 2 hatten bei ihrem Tod im Juli, bzw. August keine Jungen. Auch MORRIS & WARWICK (1994; sendermarkierte Tiere) beobachteten Brunftverhalten bei ausgewilderten männlichen und weiblichen Igel, die als Jungtiere in Pflege genommen und in menschlicher Obhut überwintert worden waren. Von den 6 freigelassenen Weibchen zeigten in der Folge deren 3 Anzeichen einer Trächtigkeit, ohne dass jedoch später auch Jungtiere nachgewiesen werden konnten. Keine Hinweise auf eine Fortpflanzung im ersten Jahr der Freilassung fand ESSER (1984; sendermarkierte Tiere) bei 9 ausgewilderten Weibchen, und OBERMAIER (1985; Fang-Wiederfang mit Fallen) stellte nur bei 2 von 28 Weibchen fest, dass diese im Freilassungsjahr mit grosser Wahrscheinlichkeit Junge gesäugt hatten. SCHUBERT (1990; gezielte Anfütterung in einem Garten) konnte in einem nicht näher bezeichneten Zeitraum nach der Freilassung bei 4 von 37 ausgewilderten und später kontrollierten Weibchen Junge nachweisen.

Für die Aktivität *Gehen* suchten die ausgewilderten Igel im Vergleich zu ihren wildelebenden Altersgenossen die Habitattypen *Wege* und *Feldweg* eher häufiger und den Habitattyp *Strasse* eher weniger häufig auf. Der Habitattyp *Wege* erschliesst die Umgebung von Gebäuden. Hier können sich die Tiere auf ihren Erkundungsgängen leicht fortbewegen, hier treffen sie aber auch auf verschiedenartige, für sie noch unbekannte Strukturen (Höhlungen, Materiallager, ...). Verschiedene ausgewilderte Igel legten bei ihren grossräumigen Wanderungen weite Strecken auf Feldwegen zurück. Der geringere Nutzungsanteil des Habitattypes *Strasse* deutet darauf hin, dass ausgewilderte Igel sich trotz ihrer Unerfahrenheit nicht in erhöhtem Masse dem Strassenverkehr exponieren, sondern auf diesen deckungslosen, immer wieder von Störungen betroffenen Habitattyp mit erhöhter Vorsicht reagieren.

Als Tagesschlafplätze nutzten ausgewilderte Igel den Habitattyp *Hecke* häufiger und den Habitattyp *Gebäude* weniger häufig als die freilebenden, gleichaltrigen Tiere. Im leicht auffindbaren und zugänglichen Habitattyp *Hecke* sind die Möglichkeiten zur Anlage von Tagesschlafnestern sehr zahlreich. Die Nutzung spezifischer Strukturen im Habitattyp *Gebäude* hingegen, wo sich eventuell mit geringerem Aufwand auch qualitativ bessere Nester anlegen lassen, setzt spezifische örtliche Kenntnisse voraus, die zuerst erworben werden müssen.

Verschiedene, sowohl männliche wie auch weibliche Igel, die nach ihrer Überwinterung in menschlicher Obhut freigelassen wurden, wanderten innerhalb eines Monats nach der Freilassung aus dem Freilassungsgebiet ab in neue, bis zu mehr als 5 km entfernte Gebiete. Eine solche Verlagerung des Aktionsraumes kurz nach dem ersten Winterschlaf konnte auch bei zwei freilebenden Männchen beobachtet werden. Aber auch freilebende Jungtiere haben bereits vor ihrem ersten Winterschlaf grössere Wanderungen unternommen, von welchen sie an den Ausgangspunkt zurückkehrten, oder ihren Aktionsraum, wie in einem Fall beobachtet, sogar sukzessive verlagert. ESSER (1984) berechnete für ausgewilderte Igelweibchen monatliche Aktionsräume, die im Mittel grösser waren als die Aktionsräume von natürlich überwinterten Weibchen. Einzelne dieser ausgewilderten Weibchen hatten in der Grösse stark variierende und sich nur wenig oder gar nicht überlappende monatliche Aktionsräume. Diese räumlichen Verlagerungen der Aktionsräume können gleichfalls auf Wanderbewegungen hinweisen. Ein von ESSER (1984) ausgewildertes Männchen wanderte gleich nach der Freilassung über eine Distanz von etwa 4 km ab. In einer weiteren Studie (MORRIS & WARWICK 1994) verliessen von 12 ausgewilderten Igel (6 Männchen, 6 Weibchen) 3 weibliche Tiere den Freilassungsort und suchten neue Aktionsräume in Entfernungen von 500 m bis zu 2 km auf.

