



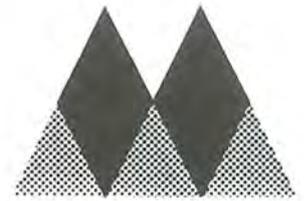
---

# Das Raum-Zeit-System des Rotfuchses

---







---

## Das Raum-Zeit-System des Rotfuchses

Untersuchungen der Lebensraumansprüche  
und der Aktivitätsrhythmik des Rotfuchses (*Vulpes vulpes*)  
im Alpenpark Berchtesgaden

---

Walter Berberich

Angefertigt unter Leitung von Herrn Prof. Dr. H. F. Moeller,  
Zoologisches Institut der Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg.  
Abteilung für Wirbeltiermorphologie und Zoologisches Museum.

Anwendung der Untersuchungen  
über das Raum-Zeit-Verhalten  
des Rotfuchses für die Tollwutimpfung

Werner d'Oleire-Oltmanns

Nationalpark Berchtesgaden

Impressum:

Nationalpark Berchtesgaden  
Forschungsbericht 17/1989

2. Auflage 1992

Herausgeber:  
Nationalparkverwaltung Berchtesgaden  
im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums  
für Landesentwicklung und Umweltfragen

Alle Rechte vorbehalten

ISSN 0172-0023  
ISBN 3-922325-17-3

Satz und Druck:  
Druckerei Plenk, Berchtesgaden

# Inhaltsverzeichnis

|  | Seite |
|--|-------|
| <b>Einleitung und Fragestellung</b>  | 5     |
| <b>Allgemeines zur Biologie von <i>Vulpes vulpes</i></b>                         | 6     |
| <b>Untersuchungsgebiete</b>  | 7     |
| 1. Beschreibung des Gesamtgebietes   | 7     |
| 2. Beschreibung der Untersuchungsflächen   | 8     |
| 3. Jagdliche Situation   | 10    |
| <b>Teil 1: Raumorganisation</b>  | 11    |
| Einleitung   | 11    |
| Material und Methoden  | 11    |
| 1. Fang  | 11    |
| 2. Alters- und Geschlechtsbestimmung   | 11    |
| 3. Markierung  | 12    |
| 4. Telemetry   | 12    |
| 5. Radiotracking   | 12    |
| 6. Homerange-Bestimmungsmethoden   | 13    |
| 7. Geographisches Informationssystem (GIS)                                       | 13    |
| 8. Ausstattung der Homeranges  | 14    |
| 9. Nutzung der Homeranges  | 14    |
| 10. Habitatpräferenzbewertung  | 19    |
| 11. Statistikauswertung und graphische Darstellung                               | 19    |
| 12. Erstellen von Potentialkarten  | 19    |
| Ergebnisse   | 21    |
| 1. Größe, räumliche Lage und Ausstattung der Homeranges                          | 21    |
| 2. Lebensraumnutzung   | 22    |
| 3. Habitatpräferenzen  | 25    |
| 4. Homerangegröße in Abhängigkeit der Lebensraumausstattung                      | 27    |
| 5. Potentialkarten „Nutzung“ und „Präferenz“                                     | 27    |
| Diskussion   | 31    |
| 1. Zur Methodik  | 31    |
| 2. Anpassungsmechanismen an menschliche Landnutzungsformen                       | 32    |
| 3. Potentialkarten   | 34    |
| <b>Teil 2: Migration</b>   | 35    |
| Einleitung   | 35    |
| Material und Methoden  | 35    |
| Ergebnisse   | 35    |
| 1. Zeitpunkt der Wanderungen   | 35    |
| 2. Länge und Richtung der Wanderungen  | 35    |
| 3. Individuelle Wanderstrecken   | 35    |
| Diskussion   | 38    |
| 1. Auslösende Faktoren für die Wanderung   | 38    |
| 2. Entfernung, Richtung, Orientierung  | 39    |
| <b>Teil 3: Lage und Verteilung der Fuchsbaue<br/>(Baugebietsstrukturanalyse)</b> | 40    |
| Einleitung   | 40    |
| Material und Methoden  | 40    |
| Ergebnisse   | 42    |
| 1. Bedeutung der Landschaftsparameter für die Auswahl<br>der Baugebiete          | 42    |
| Diskussion   | 43    |

|   |    |
|---|----|
| <b>Teil 4: Aktivitätsrhythmik</b>   | 45 |
| Einleitung  | 45 |
| Material und Methoden   | 45 |
| Ergebnisse und Interpretation   | 46 |
| 1. Tag-, Nacht- und Dämmerungsaktivität im Jahresverlauf  | 46 |
| 2. 24-Stunden-Rhythmus der Aktivität im Jahresverlauf   | 47 |
| Diskussion  | 50 |
| <b>Zusammenfassende Diskussion</b>  | 52 |
| <b>Zusammenfassung</b>  | 54 |
| <b>Summary</b>  | 56 |
| <b>Literaturverzeichnis</b>   | 57 |
| <b>Anhang</b>   | 60 |
| <b>Danksagung</b>   | 68 |
| <b>Die Anwendung der Untersuchung über das Raum-Zeit-Verhalten<br/>des Rotfuchses für die Tollwutimpfung<br/>(W. d'Oleire-Oltmanns)</b> | 69 |
| 1. Auftreten der Tollwut  | 69 |
| 2. Lebensraumverteilung im Nationalpark und Umland  | 69 |
| 3. Jagdsituation  | 69 |
| 4. Die Durchführung der Feldimmunisierung im Nationalpark<br>Berchtesgaden  | 69 |
| 5. Die Übertragbarkeit der Methode auf andere Gebiete   | 70 |

# Einleitung und Fragestellung

Der Rotfuchs (*Vulpes vulpes*) ist in unserer Kulturlandschaft das häufigste mittelgroße Raubsäugetier. Er ist neben dem Wolf (*Canis lupus*) der am weitesten verbreitete Säuger überhaupt (Zimen, 1980). Während der Wolf jedoch heute zu den gefährdeten Tierarten zu zählen ist (Mech, 1984; Zimen, 1978), hat der Fuchs seine Verbreitung im letzten Jahrhundert durch seine besondere Anpassungsfähigkeit an die sich ständig ändernden Bedingungen der Kulturlandschaft ausdehnen können (Storm, 1976; Zimen 1980; Gürtler, 1986). In Zusammenhang mit dieser Anpassungsleistung erfährt die Wildtollwut, an deren Verbreitung der Rotfuchs in Mittel- und Westeuropa maßgeblich beteiligt ist, eine den Menschen direkt berührende Bedeutung (Wachendörfer, 1978; Zimen, 1980). Neben Zoologen, Wildbiologen und Verhaltensforschern widmen sich daher in neuerer Zeit zunehmend auch Epidemiologen diesem Raubsäuger.

Im Nationalpark Berchtesgaden wird seit 1984 eine MAB-6-Studie „Man and Biosphere“ durchgeführt, die den Einfluß des Menschen auf Hochgebirgsökosysteme untersucht (Franz, 1984). Der Einfluß des Menschen auf die Lebensweise des Fuchses wirkt sich entweder direkt über die Jagd oder indirekt durch die jeweilige Form der Landnutzung aus.

Ziel dieser Arbeit war es, die **Raumorganisation** und das **Aktivitätsmuster** von Füchsen in Abhängigkeit unterschiedlicher Landschaftsparameter, insbesondere der vielgestaltigen Landnutzungsformen des Menschen, darzustellen und die Mechanismen der Anpassung dieser Tierart in einer von alpinen Einflüssen geprägten Landschaft zu erfassen.

Die Themenbereiche **Migration** und **räumliche Verteilung der Baue** wurden als wesentliche Teile des Raumorganisationsverhaltens des Fuchses in gesonderten Kapiteln behandelt.

Den zahlreichen Publikationen über die Biologie von *Vulpes vulpes* in den letzten 25 Jahren liegen überwiegend Arbeiten aus dem Flachland und aus urbanen Gebieten zugrunde (z. B. Storm et al., 1965, 1976; Burrows & Matzen, 1973; Jensen, 1973, 1979; Lloyd et al., 1973; Macdonald, 1976, 1979, 1980, 1987; Harris, 1977, 1980; Stubbe, 1977a, 1980, 1981; Maurel, 1980; Zimen, 1980, 1981), während aus dem alpinen Lebensraum nur sehr spärliche Informationen vorhanden sind (Boitani et al., 1984). Die vorliegende Untersuchung soll den noch geringen Kenntnisstand über die Lebensweise des Fuchses in diesem besonderen Lebensraum erweitern und Vergleiche mit Arbeiten aus anderen Naturräumen ermöglichen.

Die Auswertung der Daten zu potentiellen Nutzungs- und Präferenzkarten mittels eines Geographischen Informationssystems (GIS) soll für die allgemeine Beurteilung von Raum-Zeit-Systemen bei Wildtieren neue edv-technische Möglichkeiten aufzeigen.

## Allgemeines zur Biologie von *Vulpes vulpes*

Der Rotfuchs (*Vulpes vulpes*, Linné 1758) ist bei uns der einzige Vertreter der Gattung *Vulpes* und – nach der Ausrottung des Wolfes neben dem Marderhund der einzige wildlebende Vertreter der Familie Canidae (Hundeartige), die zusammen mit den Katzen (Felidae), Mardern (Mustelidae), Kleinbären (Procyonidae), Bären (Ursidae), Schleichkatzen (Viveridae), Katzenbären (Ailuridae), Bambusbären (Ailuropodidae) und Hyänen (Hyaenidae) zur Ordnung der Raubtiere (Carnivora) gehören. Alle Mitglieder dieser Ordnung zeichnen sich durch ein gemeinsames Merkmal aus: der obere 4. Prämolare und der untere 1. Molare sind als Reißzähne ausgebildet (Brechschere).

Von allen wildlebenden Carnivoren besitzt der Rotfuchs die weitreichendste geographische Verbreitung. Er ist über Eurasien, Nordafrika und Nordamerika verbreitet – in Australien wurde er Mitte des vorigen Jahrhunderts eingebürgert. Er fehlt auf Island, Kreta und den Balearen. Sein Lebensraum erstreckt sich nahezu über alle Vegetations- und Klimazonen des Verbreitungsareals. Dies reicht von der Meeresküste bis in die Wüstengebiete Zentralasiens oder Spanisch Saharas, von der arktischen Tundra bis an die Schneefelder der Hochgebirge – selbst in Großstädten wie London ist der Fuchs anzutreffen (Stubbe, 1980, 1981; Macdonald, 1987).

Durch Rodungen der Wälder und Trockenlegen der Sümpfe – insbesondere auch durch die Ausrottung seiner Feinde bzw. Nahrungskonkurrenten wie Wolf,

Bär und Luchs – wurde in der Vergangenheit die Tragfähigkeit der Landschaft für den Fuchs ganz wesentlich erhöht (Storm et al., 1976; Gürtler, 1986).

Die Baue, die besonders für die Aufzucht der Jungen eine Rolle spielen, werden häufig im Wald, meist nahe am Waldrand angelegt (Behrendt 1955; Stubbe 1965; Kurt 1977). Es werden auch Dachs- und erweiterte Kaninchenbaue – im Gebirge auch Murmeltierbaue bewohnt. Außerhalb der Jungenaufzuchtzeit kommt dem Bau als Wohnstatt nur eine geringe Bedeutung zu; man trifft den Fuchs dann auch tagsüber oft oberirdisch an. Dem Wald kommt als Rückzugsgebiet für den Fuchs eine bedeutende Rolle zu (Ables, 1969; Pils & Martin, 1978; Storm et al., 1965; Weber, 1985).

Der Rotfuchs pflanzt sich einmal im Jahr fort. Er hat einen monoöstrischen Vermehrungszyklus (Kurt, 1977). Die Ranzzeit dieses überwiegend dämmerungs- und nachtaktiven Tieres liegt zwischen Dezember und Februar. Nach einer Tragzeit von 52 – 53 Tagen werden meist 4 – 5 (11!) Junge blind geboren, die nach etwa 11 – 14 Tagen die Augen öffnen und nach ca. 6 Wochen erstmals vor dem Bau erscheinen. Die Fuchse werden im ersten Jahr geschlechtsreif (Macdonald, 1987).

Der Fuchs ist omnivor und versteht es, seine Ernährungsweise an die saisonale und lokale Verfügbarkeit der Nahrung anzupassen. Sein Beute- bzw. Nahrungsspektrum reicht von Hasen und Kaninchen über Kleinsäuger und Vögel bis zu Käfern und Regenwürmern, Obst, Beeren und menschlichen Abfällen (Sequeira, 1980; Macdonald, 1987).