Offenbar verlässt ein Teil der - männlichen wie weiblichen - Jungtiere vor oder kurz nach dem Winterschlaf den anfänglich genutzten Aktionsraum im Bereich des Geburtsortes, während der andere Teil im Gebiet verbleibt. Ein Teil der ausgewilderten Igel führt kurz nach der Freilassung gleichfalls solche Migrationsbewegungen aus. Denkbar ist, dass die Gefangenschaftshaltung - z.B. über eine fehlende Bindung an einen vertrauten Lebensraum - die Bereitschaft eines

Tieres, nach der Freilassung abzuwandern, verstärkt. Jungföchse, die gefangen, für bis zu 147 Tage in einem Gehege gehalten und von diesem aus dann freigelassen wurden, wanderten zu einem höheren Prozentsatz ab als Jungföchse, die gefangen und unmittelbar danach wieder freigelassen wurden (FUNK 1990).

Die Wanderbewegungen, die zumindest ein Teil der ausgewilderten Igel unternimmt, erschweren die Erfassung der sehr kontrovers beurteilten Überlebenschancen dieser Tiere nach ihrer Freilassung. SCHUBERT (1990) gibt für seine in einem Villenviertel in Stadtrandnähe ausgewilderten und mit Futterstellen angelockten Igel Wiederfundraten von 48 bis 61% nach einem Jahr und 28 bis 46% nach zwei und mehr Jahren an. OBERMAIER (1985) und DIETZEN & OBERMAIER (1989) verglichen in einer auf Fang-Wiederfang beruhenden Studie die Aufenthaltsdauer (Zeitspanne zwischen erstem und letztem Fang) wildlebender und ausgewilderter Igel. Wildlebende Tiere konnten sie länger und zu einem höheren Prozentsatz wiederfangen als ausgewilderte Tiere. Ihre Beobachtungen interpretieren sie dahingehend, dass 90% der ausgewilderten Igel nach ihrer Freilassung erneut in Not geraten, entweder aus guten Igelgebensräumen auswandern müssen oder so geschwächt werden, dass sie eingehen oder erneut in menschliche Pflege geraten. Diese Autoren übersehen dabei, dass sie zwei altersmässig unterschiedlich zusammengesetzte Stichproben von Igelrn miteinander vergleichen. Die ausgewilderten Igel gehören in der Regel alle der Gruppe der einjährigen Tiere an, währenddem die wildlebenden Tiere eine Stichprobe von Tieren ganz unterschiedlichen Alters darstellen. Da insbesondere einjährige Tiere die Tendenz zeigen, abzuwandern, beeinflusst der unterschiedliche Altersaufbau der beiden miteinander verglichenen Igelgruppen die beobachteten Unterschiede in der Aufenthaltsdauer.

Igel, die nach ihrer Überwinterung in menschlicher Obhut ausgewildert werden, können nach der Freilassung soweit überleben, dass sie sich auch erfolgreich fortpflanzen. Ob diese Tiere nach ihrer Freilassung einer erhöhten Mortalität ausgesetzt sind, kann jedoch nur beurteilt werden, wenn in einer vergleichenden Untersuchung und bei grossen Stichproben auch die Mortalität der freilebend überwinterten gleichaltrigen Tiere erfasst werden kann.

8. ZUSAMMENFASSUNG

Zwischen Mai 1986 und Dezember 1989 wurden in einem ländlichen, von Kulturland und Wald umgebenen Siedlungsgebiet 29 (15m/14w) wildlebende und 22 (9m/13w) in menschlicher Obhut gepflegte und wieder ausgewilderte Igel mit Sendern markiert und für die Dauer von 2 bis 678 Tagen beobachtet. Von den auf ihren Streifzügen in Sichtkontakt begleiteten Tieren wurden in Intervallen von 5 Minuten Ort, Habitat und Aktivität protokolliert. Dabei wurde das Habitat durch 17 den Bereichen *Siedlung*, *Landwirtschaft* und *Wald* zugeordnete Habitattypen charakterisiert und die Aktivität in 9 Verhaltensklassen unterteilt. Beinahe täglich wurden zudem die Tagesschlafplätze der sendermarkierten Igel lokalisiert.