Der Haarwechsel findet einmal jährlich statt und ist zum Spätherbst hin abgeschlossen.

# Untersuchungsgebiete

## 1. Beschreibung des Gesamtgebietes (nach: Wörnle, 1981)

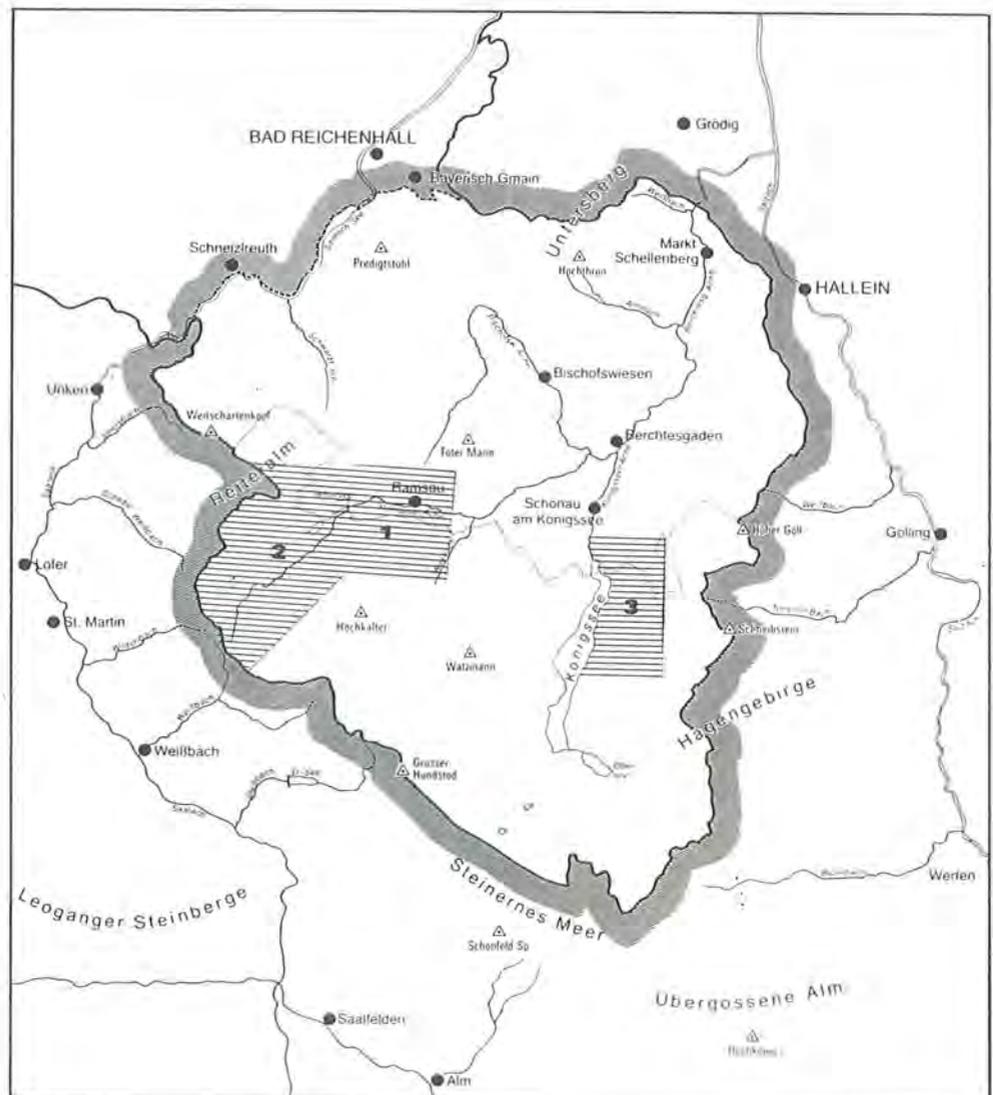
Die vorliegenden Untersuchungen wurden in dem im äußersten Südosten Bayerns gelegenen, ca. 460 qkm großen Alpenpark Berchtesgaden in drei strukturell unterschiedlichen Untersuchungsgebieten durchgeführt (Abb. 1a, vergl. 1b).

Das gesamte Gebiet gehört zu den nördlichen Kalkalpen. Der geologische Aufbau der landschaftsbestimmenden Gebirgsstöcke wird im wesentlichen von drei Formationsstufen der alpinen Trias bestimmt: Die **Werfener Schichten** der Unteren Trias entsprechen den sanften Wiesenhängen. Der **Ramsaudolomit** aus der Mittleren Trias kennzeichnet den bewaldeten Anstieg. Darüber liegt der **Dachsteinkalk**, der die Plateaus und ihre senkrecht abfallenden Wände aufbaut. Auf diesen drei Schichten lagern geringe Reste der Jura- und Kreidezeit, deren Großteil durch Erosion abgetragen worden ist. Insbesondere in den Tälern herrschen eiszeitliche und nacheiszeitliche Moränenablagerungen bzw. quartäre Schutt und Schotter vor.

Das Gebiet des Alpenparks läßt sich in folgende naturräumliche Einheiten aufgliedern:

**Becken und Täler:** Der am tiefsten gelegene Landschaftsraum (500–900 Meter ü. NN.) umfaßt das Berchtesgadener und Ramsauer Becken mit flachwelligen und hügeligen Landschaftsteilen sowie einigen Flußtälern. **Mittelgebirge:** Die mittelhohen Gebirgsteile steigen aus den Talungen auf bis zu etwa 1400 Meter ü. NN.. Sie besitzen gegliederte, von der Eiszeit meist sanft gestaltete Geländeformen. **Hochgebirgsstöcke:** Neben den charakteristischen Plateaulagen der Berchtesgadener Alpen herrschen im Hochgebirge überwiegend schroffe und felsige Landschaftsformen vor. Die größte Gipfelhöhe beträgt 2713 Meter ü. NN. (Watzmann-Mittelspitze).

Die Waldfläche beträgt für den Alpenpark (nach Angaben des StMELF, 1974) 29.500 Hektar, das sind rd. 63%. Auf den Nationalpark entfällt eine Waldfläche von ca. 8.100 Hektar (Rall, in Vorb.). Die Waldverteilung im Alpenpark ist dadurch gekennzeichnet, daß sich die Wälder auf die Hanglagen konzentrieren, da sie in den Tälern (mit Beginn des 12. Jahrhunderts) weitgehend gerodet wurden und die Berggipfel die Waldgrenze (ca. 1.800 Meter ü. NN.) vielfach übersteigen. Der große Holzbedarf der Salinen führte dazu, den Wald im Verlauf des 17. und 18. Jahrhunderts bis in die höchsten Lagen in teilweise sehr großen



**Abb. 1a:**  
Untersuchungsgebiete  
im Alpenpark Berchtesgaden.  
1 = Ramsau;  
2 = Hirschbichtal;  
3 = Jenner.

Schlägen zu nutzen. Dadurch wurde die natürliche Baumartenzusammensetzung und die Struktur der Wälder z.T. stark verändert.

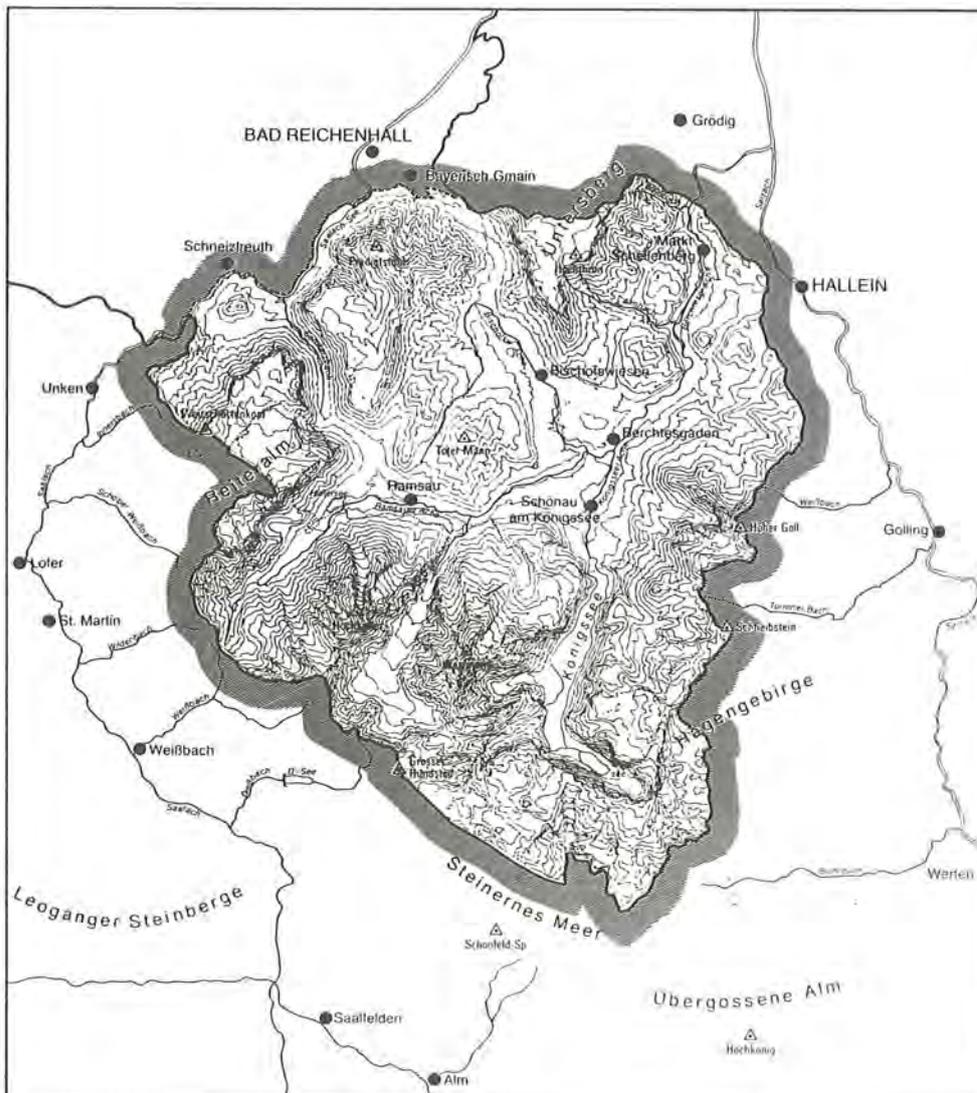
Die potentielle natürliche Waldvegetation bilden Laub- oder Laubmischwälder in den kollinen Tallagen, Fichten-Tannen-Buchen-Ahornwälder (Bergmischwald) auf den montanen Hanglagen sowie Lärchen-Fichten-Zirben-Wälder (subalpiner Nadelwald) unterschiedlicher Zusammensetzung in der subalpinen Stufe. Die Siedlungen konzentrieren sich auf den Talgrund der im nördlichen Teil des Gebiets gelegenen Becken und Täler. Neben städtischen Märkten und dörflich-ländlich geprägten Siedlungskernen herrscht im Alpenpark allgemein eine lockere Bebauung vor, wobei die einzelnen Hausstätten von Gärten bzw. Wiesen umgeben sind und als Streusiedlungsgebiete bezeichnet werden.

Die wichtigsten Klimafaktoren sind der Niederschlag, die Sonnenstrahlung und der Wind. Den folgenden Aussagen liegen Meßergebnisse der Klimahauptstation Berchtesgaden sowie Daten des Deutschen Wetterdienstes (1975) zugrunde. Der durchschnittliche Gesamtjahresniederschlag im Zeitraum 1931 – 1960 betrug 1514 mm. Der mittlere Jahrestemperaturverlauf im Zeitraum 1951 – 1970 zeigte ein Minimum im Januar (–2,9 Grad C) und ein Maximum im Juli (16,2 Grad C).

## 2. Beschreibung der Untersuchungsflächen

**Ramsau:** Das Untersuchungsgebiet Ramsau liegt im Ramsauer Talkessel zwischen Gröllberg im Norden und Steinberg im Süden sowie den Abhängen der Reiteralpe im Westen. Die Höhenausdehnung reicht von 600 – ca. 2500 Meter ü. NN.. Auf dem Talboden des Ramsauer Talkessels bestimmen als Dauergrünland genutzte Wiesen in einem Streusiedlungsbereich und der ländliche Charakter des Dorfes Ramsau das Landschaftsbild. Heckenreihen und kleine Bachläufe mit Begleitvegetation sowie Tratten (s. Wörnle, 1987) und einzelne Lesesteinmauern sind die wesentlichen Kleinstrukturen dieses Gebietes. In den unteren Hanglagen stocken überwiegend Laub- und Mischwälder, an den mittleren Berghängen überwiegt der Fichtenwald, der zur Waldgrenze hin in Lärchenwald übergeht (Abb. 2).

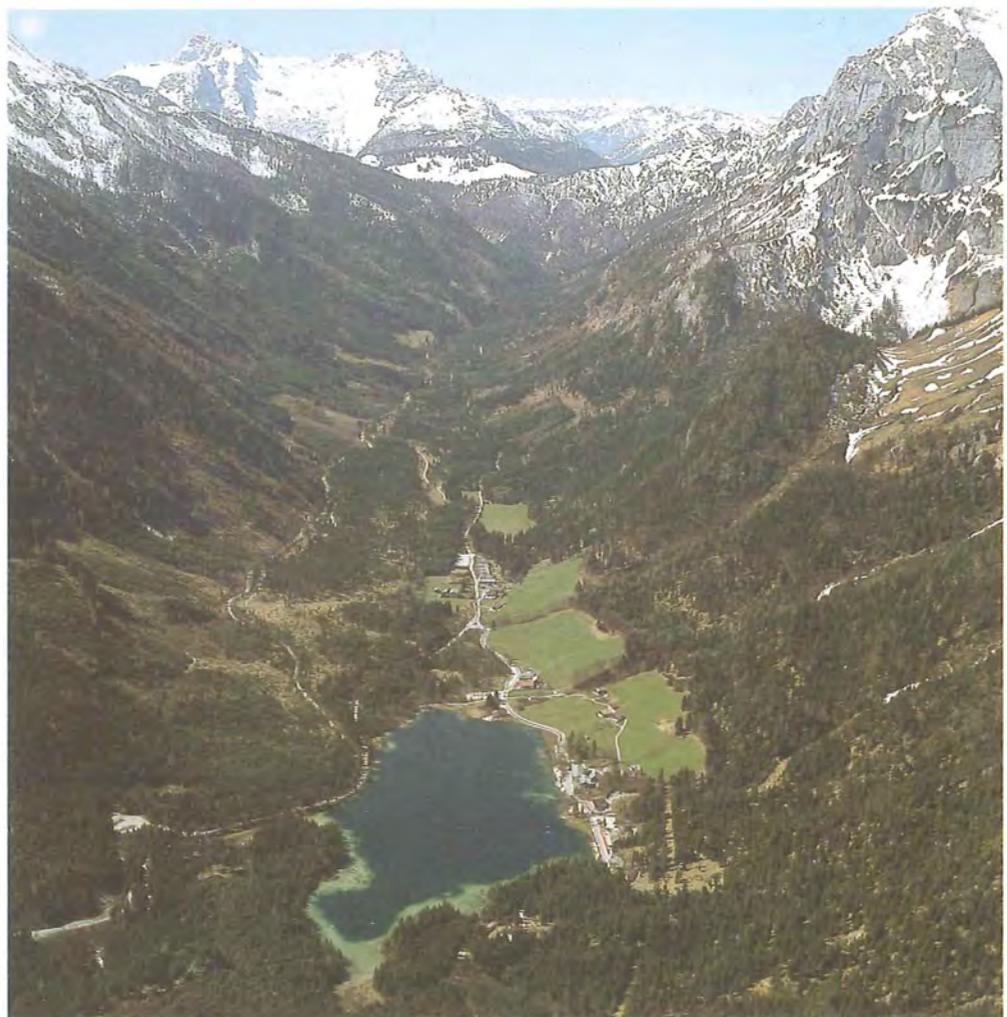
**Hirschbichl- oder Klausbachtal:** Das Hirschbichtal grenzt in südwestlicher Richtung an den Ramsauer Talkessel an, eingebettet zwischen den schroffen Abhängen der Gebirgsstöcke Reiteralpe und Hochkalter. Abgesehen von wenigen kleinen Wiesen und Almen ist das gesamte, nur wenige hundert Meter breite Tal bewaldet. Das schmale Gebirgstal zieht sich vom Ortsteil Hintersee (800 Meter ü. NN.) auf einer Länge von



**Abb. 1b:**  
Höhenlinien-Karte des  
Alpenparks Berchtesgaden mit  
100 Meter-Isotypen.



**Abb. 2:**  
Untersuchungsgebiet  
Ramsau (Photo: Wagner, NPV)  
(freig. Reg. v. Oberbayern  
Nr.: GS 300/8900–81).



**Abb. 3:**  
Untersuchungsgebiet  
Hirschbichtal (Photo: Wagner, NPV),  
(freig. Reg. v. Oberbayern  
Nr.: GS 300/6818).



**Abb. 4:**  
 Untersuchungsgebiet Jenner  
 (Photo: Wagner, NPV)  
 (freig. Reg. v. Oberbayern  
 Nr.: GS 300/8900–81).

über 6 km sanft hinauf zum Hirschbichl-Paß (1 150 Meter ü. NN.). Seine steilen Flanken reichen weit hinauf über die Waldgrenze in alpine Regionen (bis über 2 500 Meter ü. NN.; Abb. 3).

**Jenner:** Das Gebiet Jenner umfaßt den Berg Jenner und den angrenzenden Teil des Hagengebirges. Im Westen wird es vom Königssee begrenzt. Ein Mosaik aus Fichten-, Bergmischwäldern und Almen, gemeinsam mit den zum Königssee steil abfallenden und mit Mischwald bestockten Berghängen, bestimmt das Landschaftsbild des südlichen und größten Teils dieses Gebiets. Der nördliche Teil umfaßt das Gebiet der Gemeinde Schönau am Königssee mit landwirtschaftlich genutzten Wiesen. Die Höhenausdehnung reicht von 600 bis 1 800 Meter ü. NN.. Die angrenzenden Berggipfel liegen in alpinen Regionen (Abb. 4).

### 3. Jagdliche Situation

Mit der Gründung des Alpenparks Berchtesgaden im Jahre 1978 war eine Neuregelung der jagdlichen Situation verbunden. Im Gebiet des Nationalparks (ca. 210qkm) werden seitdem nur die drei Schalenwildarten Hirsch, Gemse und Reh bejagt. Der Rotfuchs, vormals im gesamten Gebiet jagdbar, wird seit nunmehr fast 10 Jahren nur im Gebiet des Vorfeldes (ca. 250qkm) bejagt. Im Nationalpark ruht die Jagd auf den Fuchs. Die Mindest-Fuchsstrecken (Jagdstatistik) der letzten 8 Jahre ist in der Tab. 1 dargestellt.

**Tab. 1: Fuchsstrecken im Gebiet des Vorfeldes (1979 – 1986)**  
 (freundliche Bereitstellung der Daten von den staatlichen Forstämtern Berchtesgaden und Bad Reichenhall).

| 1979 | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1979–1986     |
|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| 87   | 116  | 191  | 187  | 208  | 117  | 161  | 109  | $\bar{x}=147$ |

# Teil 1: Raumorganisation

## Einleitung

Die verschiedenen Lebensäußerungen von Tieren sind weder wahllos noch gleichmäßig über Raum und Zeit verteilt. Vielmehr zeigen die meisten Tierarten das Bestreben, zu bestimmten Zeiten an bestimmten Plätzen auch bestimmten Aktivitäten nachzugehen (Georgii, 1980). Hediger (1950) hat dafür den Begriff "Raum-Zeit-System" geprägt. Dieses in Raum und Zeit differenzierte Verhalten ist eine angepaßte Reaktion auf die tageszeitlich, saisonal und lokal unterschiedliche Verfügbarkeit einzelner Ressourcen, um die evolutiv determinierten, artspezifischen Ansprüche unter Berücksichtigung des geringstmöglichen Energieaufwandes erfüllen zu können. Die Folge ist eine von abiotischen und biotischen Faktoren abhängige, artspezifische Lebensraumnutzung – verbunden mit einer von denselben Parametern beeinflussten Aktivitätsrhythmik.

Im ersten Teil dieser Arbeit wird die Raumorganisation des Fuchses unter diesem Aspekt und unter Berücksichtigung der verschiedenen, anthropogen beeinflussten Landschaftsstrukturen dargestellt.

Dabei sollten vor allem bei der Frage nach dem Raum-Zeit-Verhalten neue, durch edv-gestützte Geographische Informationssysteme ermöglichte Methoden dargestellt werden; insbesondere hinsichtlich der Bewertung der Home-range-Ausstattung, der internen Nutzung dieser Lebensräume und der Habitatpräferenzen der untersuchten Tierart in dem speziellen Landschaftstyp des Untersuchungsgebietes.

## Material und Methoden

### 1. Fang

Die besondere Lebensweise der zu untersuchenden Tierart sowie die landschaftlichen Gegebenheiten des Gesamtgebietes machten den Einsatz radiotelemetrischer Methoden notwendig, um Antworten auf die gestellten Fragen geben zu können. Macdonald (1980) und Sargeant (1980) weisen auf die Möglichkeiten und Probleme der Radio-Telemetrie bei Untersuchungen an Carnivoren hin.

Telemetrische Datenerhebung setzt den Lebendfang von Tieren voraus. Im Rahmen des Raubsäugerprojektes der Nationalparkverwaltung wurden anfangs 20 – später bis zu 60 Holzkasten-Durchlauffallen (Firma Kieferle, Typ 0.02) in den Untersuchungsgebieten aufgestellt. Als erfolgreiche Köder erwiesen sich Hühnerköpfe, von denen 6 – 8 in jeder Falle ausgelegt wurden. Zusätzliches Auslegen einiger Köder vor der Falle war zweckmäßig. Bei der Auswahl der Fallenstandorte war zunächst die einschlägige Fachliteratur (Stubbe, 1977b; Brütt, 1981; Claussen, 1981)

sowie Intuition gefragt – später bestimmte die Erfahrung die Auswahl geeigneter Fallenstandorte: Heckenreihen und Heustadl, Almhütten, Gärten und Bauernhöfe waren u.a. erfolgreiche Standorte. Die Fallen wurden täglich einmal am frühen Morgen kontrolliert.

In der Zeit von Juni 1982 bis Dezember 1984 wurden 31 Füchse gefangen und davon 24 Tiere sendermarkiert (Jenner: 7, Ramsau: 12, Hirschbichtal: 5). Insgesamt wurden mit Wiederfängen 37 Füchse, 45 Dachse, 28 Steinmarder und 12 Hermeline gefangen. Obwohl nicht das ganze Jahr über gleich intensiv gefangen wurde, zeigt Tabelle 2 eine Tendenz, in welchen Monaten die besten Fangerfolge zu erzielen waren.

Im Gebiet Jenner wurden nur juvenile bzw. subadulte Füchse gefangen. In den Gebieten Ramsau und Hirschbichtal waren es 8 adulte und 18 juvenile bzw. subadulte Tiere (Tab. 3).

**Tab. 2: Fangergebnisse in den Jahren 1982 bis 1984. (Fallennächte: Jenner: ca. 6.900, Ramsau und Hirschbichtal ca. 7.600).**

| Tierart | Jahr | J | F | M | A | M | J | J  | A | S | O | N | D |
|---------|------|---|---|---|---|---|---|----|---|---|---|---|---|
| Fuchs   | 1982 |   |   |   |   |   | - | -  | 2 | 2 | - | - | - |
|         | 1983 | 1 | - | - | 1 | 1 | - | 6  | - | - | - | - | - |
|         | 1984 | - | 1 | 1 | - | 1 | - | 12 | 4 | 4 | - | 1 | - |
| Dachs   | 1982 |   |   |   |   |   | - | 1  | 1 | - | - | 1 | - |
|         | 1983 | 1 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 1  | 2 | 3 | - | - | - |
|         | 1984 | 2 | - | 7 | 2 | 8 | - | 4  | - | - | - | - | - |
| Marder  | 1982 |   |   |   |   |   | 1 | -  | - | - | - | 1 | - |
|         | 1983 | 1 | - | - | - | - | 1 | 6  | 3 | 4 | - | 1 | 1 |
|         | 1984 | - | 1 | - | - | - | 1 | -  | 2 | - | 2 | 2 | 1 |

Jedes gefangene Tier wurde aus der Falle in ein Netz entlassen und mit einer Federwaage (Firma Bizerba) im Netz auf 50 Gramm Genauigkeit gewogen. Die Füchse wurden mit der „Hellabrunner Mischung“ (Xylazin, Ketamin und Kinetin) narkotisiert (Wiesner, 1975).