Den Winterschlaf begannen als erste Tiere der Population adulte Männchen in der zweiten Hälfte Oktober. Ihnen folgten ab Anfang November die ersten Jungtiere - einzelne Jungtiere blieben bis Ende Dezember aktiv - und in der zweiten Hälfte November adulte Weibchen. Adulte Männchen und Jungtiere erwachten etwa Mitte März wieder aus dem Winterschlaf, rund einen Monat vor den adulten Weibchen. In der Dauer des Winterschlafes unterschieden sich die Werte der adulten Männchen und Weibchen sowie der Jungtiere nicht.

Der Beginn und das Ende der täglichen Aktivitätsphasen folgte von Mai bis September in guter Näherung dem Verlauf der bürgerlichen Dämmerung (entspricht einer Abweichung von Sonnenuntergang bzw. -aufgang von 30-40 Min.).

Während der Brunftperiode, die von Anfang April bis Ende August andauerte, zeigten sich geschlechtsspezifische Unterschiede in der Aktivität. Der Anteil der Aktivität *Gehen* an der Gesamtaktivität war bei den adulten Männchen in den Monaten Mai bis August deutlich erhöht (19.6-30.5% gegenüber 6.8-12.5%), der Anteil der Aktivität *Futtersuche* hingegen reduziert. Bei den adulten Weibchen übte der Brunftverlauf keinen Einfluss auf die Aktivitäten *Gehen* (5.4-7.4%) und *Futtersuche* aus. Ausserhalb der Paarungszeit unterschieden sich adulte Männchen und Weibchen in ihrer Aktivität nicht.

Während der nächtlichen Aktivität nutzten die beobachteten Igel den Bereich *Siedlung* deutlich bevorzugt (Angebot:Nutzung = 1:3.7). Die Bereiche *Landwirtschaft* (1:0.5) und insbesondere *Wald* (1:0.18) nutzten sie unter dem Angebot. Innerhalb der *Siedlung* nutzten sie die Habitattypen *Rasen*, *Kompost*, *Gebäude* und *Haufen* stärker, *Rabatte*, *Wege*, *Trottoir* und *Strasse* weniger stark, als aufgrund der Angebotsschätzung zu erwarten war.

74.1% der Aktivität *Futtersuche* entfielen auf die grasbestandenen Habitattypen *Rasen*, *Wiesen* und *Weiden*, welche - zusammen mit den Habitattypen *Kompost* und *Wald* - auch gezielt zur

Nahrungssuche aufgesucht wurden. Für die Fortbewegung (Aktivität *Gehen*) von Bedeutung waren die linienförmigen, leicht begehbaren Habitattypen *Wege*, *Trottoir*, *Strasse* und *Feldweg*. 86,7% der Tagesschlafplätze befanden sich im Bereich Siedlung und konzentrierten sich hier im wesentlichen auf die Habitattypen *Rabatte*, *Hecke*, *Gebäude* und *Haufen*.

Das räumliche Verhalten der beobachteten Igel war je nach Alter und Geschlecht unterschiedlich. Die nach der 'Minimum Convex Polygon'-Methode berechneten Aktionsräume erreichten bei adulten Männchen im Mittel monatliche Werte von rund 20 ha ausserhalb der Brunft sowie von rund 110 ha während der Brunft. Rund 200 bzw. 500 ha gross waren die Aktionsräume jener 3 Männchen, die während zwei Aktivitätsperioden beobachtet wurden. Die Grösse der monatlichen Aktionsräume der adulten Weibchen bewegte sich das ganze Jahr über im Mittel zwischen 5,5 und 11,4 ha. Die die gesamte Beobachtungszeit umfassenden Aktionsräume dieser Tiere waren im Mittel 68 ha gross. Grosse Unterschiede zeigten sich in der Ausdehnung der monatlichen Aktionsräume bei wildlebenden wie bei ausgewilderten einjährigen Igel, da einzelne dieser Tiere über Distanzen von bis zu 5 km in neue Gebiete auswanderten.

Mit Beginn der Brunftzeit erweiterten die adulten Männchen ihre nächtlich zurückgelegten Wegstrecken (ausserhalb Brunft: 576 m, Beginn/Ende Brunft: 1103 m, während Brunft: 1517 m) und Aktionsradien (275 m/558 m/741 m) signifikant. Die Werte der von den adulten Weibchen zurückgelegten nächtlichen Wegstrecken und Aktionsradien waren im Laufe des Jahres keinen grösseren Schwankungen unterworfen. Sie waren im Vergleich zu den entsprechenden Werten adulter Männchen ausserhalb der Brunft gleich gross, ansonsten signifikant kleiner.