**Tab. 3: Fuchsfänge nach Alter (ohne Wiederfänge).**

| Alter   | J | F | M | A | M | J | J  | A | S | O | N | D |
|---------|---|---|---|---|---|---|----|---|---|---|---|---|
| Adult   | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | - | 2  | - | - | - | - | - |
| Juvenil | - | - | - | - | - | - | 15 | 4 | 3 | - | 1 | - |

Je nach Alter und Gewicht wurden 0,1 bis 0,5ml intramuskulär verabreicht. Die Dauer bis zum Wirkungseintritt lag durchschnittlich bei 4 Minuten (Extremwerte: 2 bzw. 15 Min.). Die Wirkungsdauer betrug 20 – 60 Minuten.

### 2. Alters- und Geschlechtsbestimmung

Die Geschlechtsbestimmung gefangener Tiere war problemlos. Bei der Altersbestimmung wurde nur zwischen juvenil bzw. subadult (bis 1 Jahr) und adult (älter als 1 Jahr) unterschieden. Äußeres Erscheinungsbild, Gewicht, Länge und das Gebiß machten eine solche Differenzierung möglich. Eine weitergehende Altersklassifizierung wurde nicht durchgeführt.

### 3. Markierung

Zur dauerhaften Markierung wurden die gefangenen Tieren am Ohr tätowiert (Tätowierzange: Firma Hauptner, München). Um die Füchse später über größere Distanzen individuell wiedererkennen und deren Aufenthaltsort lokalisieren sowie deren Aktivität bestimmen zu können, wurden die Tiere mit einem Halsbandsender (Firma Burchhardt & Reichenbach, Freiburg, Typ 294078) markiert.

### 4. Telemetrie

Die in dieser Studie verwendete Telemetrieanlage bestand aus einer vom Tier getragenen Sendereinheit, in welcher ein frequenzabhängiges Signal erzeugt und über eine Dipolantenne abgestrahlt wurde. Dieser Impuls wurde von einer Empfangseinheit, bestehend aus einer Richtantenne und einem tragbaren Empfänger empfangen. Eine umfangreiche Übersicht über die Telemetrietechnik und -methodik findet sich u.a. bei Macdonald & Amlaner (1980).

**Sender:** Die Senderfrequenzen lagen zwischen 150 und 151 MHz. Aufgrund unterschiedlicher Frequenzen waren die Füchse individuell zu unterscheiden. Der Frequenzabstand der einzelnen Sender war mindestens 10 KHz. Das Gewicht der Senderhalsbänder betrug 80 bis 130 Gramm. Die Lebensdauer der beiden Batterien pro Sender war auf 12 Monate begrenzt. Die Reichweite betrug unter optimalen Bedingungen bis zu 10 Kilometer.

Die Halsbänder bestanden aus einem in Leder eingenähten reißfesten Kunststoffband. Die beiden 25cm langen Antennen waren zur Hälfte der Länge in das Halsband eingearbeitet; die überstehenden Enden nach hinten abgebogen. In die Halsbänder für Jungfüchse war ein ca. 15cm langes, dehnbare Teilstück integriert.

**Empfänger:** Es wurden tragbare 100-Kanal-Empfänger (Firma Burchhardt & Reichenbach, Freiburg, Typ 328080) in Verbindung mit einer H-Antenne "HB9CV" oder einer Rundempfangsantenne benutzt. Die Peilgenauigkeit der H-Antenne liegt bei ca.  $\pm 5$  Grad (vgl. Schober, 1984).

### 5. Radiotracking

Die sendermarkierten Füchse wurden mehrmals wöchentlich abwechselnd in der ersten oder zweiten Nachthälfte telemetriert. Periodenweise wurden die Aufenthaltsorte die ganze Nacht von Sonnenuntergang bis Sonnenaufgang kontrolliert. Am Tag erfolgten vor- und nachmittags Standortbestimmungen. Das Lokalisieren der Tiere war in der Regel vom Pkw oder zu Fuß von Wanderwegen aus möglich und wurde nach dem Verfahren der Kreuzpeilung (Triangulation) durchgeführt (Ondersheka, 1982). Die Peilgenauigkeit wurde stichprobenhaft überprüft, indem der vermeintliche Standort des Tieres am Tag angegangen oder in der Nacht mit einem Handscheinwerfer

Tab. 4: Telemetriedaten der 24 sendermarkierten Füchse. (AM = adult männlich, AF = adult weiblich, JM = juvenil männlich, JF = juvenil weiblich, \* = durch Senderausfall bzw. -verluste keine auswertbaren Daten).

| Fuchs-Nr. | Gebiet  | Beobachtungszeitraum | Tage | Ortungen |
|-----------|---------|----------------------|------|----------|
| AM 340    | Ramsau  | Jan 83 – Feb 83      | 50   | 170      |
| AF 341    | Ramsau  | Apr 83 – Jan 84      | 285  | 273      |
| AF 390    | Ramsau  | Mai 83 – Jun 83      | 35   | 44       |
| JM 290    | Ramsau  | Jul 83 – Aug 83      | 31   | 50       |
| JM 470    | Ramsau  | Jul 83 – Nov 83      | 129  | 58       |
| AM 321    | Ramsau  | Feb 84 – Jun 84      | 136  | 264      |
| AF 362    | Ramsau  | Mai 84 – Mar 85      | 306  | 302      |
| JF 421    | Ramsau  | Jul 84 – Apr 85      | 270  | 252      |
| JF 391    | Ramsau  | Jul 84 – Jun 85      | 297  | 165      |
| JF 471    | Ramsau  | Jul 84 – Jul 84      | 10   | 4*       |
| JM 472    | Ramsau  | Jul 84 – Okt 84      | 96   | 131      |
| JM 110    | Ramsau  | Sep 84 – Jan 85      | 149  | 66       |
| AM 420    | Hibital | Jul 83 – Nov 83      | 138  | 153      |
| AM 310    | Hibital | Mar 84 – Jul 84      | 119  | 130      |
| AM 490    | Hibital | Jul 84 – Mar 85      | 244  | 125      |
| JF 070    | Hibital | Aug 84 – Jan 85      | 153  | 91       |
| JF 260    | Hibital | Sep 84 – Feb 85      | 173  | 80       |
| JF 370    | Jenner  | Jul 82 – Dez 82      | 152  | 433      |
| JM 360    | Jenner  | Aug 82 – Nov 82      | 109  | 347      |
| JF 320    | Jenner  | Jul 83 – Aug 83      | 12   | 6*       |
| JF 361    | Jenner  | Jul 83 – Aug 83      | 11   | 7*       |
| JM 342    | Jenner  | Jul 84 – Mai 85      | 299  | 201      |
| JF 371    | Jenner  | Jul 84 – Okt 84      | 97   | 0*       |
| JM 311    | Jenner  | Nov 84 – Mai 85      | 190  | 61       |

abgesucht wurde. Die Ergebnisse dieser Kontrollen waren äußerst zufriedenstellend und schufen ein hohes Vertrauensmaß in die angewandte Methodik (vgl. Schober, 1984). Die in diesem Gelände häufig auftretenden Reflexionen des Sendersignals waren durch Übung und genaue Kenntnis des Geländes als solche zu erkennen – mit Erfahrung und unter Einbeziehung mehrerer Faktoren (Geländetopographie, Signalstärke, Signalrichtung) waren aufgrund von Reflexionssignalen Standorteinschätzungen im Einzelfall erst möglich.

Alle Standortbestimmungen wurden in einer Karte (Maßstab 1:10000) und in einem Telemetrie-Protokoll festgehalten, in dem neben Datum und Uhrzeit auch die Aktivität, die Licht- und Wetterverhältnisse, die subjektiv beurteilte Peilgenauigkeit sowie besondere Bemerkungen notiert wurden.

Den Auswertungen liegen 3413 Ortungen aus den Jahren 1982 – 1985 zugrunde (Tab. 4), wobei sich jede Ortung aus mehreren Peilungen ergibt. Eine Differenzierung des Datenmaterials gibt Tab. 5.

Tab. 5: Differenzierung der 3413 Ortungen nach 1. Geschlecht, 2. Alter, 3. Untersuchungsjahr, 4. Tageszeit, 5. Peilgenauigkeit, 6. Untersuchungsgebiet.

|             |      |        |                 |      |        |
|-------------|------|--------|-----------------|------|--------|
| 1. Männlich | 1756 | 51,5 % | 5. Sichtkontakt | 371  | 10,9 % |
| Weiblich    | 1657 | 48,5 % | 1 ha            | 1726 | 50,6 % |
| 2. Adult    | 1291 | 37,8 % | 4 ha            | 850  | 24,9 % |
| Juvenil     | 2122 | 62,2 % | 9 ha            | 333  | 9,8 %  |
| 3. 1982     | 780  | 22,9 % | >10 ha          | 133  | 3,9 %  |
| 1983        | 824  | 24,1 % | 6. Ramsau       | 1779 | 52,1 % |
| 1984        | 1380 | 40,4 % | Hibital         | 579  | 17,0 % |
| 1985        | 429  | 12,6 % | Jenner          | 1055 | 30,9 % |
| 4. Tag      | 1105 | 32,4 % |                 |      |        |
| Dämmerung   | 235  | 6,8 %  |                 |      |        |
| Nacht       | 2073 | 60,7 % |                 |      |        |

## 6. Homerange-Bestimmungsmethode

In der vorliegenden Arbeit wurde für die graphische Darstellung die Konvex-Polygon-(Minimum-Area-Methode) und die Buffer-Methode benutzt. Letztere wurde mit Hilfe der ARC/INFO-Software (ESRI, Kranzberg) entwickelt und für die Flächenstatistiken herangezogen. Abb. 5 skizziert beispielhaft die in der Literatur am häufigsten verwendeten Homerange-Berechnungsmodelle und stellt diese einem neuen, dem „Buffer-Modell“ gegenüber.

Die Größe und Form eines Homeranges, ermittelt nach der Konvex-Polygon-Methode (Minimum-Area-Methode, MAM) wird bestimmt durch die Aufenthalte des Tieres an der Peripherie seines Lebensraumes, unbeeinflusst von der Nutzungsintensität dieser Randbereiche. Die äußeren Beobachtungs- oder Peilpunkte werden so miteinander verbunden, daß ein konvexes Polygon entsteht.

Die Buffer-Methode setzt in Abhängigkeit der untersuchten Tierart eine ausreichend dichte Häufigkeit der Datennahme und eine ausreichend hohe Stichprobe voraus. Bei Datenaufnahme durch Telemetrie-systeme ist die Ortungs- oder Peilgenauigkeit bestimmend für die Buffergröße. In dieser Arbeit wurde jedem Peilort eine Fläche mit einem Radius von 160 Meter zugeordnet, und die ca. 8 ha große Kreisfläche als potentiell genutzt betrachtet. Durch Aneinanderlegen aller dieser Flächen entsteht ein wolkenförmiges Homerange. Der Radiuswert wurde von dem Mittelwert (+ Standardabweichung) der Peilgenauigkeit abgeleitet, obgleich der Median für die Peilgenauigkeit 1 ha beträgt (vergl. Tab. 5). Dies schien aufgrund der Mobilität der untersuchten Tierart angebracht.

## 7. Geographisches Informationssystem (GIS)

Für das MAB-6-Untersuchungsgebiet „Alpenpark Berchtesgaden“ wurde ein Geographisches Informationssystem (GIS) erstellt. Grundlegende Information über dieses GIS geben Schaller (1985) sowie Spandau & Siuda (1985). An dieser Stelle soll das Notwendigste zum Verständnis und die weitreichenden Möglichkeiten dieses Systems skizziert werden.

Unter geographischen oder flächenbezogenen Informationssystemen versteht man Computersysteme, in denen Landschaftsdaten als Flächen-, Linear- oder Punktdaten gespeichert, analysiert und dargestellt werden können (Schaller, 1985). Grundlagen für den Aufbau des in dieser Arbeit angewandten GIS waren Karten (photogrammetrische Karten) und Luftbilder (Orthophotos, Infrarotfalschfarben-Luftbilder) im Maßstab 1:10000 sowie Geländeerhebungen (Bodenreferenzdaten).

In diesem rechnergestützten GIS wurden die 4 monothematischen Karten „Meereshöhe“, „Neigungsstufe“, „Hangexposition“ und „Landschaftstyp“ zu einer Karte mit flächenscharfen Einheiten, den „Kleinsten Gemeinsamen Geometrien“ (KGG) zeichnerisch miteinander kombiniert (Abb. 6). Die Geometrie dieser

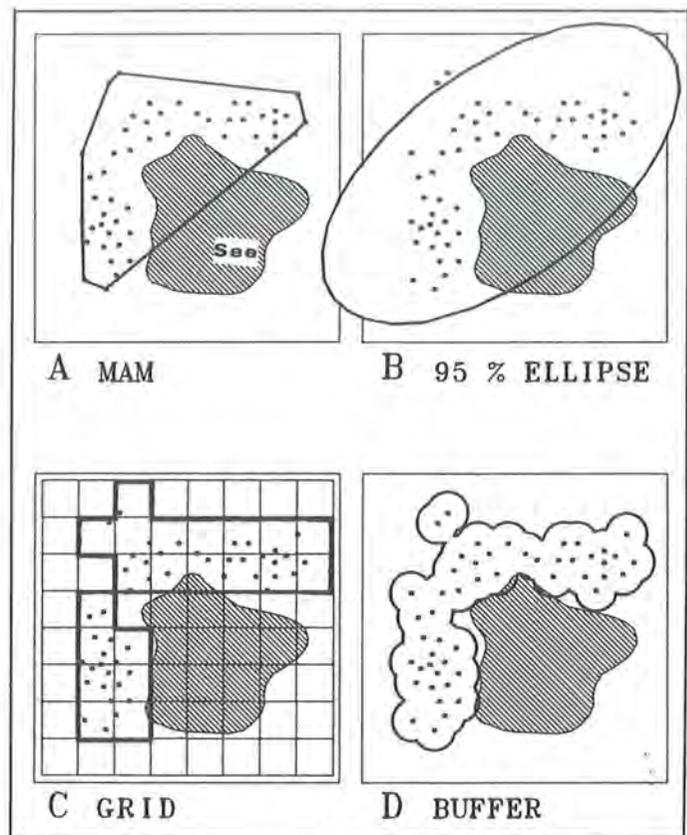


Abb. 5: Homerangeberechnungsmodelle: A = MAM (Mohr, 1947), B = 95%-Ellipse (Jennrich & Turner, 1969), C = Grid (Voigt & Tinlinne, 1980), D = Buffer (Berberich).

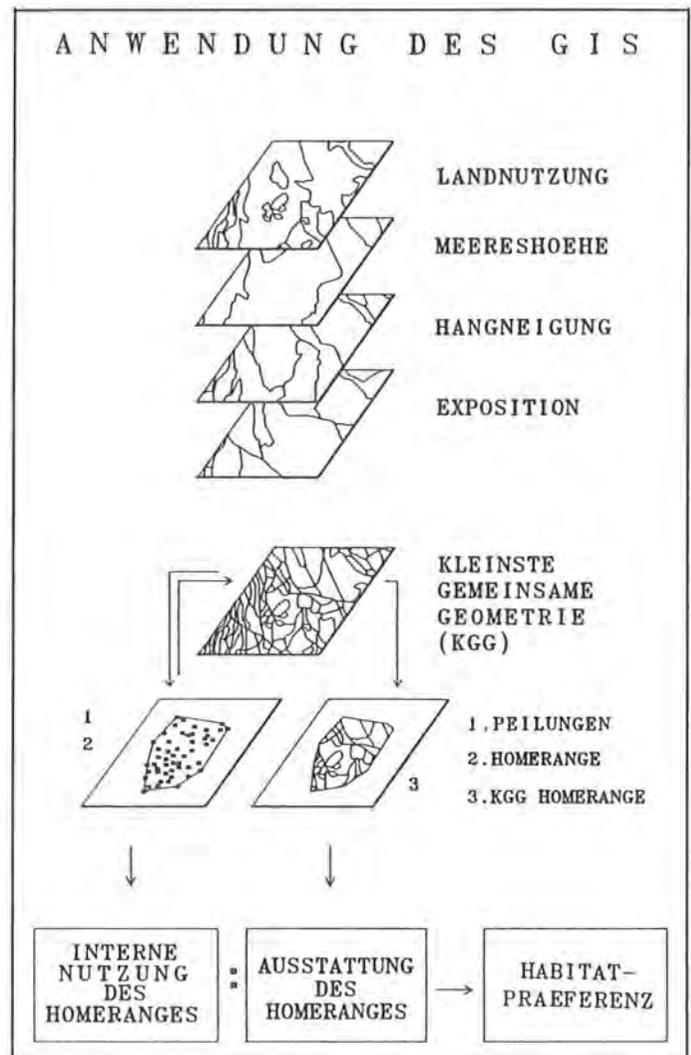


Abb. 6: Anwendung des GIS zur Analyse der Homerange-Ausstattung, der internen Nutzung und der Habitatpräferenz.

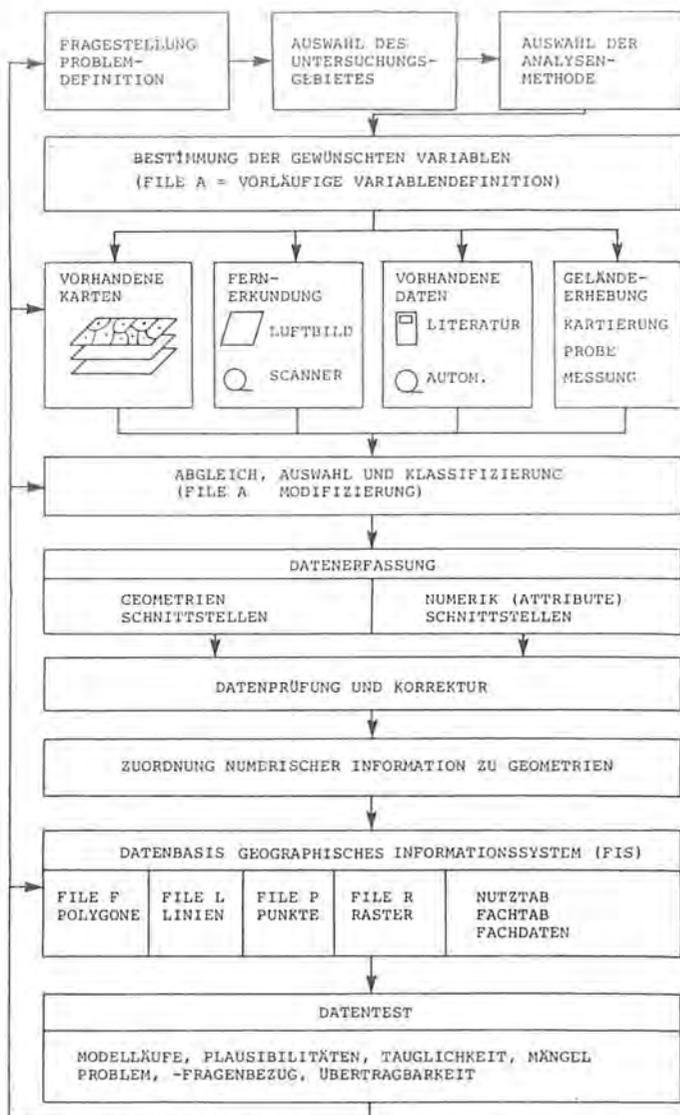


Abb. 7: Arbeitsschritte zum Aufbau eines GIS (aus: Schaller, 1985).

KGG-Karte wurde durch Digitalisierung im Rechner abgespeichert. Die Datenerfassung erfolgte getrennt nach Geometrien (Flächengrenzen) und Attributen (alphanumerische Daten). Durch Zusammenführung der geometrischen Informationen mit den entsprechenden Attributen entstand die Auswertungsbasis des Geographischen Informationssystems (Schaller, 1985). In Abb. 7 sind die notwendigen Arbeitsschritte dargestellt. Für den gesamten Alpenpark sind in 33 Einzelkarten (M=1:10000) ca. 120000 polygonale Flächen mit der Information der 4 Basisvariablen (s.o.) ausgewiesen. D. h., der Nationalpark und sein Vorfeld wurden in kleinste Flächen zerlegt und in einem Rechner mit den entsprechenden Flächeninformationen abgespeichert. Die Abb. 8-11 zeigen die flächenhafte Abgrenzung der im GIS verwendeten Variablenausprägungen in den Gebieten Ramsau und Hirschbichtal; die Landnutzungseinheiten wurden in aggregierter Form bearbeitet (Tab. 5, Anhang). Die dabei auftretende Datenmenge wurde auf einem Prime-Rechner mit der ARC/INFO-Software (Firma ESRI, Kranzberg) verarbeitet und verwaltet.

Geometrie- und Informationsdatei dieser Karten bilden gemeinsam die Basis für Auswertungen, Flä-

chenstatistiken und für die Erstellung thematischer Karten. Jede weitere beliebige monothematische Karte kann dieser Gesamtgeometrie oder einer Teilgeometrie davon nach Bedarf überlagert werden. Als Beispiel seien Wegenetz-, Gewässer-, Kleinstruktur-, Boden- oder Vegetationskarten genannt.

Flächen-, Linear- und Punktdaten aus forstwissenschaftlichen, botanischen, vegetationskundlichen, zoologischen oder sozioökonomischen Erhebungen sind auf einer gemeinsamen Geometrie bearbeitbar und kombiniert auswertbar.

Eine Übersicht über die Ausprägungen der 4 Basisvariablen geben die Tabellen 1 – 4 im Anhang. In Tabelle 5 (Anhang) sind die verwendeten, zusammengefaßten Landnutzungseinheiten dargestellt.

Alle radiotelemetrischen Daten der vorliegenden Untersuchung wurden auf der Grundlage dieses GIS und mit Hilfe der ARC/INFO-Software durch Überlagerung mit der vorhandenen Datenbasis ausgewertet.

## 8. Ausstattung der Homeranges

Die Größe und Form der Homeranges wurde nach der MAM- und Buffer-Methode bestimmt (letztere wurde für die Flächenstatistik herangezogen). Die dadurch festgelegte äußere Begrenzung eines jeden Homeranges wurde digitalisiert und der KGG-Karte des GIS im Computer überlagert und der innerhalb dieser Grenzen liegende Anteil herausgeschnitten (Abb. 6).

Als Ergebnis liegen KGG-Karten für jedes Homerange vor, die für jede polygonale Einzelfläche die Information der 4 Variablen Meereshöhe, Hangneigung, Exposition und Landschaftstyp beinhalten (Abb. 6). Da jedem Polygon darüber hinaus die Flächengröße zugeordnet und die Gesamtgröße des Homeranges einer Informationsdatei zu entnehmen ist, können die Flächenprozentwerte jeder Einzelfläche als weitere Variable bearbeitet werden. Durch Aufsummieren der Prozentwerte jeder einzelnen Variablen-Kategorie (z.B. Meereshöhe: 800 bis 900 Meter ü. NN. oder Landschaftstyp: Wiese) erhält man eine detaillierte, prozentuale Flächenstatistik für das gesamte Homerange – die Homerange-Ausstattung.

Dies wurde für jedes Homerange errechnet. Um einen von naturräumlichen Einheiten abhängigen Überblick zu erhalten, wurden zusätzlich alle Homeranges eines jeden Untersuchungsgebietes zu „einem Homerange“ zusammengefaßt und als gebietstypische Ausstattung eines Fuchs-Lebensraumes betrachtet. Dadurch wurden die den Einzelindividuen zugrundeliegenden Flächen- bzw. Lebensraumansprüche graphisch „gemittelt“.