Die Unterschiede zwischen adulten Männchen und Weibchen bezüglich der Aktivität und Raumnutzung werden mit dem Paarungssystem und dem räumlichen, durch das Nahrungsangebot bestimmten Verteilungsmuster der Weibchen erklärt. Im ländlichen Siedlungsgebiet lebende Männchen legen auf der Suche nach Weibchen weit grössere Distanzen zurück als Männchen im städtischen Siedlungsraum. Im Vergleich zum ländlichen Siedlungsgebiet, wo das Nahrungsangebot weiträumig verteilt ist, ist im städtischen Siedlungsgebiet das Nahrungsangebot - und damit die Verteilung der Weibchen - räumlich lokalisiert.

Auf die neue Situation nach der Freilassung reagierten Igel, die in menschlicher Obhut gepflegt und überwintert worden waren, mit einem im Vergleich zu ihren wildlebenden Altersgenossen anfänglich etwas erhöhten Anteil der Aktivitäten *Gehen* und *Erkunden/Untersuchen* sowie einem etwas geringeren Anteil der Aktivität *Futtersuche*. Ausgewilderte einjährige Tiere beteiligten sich auch an den Fortpflanzungsaktivitäten. Einige Weibchen hatten im gleichen Jahr ihrer Freilassung Junge oder verstarben trächtig. Bei den Männchen war der Anteil der Aktivität *Brunften* geringer als bei den wildlebenden Altersgenossen. Unterschiede in der Aktivität und der Habitatnutzung zwischen gleichaltrigen wildlebenden und ausgewilderten Tieren werden

damit erklärt, dass den ausgewilderten Tieren detaillierte Kenntnisse der räumlichen Gegebenheiten in ihrem neuen Lebensraum (Futterplätze, Schlafplätze, Aufenthaltsorte der Weibchen) noch fehlen. Der eine Teil der ausgewilderten Tiere blieb im Freilassungsgebiet, der andere verliess es und wanderte, wie auch einzelne gleichaltrige wildlebende Tiere, ab in neue, bis zu 5 km entfernte Gebiete.

9. LITERATURVERZEICHNIS

- ALLANSON, M. 1934: Seasonal Variation in the Reproductive Organs of the Male Hedgehog. Philos. Transactions Royal Soc. London, Series B 223, 277-303.
- BERTHOUD, G. 1978: Note préliminaire sur les déplacements du hérisson Européen (*Erinaceus europaeus* L.). La Terre et la Vie 32, 73-82.
- BERTHOUD, G. 1980: Le hérisson (*Erinaceus europaeus* L.) et la route. Rev. Ecol. (Terre Vie) 34, 361-372.
- BERTHOUD, G. 1982: Contribution à la biologie du hérisson (*Erinaceus europaeus* L.) et applications à sa protection. Thèse Université de Neuchâtel, Faculté des Science, 247 S.
- BERTHOUD, G. 1982b: L'activité du Hérisson européen (*Erinaceus europaeus* L.). Rev. Ecol. (Terre Vie) 36, 3-13.
- BOITANI, L. & G. REGGIANI 1984: Movements and activity patterns of Hedgehogs (*Erinaceus europaeus*) in Mediterranean coastal habitats. Z. f. Säugetierkunde 49, 193-206.
- BONTADINA, F. 1991: Strassenüberquerungen von Igel (*Erinaceus europaeus*). Dipl.arb. Zool. Inst. Univ. Zürich, Zürich, 38 S.
- BONTADINA, F., S. GLOOR & TH. HOTZ 1993: Igel, Wildtiere in der Stadt. Grundlagen zur Förderung der Igel in Zürich. Arbeitsbericht Gartenbauamt der Stadt Zürich u. Kant. Zürcher Tierschutzverein KZTV, 72 S.
- BROCKIE, R.E. 1975: Distribution and abundance of the hedgehog (*Erinaceus europaeus* L.) in New Zealand, 1869-1973. N. Z. J. Zool. 2:4, 445-462.
- BROCKIE, R.E. 1976: Self-anointing by wild hedgehogs (*Erinaceus europaeus*) in New Zealand. Anim. Behav. 24:1, 68-71.
- BURT, W.H. 1943: Territoriality and home range concepts as applied to mammals. J. Mammal. 24, 346-352.
- CAMPELL, P.A. 1973: The feeding behaviour of the hedgehog in pasture land in New Zealand. N. Z. Ecol. Soc. 20, 35-40.
- CAMPELL, P.A. 1975: Feeding rhythmus of caged hedgehog (*Erinaceus europaeus* L.). Proc. N. Z. Ecol. Soc. 22:14-18.
- DEANESLY, R. 1934: The Reproductive Processes of Certain Mammals, Part VI: The Reproductive Cycle of the Female Hedgehog. Philos. Transaction Roy. Soc. London, Series B 223, 239-276.

- DICKMAN, C.R. 1988: Age-related dietary change in the European hedgehog, *Erinaceus europaeus*. J. Zool., London 215, 1-14.
- DIETZEN, W. & E. OBERMAIER 1986: Bestandessituation und Wertung der Ueberwinterung von Igel (*Erinaceus europaeus* L.) in menschlicher Obhut. Wildbiol. Ges. München e.V., München
- ESSER, J. 1984: Untersuchung zur Frage der Bestandesgefährdung des Igel (*Erinaceus europaeus*) in Bayern. Ber. ANL 8, 22-62.
- FUNK, S.M. 1991: Zur Bedeutung der Untersuchungsmethode bei der Beurteilung des Abwanderverhaltens von Füchsen. S. 55-65 in C. Commichau, H. Sprankel (Hrsg.): Fuchs-Symposium Koblenz 2.-3. März 1990. Schriften des Arbeitskreises Wildbiologie an der Justus-Liebig-Universität Giessen e.V. Heft 20.
- GÖRANSSON, G., J. KARLSSON & A. LINDGREN 1976: Igelkotten och biltrafiken. Fauna och Flora 71, 1-6.
- HAHN, O. 1986: Der Igel, liebenswertes Stacheltier. Herder Freiburg im Breisgau. 71 S.
- HARRIS, S., W.J. CRESSWELL, P.G. FORDE, W.J. TREWHELLA, T. WOOLLARD & S. WRAY 1990: Home-range analysis using radio-tracking data - a review of problems and techniques particularly as applied to the study of mammals. Mammal Rev. 20:2/3, 97-123.
- HERTER, K. 1938: Die Biologie europäischer Igel. Zentr. f. Kleintier- und Pelztierkunde, 14, 1-222.
- HERTER, K. 1952: Igel. Die Neue Brehm-Bücherei, Heft 71. Akadem. Verlagsges. Geest + Partig K.-G., Leipzig. 58 S.
- KRISTIANSSON, H. 1984: Ecology of a hedgehog *Erinaceus europaeus* population in southern Sweden. Diss. Univ. of Lund, Lund. 75 S.
- KRISTIANSSON, H. & S. ERLINGE 1977: Rörelser och aktivitetsområde hos igelkollen. Fauna och Flora 72:4, 149-155.
- KUMMER, H. 1968: Social organisation of hamadryas baboons. Chicago University Press.
- LAUBMEIER, E. 1985: Untersuchungen über die Endoparasiten des Igel (*Erinaceus europaeus*) bei freilebenden und in menschlicher Obhut überwinternden Tieren sowie Entwurmungsversuche mit Ivermectin. Diss. Ludw.-Maximilians-Univ., München.
- LEYHAUSEN, P. & R. Wolff (1959): Das Revier einer Hauskatze. Z. Tierpsychol. 16:666-670.
- LIEINHARDT, G. 1979: Beobachtungen zum Verhalten des Igel (*Erinaceus europaeus*) und seine Überlebensmöglichkeit im heutigen Biotop. Zool. Beitr. 25, 447-484.
- LINDEMANN, W. 1951: Zur Psychologie des Igel. Z. Tierpsych. 8, 224-251.