## 9. Nutzung der Lebensräume

Alle radiotelemetrischen Daten wurden für jeden einzelnen Fuchs punktförmig erfaßt, digitalisiert und so-

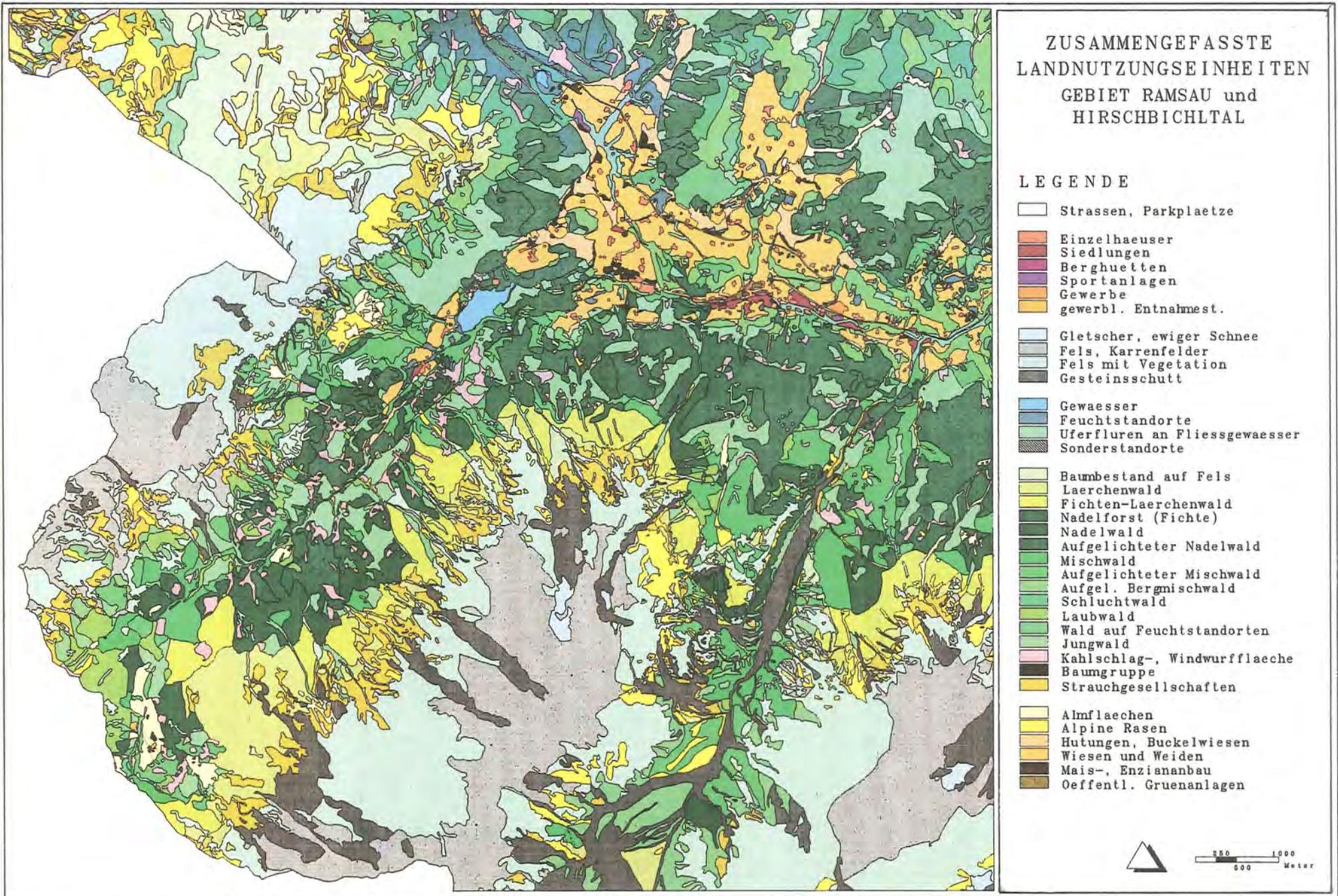


Abb. 8: Zusammengefaßte Landnutzungseinheiten im Gebiet Ramsau und Hirschbichtal.

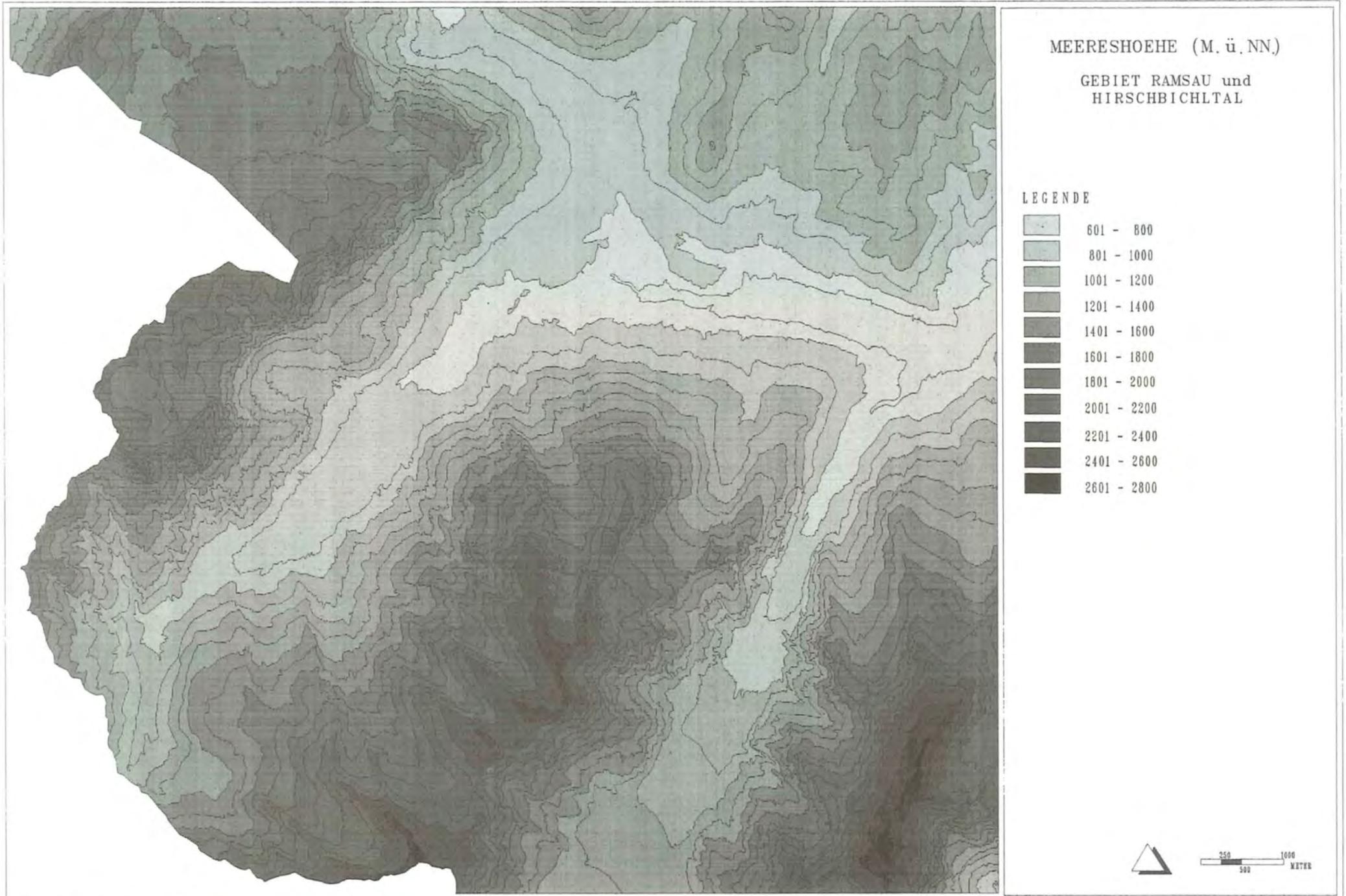


Abb. 9: -Meereshöhenkarte für das Gebiet Ramsau und Hirschbichtal.

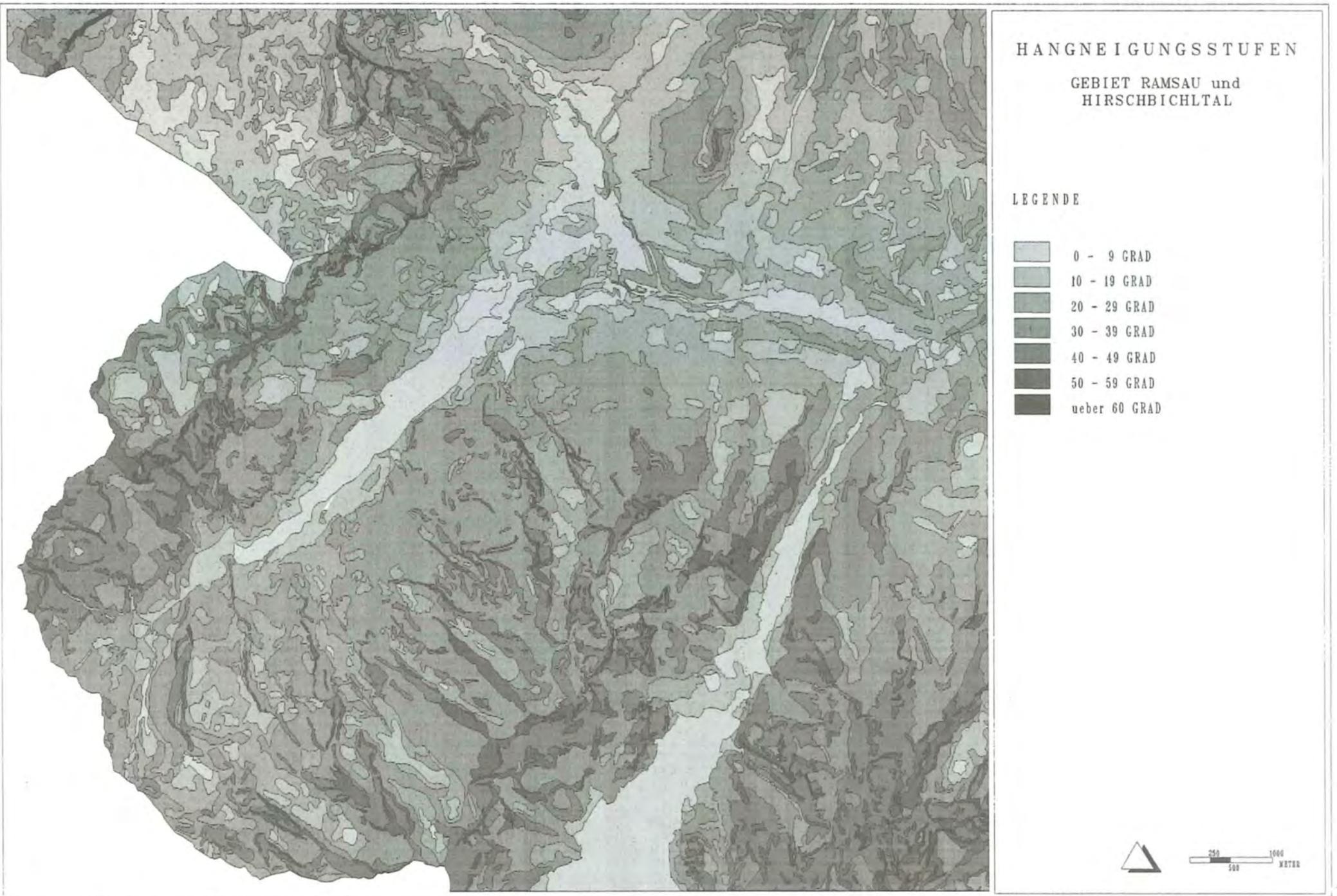
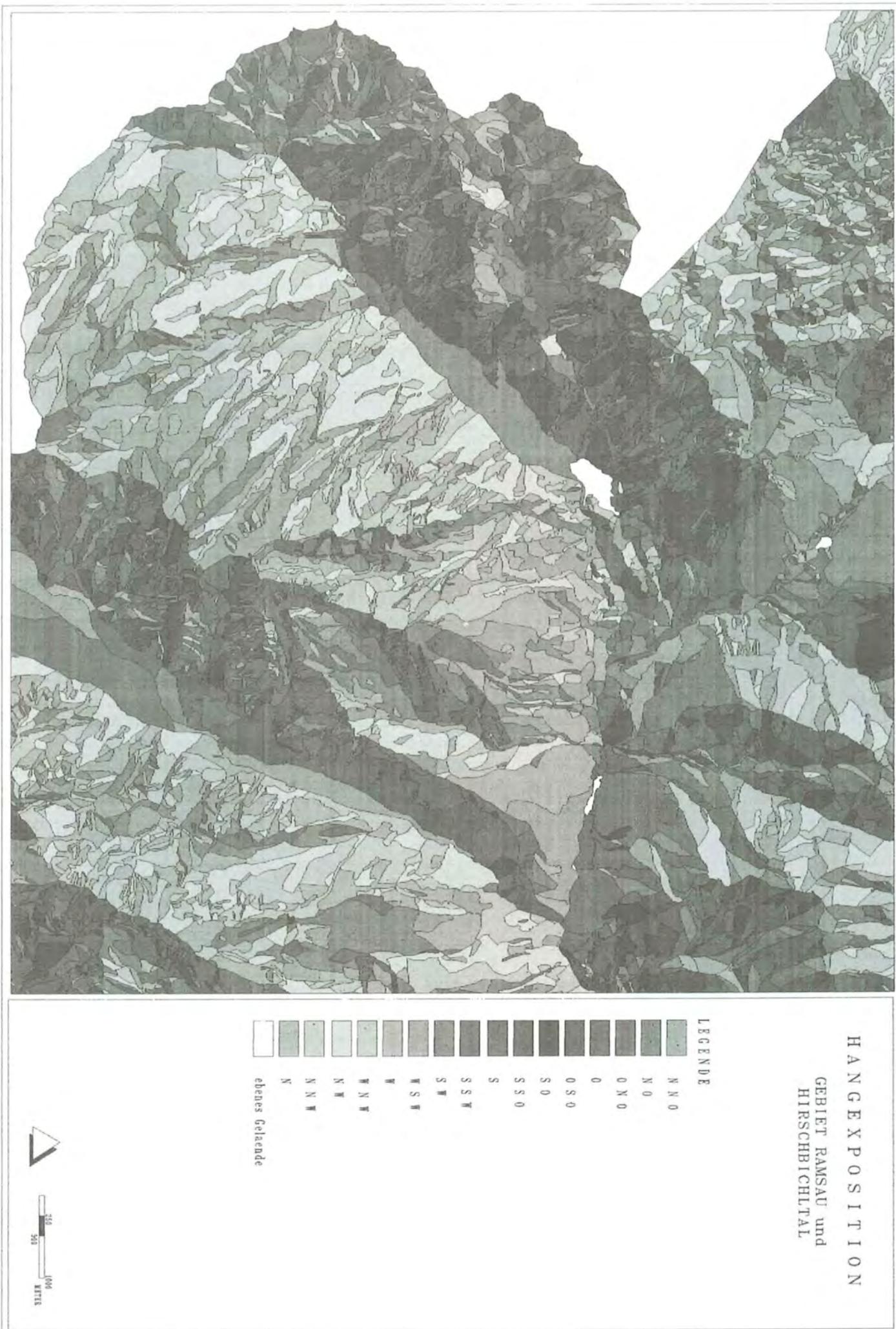


Abb. 10: Hangneigungsstufen für das Gebiet Ramsau und Hirschbichtal.