- MACDONALD, D.W., F.G. BALL & N.G. HOUGH 1980: The evaluation of home range size and configuration using radio tracking data. S. 405-424 in: C.J. Amlaner, Jr & D.W. Macdonald eds. *A Handbook on Biotelemetry and Radio Tracking*. Pergamon Press, Oxford, England
- MADER, H.J. 1979: Die Isolationswirkung von Verkehrsstrassen auf Tierpopulationen, untersucht am Beispiel von Arthropoden und Kleinsäugetern der Waldbiozönose. *Schr.R. Landschaftspflege u. Naturschutz* 19:1-132.
- MOORS, P.J. 1979: Observations on the nesting habits of the European hedgehog in the Manawatu sand country, New Zealand. *N. Z. J. Zool.* 6, 489-492.
- MORRIS, B. 1961: Some observations on the breeding seasons of the hedgehog and the rearing and handling of the young. *Proc. Zool. Soc. London* 136, 201-206.
- MORRIS, P. 1970: A method for determining absolute age in the hedgehog. *J. Zool., London*, 161, 277-281.
- MORRIS, P. 1973: Winter Nests of the Hedgehog (*Erinaceus europaeus* L.). *Oecologica* (Beih.) 11, 299-313.
- MORRIS, P.A. 1977: Pre-weaning mortality in the hedgehog (*Erinaceus europaeus* L.). *J. Zool., London*, 182, 162-167.
- MORRIS, P.A. 1985: The effects of supplementary feeding on movements of hedgehogs (*Erinaceus europaeus*). *Mammal Rev.* 15:1, 23-32.
- MORRIS, P.A. 1986: Nightly movements of hedgehogs (*Erinaceus europaeus*) in forest edge habitat. *Mammalia* 50:3, 395-398.
- MORRIS, P.A. 1988: A study of home range and movements in the hedgehog (*Erinaceus europaeus*). *J. Zool., London* 214, 433-449.
- MORRIS, P.A. & M.J. MORRIS 1988: Distribution and abundance of hedgehog (*Erinaceus europaeus*) on New Zealand roads. *N. Z. J. Zool.* 15, 491-498.
- MORRIS, P.A., K. MEAKIN & S. SHARAFI 1993: The behaviour and survival of rehabilitated hedgehogs (*Erinaceus europaeus*). *Animal Welfare* 2, 53-66.
- MORRIS, P.A. & H. WARWICK 1994: A Study of rehabilitated juvenile hedgehogs after release into the wild. *Animal Welfare* 3, 163-177.
- NEUSCHULZ, N. & M. SCHUBERT 1991: Altersermittlung bei *Erinaceus europaeus* L., 1758 an einer Igelanfütterung. *Populationsökologie von Kleinsäugetern* (1991): 55-62; *Wiss. Beitr. Univ. Halle* 1990/34 (P 42).
- OBERMAIER, E. 1985: Untersuchungen zur derzeitigen Bestandessituation des Igels (*Erinaceus europaeus* L.) in unserer Kulturlandschaft und über den Beitrag der Überwinterung von Igel in menschlicher Obhut zur Erhaltung der Art. *Dipl.arb. Biol. Fak. Ludwig-Maximilians-Universität, München*. 121 S.

- PALM, S. & B. STÖWER 1990: Untersuchungen zur Populationsstruktur von Igel (*Erinaceus europaeus* L.) in der Kulturlandschaft über Strassentodfunde und Freilandbeobachtungen. *Dipl.arb. Fak. f. Biol. Univ. Bielefeld*. 108 S.
- PARKES, J. 1975: Some aspects of the biology of the hedgehog (*Erinaceus europaeus* L.) in the Manawatu, New Zealand. *N. Z. J. Zool.* 2:4, 463-472.
- PARKES, J.P. & R.E. BROCKIE 1977: Sexual Differences in Hibernation of Hedgehogs in New Zealand. *Acta Theriol.* 22:29, 384-386.
- PIENAAR, U. de V. 1968: The ecological significance of roads in a National Park. *Koedoe* 11:169-174.
- PODUSCHKA, W. 1969: Ergänzungen zum Wissen über *Erinaceus europaeus roumanicus* und kritische Ueberlegungen zur bisherigen Literatur über europäische Igel. *Z. Tierpsych.* 26:7, 761-804.
- PODUSCHKA, W. & W. FIRBAS 1968: Das Selbstbespeicheln des Igels (*E. e. roumanicus*) steht in Beziehung zur Funktion des Jacobson'schen Organes. *Z. f. Säugetierkunde* 33, 160-172.
- RANSON, R.M. 1941: New laboratory animals from wild species: Breeding a laboratory stock of hedgehogs (*Erinaceus europaeus*). *J. Hyg. Camb.* 41, 131-138.
- REEVE, N.J. 1981: A field study of the hedgehog (*Erinaceus europaeus*) with particular reference to movement and behaviour. *Ph. D. Thesis Univ. London*, 260 S.
- REEVE, N.J. 1982: The Home Range of the Hedgehog as Revealed by a Radio Tracking Study. *Symp. Zool. Soc. London* 49, 207-230.
- REEVE, N.J. 1994: *Hedgehogs*. T & A D Poyser Ltd, London. 313 S.
- REEVE, N.J. & P.A. MORRIS 1985: Construction and use of summer nests by the hedgehog (*Erinaceus europaeus*). *Mammalia* 49:2, 187-194.
- REEVE, N.J. & P.A. MORRIS 1986: Mating strategy in the hedgehog (*Erinaceus europaeus*). *J. Zool., Lond.* (A) 210, 613-614.
- REICHHOLF, J. & J. ESSER 1981: Daten zur Mortalität des Igels (*Erinaceus europaeus*), verursacht durch den Strassenverkehr. *Z. f. Säugetierkunde* 46, 216-222.
- REMMERT, H. 1993: *Ökologie*. 5. Auflage. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 363 S.
- SABOUREAU, M., G. LAURENT & J. BOISSIN 1979: Daily and Seasonal Rhythms of Locomotor Activity and Adrenal Function in Male Hedgehogs (*Erinaceus europaeus* L.). *J. int. discipl. Cycle Res.* 10:4, 249-266.
- SCHOENFELD, M. & Y.-T. YORAM 1985: The biology of two species of hedgehogs, *Erinaceus europaeus concolor* and *Hemienchinus auritus aegyptius*, in Israel. *Mammalia* 49:3, 339-355.

- SCHUBERT, M. 1990: Ergebnisse mehrjähriger Freilandbeobachtungen zur Frage der Überlebenschancen von in menschlicher Obhut überwinterten juvenilen Igel (Erinaceus europaeus, L.) nach deren Auswilderung. 16 S. Forschungsgr. Igel, Berlin-Ost. (Hrsg: Eigenverlag, M. Neumeier, Lindau/B. (BRD))
- SCHWAGMEYER, P.L. 1988: Scramble competition polygyny in a social mammal: male mobility and mating success. Amer. Natur. 131, 885-892.
- SIEGEL, S. 1985: Nichtparametrische statistische Methoden. Fachbuchh. f. Psychologie, Frankfurt a.M. 320 S.
- SPONHOLZ, H. 1965: Dem Igel droht der Verkehrstod. Natur u. Landschaft 40(9):174-176.
- VOIGT, D.R. & R.R. TINLINE 1980: Strategies for Analyzing Radio Tracking Data. S. 387-404 in: C.J. Amlaner, Jr & D.W. Macdonald eds. A Handbook on Biotelemetry and Radio Tracking. Pergamon Press, Oxford, England
- WALHOVD, H. 1984: The breeding habits of the European hedgehog (Erinaceus europaeus L.) in Denmark. Z. f. Säugetierkunde 49, 269-277.
- WALHOVD, H. 1990: Records of young hedgehogs (Erinaceus europaeus L.) in a private garden. Z. f. Säugetierkunde 55, 289-297.
- WEINZIERL, H. 1957: Verkehrsoffer Igel. Kosmos 53(12):620.
- WHITE, G.C. & R.A. GARROTT 1990: Analysis of Wildlife Radio-Tracking Data. Academic Press, San Diego, CA. 383 S.
- WROOT, A.J. 1984: Feeding Ecology of the European Hedgehog, Erinaceus europaeus L. Ph. D. Thesis Univ. London, London, 199 S.

Dank

Verschiedenen Personen und Institutionen danke ich ganz herzlich für die Hilfe und Unterstützung, die ich während meiner mehrjährigen Igelstudie entgegennehmen durfte:

Diese Feldstudie wurde finanziell unterstützt durch Stipendien der Emil Boral-Stiftung, der Janggen-Pöhn-Stiftung sowie der Ernst-Hadorn-Stiftung. Der Schweizer Tierschutz übernahm einen Teil der Materialkosten.

Nächtliche Feldarbeit im Siedlungsgebiet ist nicht unproblematisch. So bin ich der Bevölkerung von Bonstetten und Wettswil dankbar für das Interesse und Wohlwollen, das sie meiner Arbeit entgegenbrachte, für die zahlreichen Meldungen von Igelbeobachtungen sowie für den erlaubten wie geduldeten Zugang zu so manchem privaten Grundstück.