Abb. 11: Hangexpositionen für das Gebiet Ramsau und Hirschbichtal.



mit die Datenverknüpfung mit dem GIS ermöglicht. Ähnlich den Homerange-Flächenkarten sind diese Punkte-Karten als monothematische Karten zu betrachten (Abb. 6).

Jeder Peilpunkt hat entsprechend der Datenaufnahme die Information über Datum, Uhrzeit, Wetter, Aktivitätsstatus und die entsprechenden Gaus-Krüger-Koordinaten.

Durch Überlagerung aller Ortungen eines Fuchses mit der KGG-Karte seines Homeranges erhält jeder Peilpunkt zusätzlich die Flächeninformation jenes Polygons, in welchem er liegt (Beispiel: die Peilung Nr. 47 des adulten Fuchses 490 liegt zwischen 800 – 900 Meter ü. NN., südwestexponiert in einem 20 – 29 Grad geneigten Mischwald mit überwiegendem Nadelholzanteil. Die Vorinformation war: Datum 17. 08. 84, Uhrzeit 21.15 Uhr, Aktivitätsstatus passiv, Wetter leicht bewölkt). Da jede Lokalisation eines jeden Fuchses nach der Verschneidung mit der KGG-Karte diesen gesamten Datensatz beinhaltet, läßt sich eine prozentuale Nutzungshäufigkeit der einzelnen Landschaftsparameter über den Gesamtbeobachtungszeitraum, aber auch jahres- und tageszeitlich sowie nach Wetter und Aktivitätsstatus differenziert berechnen. Die für die Raumnutzung relevanten Fragen nach dem wann, wo, wie häufig und unter welchen Bedingungen können somit beantwortet werden.

Die tageszeitspezifische relative Nutzungshäufigkeit ( $RN_T$  = am Tag;  $RN_N$  = in der Nacht) der einzelnen Landschaftsstrukturen wurde nach folgenden Formeln berechnet:

$$RN_N = \frac{A_N}{S_N} \times 100 \quad \text{bzw.} \quad RN_T = \frac{A_T}{S_T} \times 100$$

$RN_N$  = Relative Nutzung einer Landschaftsstruktur (nachts)  
 $RN_T$  = Relative Nutzung einer Landschaftsstruktur (am Tag)  
 $A_N$  = Summe der nächtlichen Beobachtungen in einer Landschaftsstruktur  
 $A_T$  = Summe der Tagbeobachtungen in einer Landschaftsstruktur  
 $S_N$  = Summe aller nächtlichen Beobachtungen  
 $S_T$  = Summe aller Tagbeobachtungen

Die Nutzungshäufigkeit der Landschaftsstrukturen wurde für jeden Fuchs und für die Gesamtheit aller in einem Untersuchungsgebiet bearbeiteten Tiere berechnet. Bei letzterem wurde die Summe aller Ortungen eines Untersuchungsgebietes als eine Stichprobe betrachtet.

## 10. Habitatpräferenzbewertung

Die Bewertung der Habitatpräferenz einer Tierart setzt voraus, daß die Homerange-Ausstattung und die unterschiedlich intensive Nutzung der einzelnen Teilräume bzw. der verschiedenen Landschaftsstrukturen innerhalb der Homeranges bekannt sind. Die

Bestimmung dieser Größen wurde in den vorangegangenen Abschnitten dargestellt.

Geht man von einer zufälligen Verteilung der Füchse in der Landschaft – und entsprechend von einer zufälligen Verteilung aller Peilpunkte aus, so wäre eine dem Ausstattungsangebot entsprechend proportionale Häufigkeitsverteilung zu erwarten. Eine homogene wie zufällige Dispersion eines Tieres innerhalb seines Homeranges wird nur in den wenigsten Fällen erwartet werden können.

Setzt man die relative Häufigkeit der Nutzung eines Landschaftselementes ins Verhältnis zu dessen relativer Flächenhäufigkeit im gesamten Homerange, so erhält man einen Nutzungs- oder Präferenzindex (P.I.), der eine Bevorzugung ( $P.I. > 1$ ) bzw. eine Meidung ( $P.I. < 1$ ) desselben zum Ausdruck bringt. Wird ein Landschaftselement proportional zu seinem Vorkommen im Homerange genutzt, so ist  $P.I. = 1$  (vgl. Skirnisson, 1986; Keenan, 1980; Litvatis & Shaw, 1980; Marcum, 1980; Broekhuizen, 1983).

$$P.I. = \frac{\text{Rel. Nutzungshäufigkeit eines Landschaftselements}}{\text{Rel. Häufigkeit des Elements im Gesamt-Homerange}}$$

Die Habitatpräferenz-Indizes für die verschiedenen Landschaftsparameter wurden sowohl individuell für jeden Fuchs als auch gebietsspezifisch als Summe aller Ortungen des jeweiligen Untersuchungsgebietes nach Tag- und Nachtstunden differenziert ausgewertet.

## 11. Statistikauswertung und graphische Darstellung

Standardstatistiken wie Häufigkeitsstatistik und Kreuztabellen wurden mit dem Statistikprogramm „SPSSx (Statistic Package of Social Science)“ auf einer IBM-Großrechenanlage, Flächenstatistiken auf einem Prime-Rechner mit der ARC/INFO-Software durchgeführt; die Karten-Plots entstanden auf einem Calcomp 1051 bzw. 1044 und einem Elektrostaten-Plotter (Calcomp 5835XP).

## 12. Erstellen von Potentialkarten

Auf der Grundlage der Ergebnisse für die tageszeitabhängige Nutzungshäufigkeit und der Präferenz von Landschaftsstrukturen in den Untersuchungsgebieten wurde auf die Nutzungsintensität bzw. Präferenz in anderen, nicht untersuchten Flächen geschlossen. Dabei sollte die Übertragbarkeit der gemessenen Daten auf vergleichbare naturräumliche Einheiten geprüft werden. Das Ergebnis wurde kartographisch dargestellt. Die für den gesamten Alpenpark auf diese Weise erzeugten „Potentialkarten“ weisen Flächen aus, für die eine ganz bestimmte, tageszeitspezifische Nutzung bzw. Präferenz erwartet werden kann.

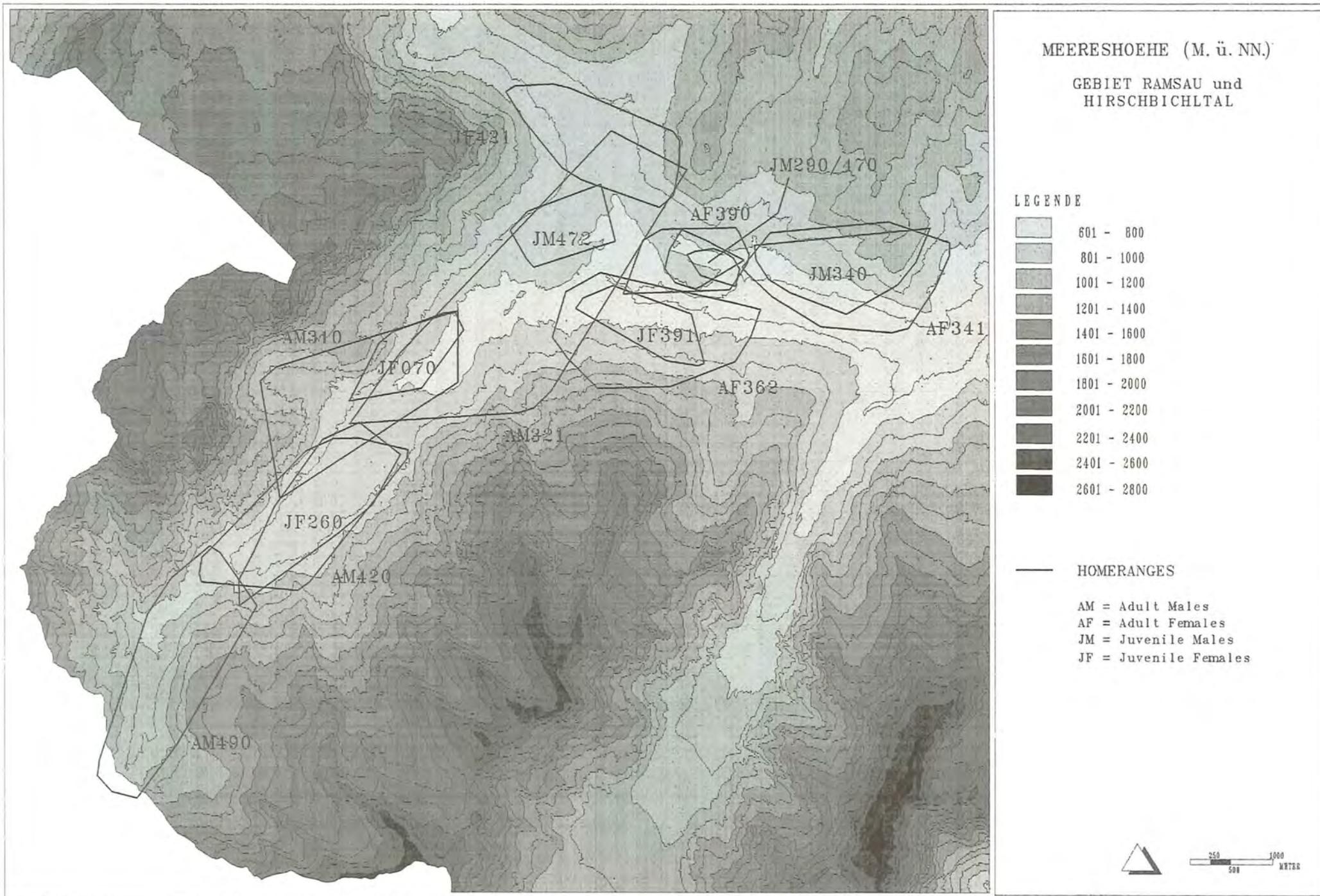


Abb. 12: Homeranges (nach MAM) von 15 Füchsen im Gebiet Ramsau und Hirschbichtal.

## Ergebnisse

### 1. Größe, räumliche Lage und Ausstattung der Homeranges

Unter dem englischen Wort „home range“ versteht man den Lebensraum oder das Streifgebiet eines Individuums. Dieser Lebensraum bietet seinem Bewohner alle erforderlichen Voraussetzungen für dessen Dasein. Nach Burt (1943) soll darunter das Areal verstanden werden, welches ein Tier während seiner normalen Aktivitäten wie Nahrungssuche, Fortpflanzung und Aufzucht der Nachkommen durchstreift.

In Abb. 12 ist die räumliche Lage der Homeranges in den Untersuchungsgebieten Ramsau und Hirschbichtal nach der MAM-Methode auf einer Höhenlinienkarte dargestellt. Die Ergebnisse der Flächenberechnungen nach unterschiedlichen Berechnungsmethoden sind in Tab. 6 gegenübergestellt (Grid (4 ha, IC-OP = 0) nach Voigt & Tinline, 1980; MAM; Buffer (Radius = 160 Meter).

Durchschnittlich können für Jungfüchse 50 – 100ha, für subadulte 100 – 200ha und für adulte Füchse 200 – 300ha Homerangefläche angenommen werden.

Ökologisch bedeutender ist neben der Größe die räumliche Lage und das Landschafts-Inventar der Homeranges sowie das interne Nutzungsmuster seines Bewohners.