Frau E. Heller, Winterthur, führte mich in die Praxis der Igelbetreuung ein. Sie vermittelte mir auch über ihre Igelstation die Mehrzahl der Tiere, die ich im Rahmen dieser Arbeit auswilderte. In veterinärmedizinischen Belangen wurde ich von den Tierärzten Dr. A. Huber und Dr. F. Rohner, Birmensdorf, unterstützt. Die Beurteilung der möglichen Todesursachen von im Untersuchungsgebiet tot aufgefundenen Igel nahmen Veterinäre des Institutes für Veterinärpathologie (Prof. Dr. A. Pospischil) der Universität Zürich vor.

Prof. Dr. H. Kummer übernahm die Leitung dieser Feldstudie. Er räumte mir grosse Freiheiten ein bei der Themenwahl und Arbeitsweise, nicht ohne aber mit dem fachlichen Rüstzeug, mit welchem er als Lehrer mich bestens ausstattete, ganz nachhaltig auf diese Arbeit einzuwirken.

Ganz speziell danke ich Fabio Bontadina für die überaus gute und freundschaftliche Zusammenarbeit während unserer gemeinsamen Feldarbeit und insbesondere für seine vielfältige Unterstützung bei der Auswertung meiner Daten. Er machte mich kompetent und geduldig mit der Anwendung eines PC vertraut und schrieb Programme für die Datenerfassung und -auswertung.

Viele Freunde und Bekannte haben mit grosser Anteilnahme die Entstehung dieser Arbeit begleitet. Sie haben mich auf vielfältige Art und Weise unterstützt und so auch die beschwerlichen Seiten von diesem Unternehmen erträglicher gestaltet.

Dass ich diese Arbeit überhaupt durchführen konnte, verdanke ich ganz wesentlich meiner Frau Franziska und meinen beiden Kindern Annatina und Lukas. Sie haben mir mit viel Rücksichtnahme und Verständnis während Jahren ein nachtaktives Leben ermöglicht und mir den nötigen Freiraum zugestanden, um zuhause arbeiten zu können. Sie haben aber auch die Einschränkungen mitgetragen, die mit der Freiheit und Chance, ein solches Projekt realisieren zu können, verbunden waren.

CURRICULUM VITAE

Ich, Robert Zingg, Bürger von Sitterdorf (TG), wurde am 26. April 1955 in Binga (chem. Congo Belge) geboren.

Von Frühjahr 1966 bis Sommer 1970 besuchte ich in Basel-Stadt das Mathematisch-Naturwissenschaftliche Gymnasium und wechselte dann an die kantonale Oberrealschule in Zürich, welche ich im Herbst 1974 mit der Maturität Typus C abschloss. Gleich anschliessend immatrikulierte ich mich an der Philosophischen Fakultät II der Universität Zürich und belegte Biologie im Hauptfach sowie - an der ETH Zürich - Geobotanik im Nebenfach. Im Frühjahr 1980 schloss ich mein Studium mit dem Diplom als Naturwissenschaftler mit Hauptfach Zoologie ab.

Von 1980 an arbeitete ich freiberuflich im Bereich Naturschutz sowie zwischen 1983 und 1985 als Halbassistent an der Abteilung für Ethologie und Wildforschung des Zoologischen Institutes der Universität Zürich (Prof. H. Kummer, Prof. B. Nievergelt).

Im Herbst 1985 begann ich meine Doktorarbeit unter der Leitung von Prof. H. Kummer.

Seit Mai 1994 bin ich als Kurator für Säugetiere und Vögel im Zoo Zürich tätig.

Im Laufe meines Studiums habe ich Vorlesungen, Kurse und Praktika folgender Dozenten der Universität Zürich sowie der ETH Zürich besucht: Bachofen, Bächli, Batschelet, Biegert, Billeter, Birnstiel, Brun, Burla, Chen, Christen, Claude, Cook, Deák, Dübendorfer, Egger, Eugster, Fischer, Gigon (ETH), Güntert, Hohl, Honegger, Humbel, Kägi, Klötzli (ETH), Kuhn-Schnyder, Kummer, H. Labhart, Th. Labhart, Landolt (ETH), Nievergelt, Nöthiger, Oswald, Rast, Richard (ETH), Rieber, Sigg, Stolba, Tardent, Turner, Wagnière, Wanner, Wehner, Weissmann, Ziswiler.