Bezüglich der räumlichen Lage zeigen sich in den Gebieten Ramsau und Hirschbichtal einerseits und dem Gebiet Jenner andererseits zwei für das Gesamtgebiet repräsentative, von der Topographie bestimmte Ausprägungen: Die des „Talfuchses“ und des „Bergfuchses“ (Abb. 13):

In den Gebieten Ramsau und Hirschbichtal breiteten sich die Homeranges über die Tallagen und die an-

Tab. 6: Flächengröße (ha) der Homeranges nach unterschiedlichen Berechnungsmethoden (AM = adult männlich, AF = adult weiblich, JM = juvenil männlich, JF = juvenil weiblich).

| Fuchs-Nr. | Ortungen | Grid | MAM | Buffer | $\bar{x}$ | $\pm$ s(%) |
|-----------|----------|------|-----|--------|-----------|------------|
| AM 310    | 130      | 128  | 275 | 186    | 196       | 37,8       |
| AM 420    | 153      | 156  | 234 | 253    | 214       | 23,8       |
| AM 321    | 264      | 227  | 567 | 234    | 343       | 56,6       |
| AM 490    | 125      | 160  | 276 | 271    | 236       | 25,9       |
| AF 362    | 302      | 228  | 241 | 297    | 255       | 14,5       |
| AF 390    | 44       | 56   | 92  | 97     | 82        | 26,8       |
| AF 341    | 273      | 204  | 234 | 268    | 235       | 13,6       |
| AF 472    | 58       | 68   | 73  | 109    | 83        | 26,5       |
| JM 290    | 50       | 28   | 17  | 47     | 31        | 48,4       |
| JM 470    | 131      | 60   | 37  | 79     | 59        | 35,6       |
| JM 340    | 170      | 100  | 130 | 146    | 125       | 18,4       |
| JF 070    | 91       | 88   | 74  | 115    | 92        | 22,8       |
| JF 260    | 80       | 132  | 164 | 204    | 167       | 21,6       |
| JF 421    | 252      | 144  | 169 | 213    | 175       | 20,0       |
| JF 391    | 165      | 84   | 74  | 118    | 92        | 25,0       |
| JM 360    | 347      | 96   | 133 | 144    | 124       | 20,2       |
| JF 370    | 433      | 128  | 203 | 190    | 174       | 23,0       |
| JM 342    | 201      | 68   | 53  | 89     | 70        | 25,7       |

grenzenden Berghänge bis auf maximal 400 Höhenmeter über Talboden aus (Abb. 13a und b).

Dabei waren im breiten Talkessel des Ramsauer Beckens die Homeranges auf das Tal und jeweils nur eine Hangseite begrenzt. Im schmalen und von schroffen Berghängen eingefassten Hirschbichtal dehnten sich die Lebensräume über die gesamte Talbreite und beide angrenzenden Berghänge aus.

Die Streifgebiete der adulten Füchse blieben das ganze Jahr über unverändert. Es fanden keine jahreszeitlich bedingten Verschiebungen statt. Ein Teil der jungen Rüden wanderte im Spätsommer aus dem bis dahin bewohnten Gebiet ab; nur bei einem einzigen adulten Rüden wurde das Verlassen eines angestammten Homeranges festgestellt (siehe Teil 2).

Im Untersuchungsgebiet Jenner (Abb. 13c) wurden im Sommer die plateauartige Lagen zwischen 1100 und 1200 Meter ü. NN. bevorzugt. Die angrenzenden Berghänge wurden bis zu 100 Höhenmeter

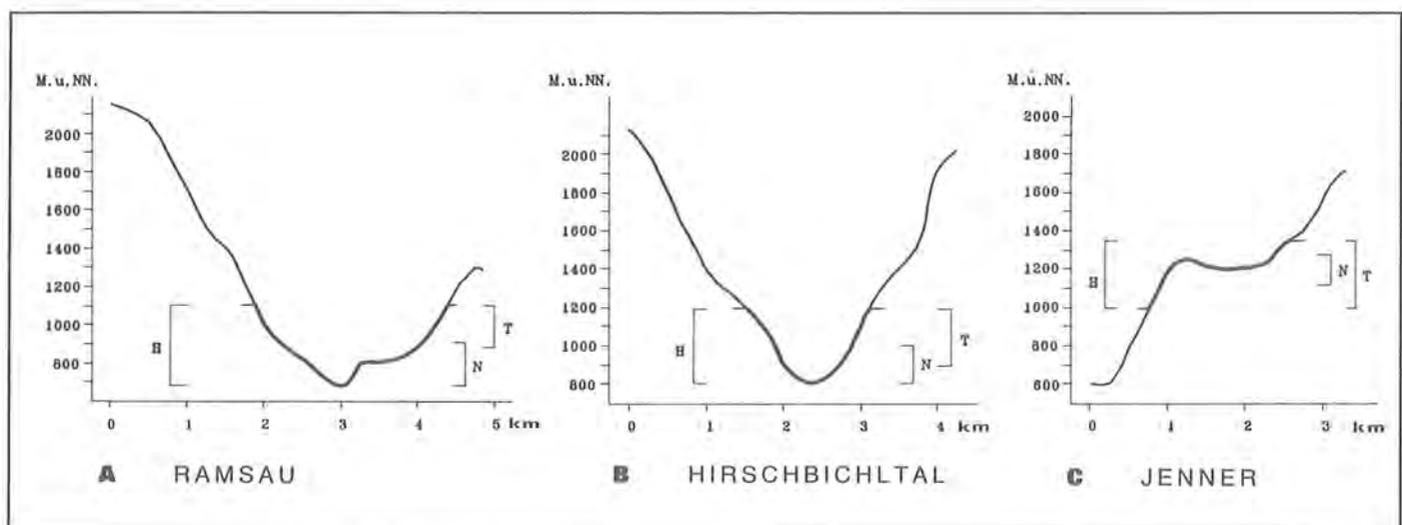


Abb. 13: Lage der Homeranges für die 3 Untersuchungsgebiete im Landschaftsquerschnitt. Höhenausdehnung der Homeranges: H = Gesamtausdehnung; T = am Tag; N = in der Nacht.

ober- und unterhalb dieser Höhenstufe mit einbezogen. Die Streifgebiete der Jungfuchse veränderten sich im Laufe des ersten Sommers – sowohl in ihrer Ausdehnungsrichtung als auch in ihrer Größe. Im Herbst bzw. Winter wanderten die untersuchten Jungfuchse aus dem hochgelegenen Gebiet ab und besiedelten die Talräume und die talnahen Berghänge.

Die folgenden Daten basieren auf einer Homerange-Bestimmung nach der Buffer-Methode. Entsprechend dem heterogenen Landschaftsbild der Untersuchungsgebiete und der relativ hohen Anpassungsfähigkeit der untersuchten Tierart ist die Variationsbreite der Homerange-Ausstattung groß (die Abb. 1 im Anhang zeigt die Ausstattungsmuster der einzelnen Homeranges).

Eine zusammenfassende Darstellung der Homerange-Ausstattung für jedes Untersuchungsgebiet gibt Abb. 14. Dabei wurden die Homeranges aller Fuchse eines Untersuchungsgebietes zu einem Gebiet zusammengefaßt und als „ein Fuchslebensraum“ betrachtet. Diese Betrachtungsweise akkumuliert zwar die individualspezifische Variationsbreite der Ausstattungsmuster, führt aber zu einem übersichtlicheren, von der Topographie der Untersuchungsgebiete bestimmten Gesamtbild der Nutzungsansprüche des Rotfuchses.

Die Homeranges im Bereich des Ramsauer Talkessels lagen im Höhenbereich zwischen 650 und 1100 Meter ü. NN., die des Hirschbichtals etwa zwischen 800 und 1200 Meter ü. NN., und im Gebiet Jenner erstreckten sich die Lebensräume der Fuchse über eine Höhenstufe von 1000 bis 1300 Meter ü. NN.

Die Hangneigungen reichten in allen untersuchten Fällen von ebenem Gelände bis in Hanglagen von 40 Grad. Steilere Bereiche waren innerhalb der Homeranges kaum vorhanden. Die Exposition der Homeranges richtete sich nach den topographischen Gegebenheiten; die Summe der Streifgebiete repräsentierte in etwa das vorhandene Spektrum; dieser Parameter bleibt deshalb im folgenden unberücksichtigt.

Bezüglich der Landschaftstypen lassen sich 3 verschiedene Ausstattungsmuster unterscheiden:

1. Die auf der Südseite des Ramsauer Tales liegenden Homeranges haben einen hohen Laubwald- und einen sehr hohen Wiesenanteil (Streusiedlungsgebiet). Bei den nord- und ostseitig gelegenen dominiert der Nadelwald neben geringeren Anteilen hauptsächlich des Jungwaldes. Der Anteil der Wiesenflächen ist geringer. Die Wälder sind bis auf kleine Waldinseln und wenige Waldreste in schluchtartigem Gelände auf die Berghänge begrenzt. Entsprechend der höhenabhängigen Baumartenzusammensetzung nimmt der Laubholzanteil von den tiefen zu den hohen Lagen hin ab. Die von kleinen Bachläufen (häufig mit Begleitvegetation) zerschnittenen Wiesen sind in den locker besiedelten Talbereichen der Homeranges gelegen (Abb. 1, Anhang).

2. Im vorderen Hirschbichtal bestimmen Nadel- und Jungwald die Lebensräume der Fuchse. Der Anteil an Wiesen ist gering. Diese Tendenz verstärkt sich zunehmend mit fortschreitender Entfernung vom Siedlungsbereich und damit auch mit zunehmender Meereshöhe im Hirschbichtal. Im hinteren Bereich des Tales – in Paßnähe (1150 Meter ü. NN.) – dominieren Nadelwälder und Almflächen im Homerange des dort untersuchten Fuchses. Dieses Gebiet stellt strukturell den Übergang zu den Lebensräumen des Gebietes Jenner dar (Abb. 1, Anhang).
3. Im Gebiet Jenner ist der Nadelwald neben den Almflächen bestimmendes Landschaftselement. Die Einbeziehung alpiner Rasengesellschaften ins Homerange ist hier deutlich am stärksten (Abb. 1, Anhang).

## 2. Lebensraumnutzung

Die interne Nutzung der Homeranges war besonders stark abhängig von der Tageszeit. Die Habitatansprüche am Tag unterscheiden sich deutlich von denen der Nacht. Als nachaktiver Beutegreifer benötigt der Fuchs Flächen mit ausreichenden Ernährungsmöglichkeiten in der Nacht, andererseits beansprucht er Ruhe und Deckung bietende Rückzugsflächen am Tag. Sowohl tagsüber als auch in der Nacht ist die Verbreitung über die Homeranges nicht homogen. Bestimmte Gebiete werden häufiger aufgesucht als andere: Während der nächtlichen Aktivitätsphase (siehe Teil 4) geht der Fuchs auf Nahrungssuche. Dabei kommt er in den Untersuchungsgebieten Ramsau und Hirschbichtal mit beginnender Nacht von den bewaldeten Berghängen mehrere hundert Meter auf den Talboden herunter. In den frühen Morgenstunden zieht er sich in die deckungsreichen, am Tage ungestörteren Berghänge zurück. Dieses tägliche Auf und Ab entlang des Höhengradienten spiegelt sich in einem tageszeitabhängigen und periodischen Wechsel der Habitatwahl bzw. -nutzung wieder (Abb. 13). Im Gebiet Jenner werden nachts vor allem die Plateaulagen mit den Almen genutzt, die ein Pendant zu den Wiesen des Talgrundes darstellen. Den Tag verbringen die Fuchse – entsprechend dem Raum-Zeit-Verhalten in den beiden anderen Untersuchungsgebieten – in den bewaldeten Berghängen; mit dem Unterschied, daß sowohl tiefer- als auch höherliegende Bereiche genutzt werden (Abb. 13).

Die Ergebnisse der internen Raumnutzung für jeden Fuchs sind in der Abb. 2 (Anhang) dargestellt. Eine der Abb. 14 analog zusammengefaßte Darstellung der internen Nutzung in den drei Untersuchungsgebieten gibt Abb. 15.

Im Gebiet **Ramsau** liegen 95% aller nächtlichen Ortungen (N=1077) im Talbereich zwischen 600 und 900 Meter ü. NN.. Bei den hier aufgesuchten Flächen dominiert eine Hangneigung von ebenem Gelände bis maximal 30 Grad Neigung. Am Tag verschiebt sich die Nutzung (N=365) hauptsächlich in die höheren Lagen zwischen 800 und 1100 Meter ü. NN.. Da-

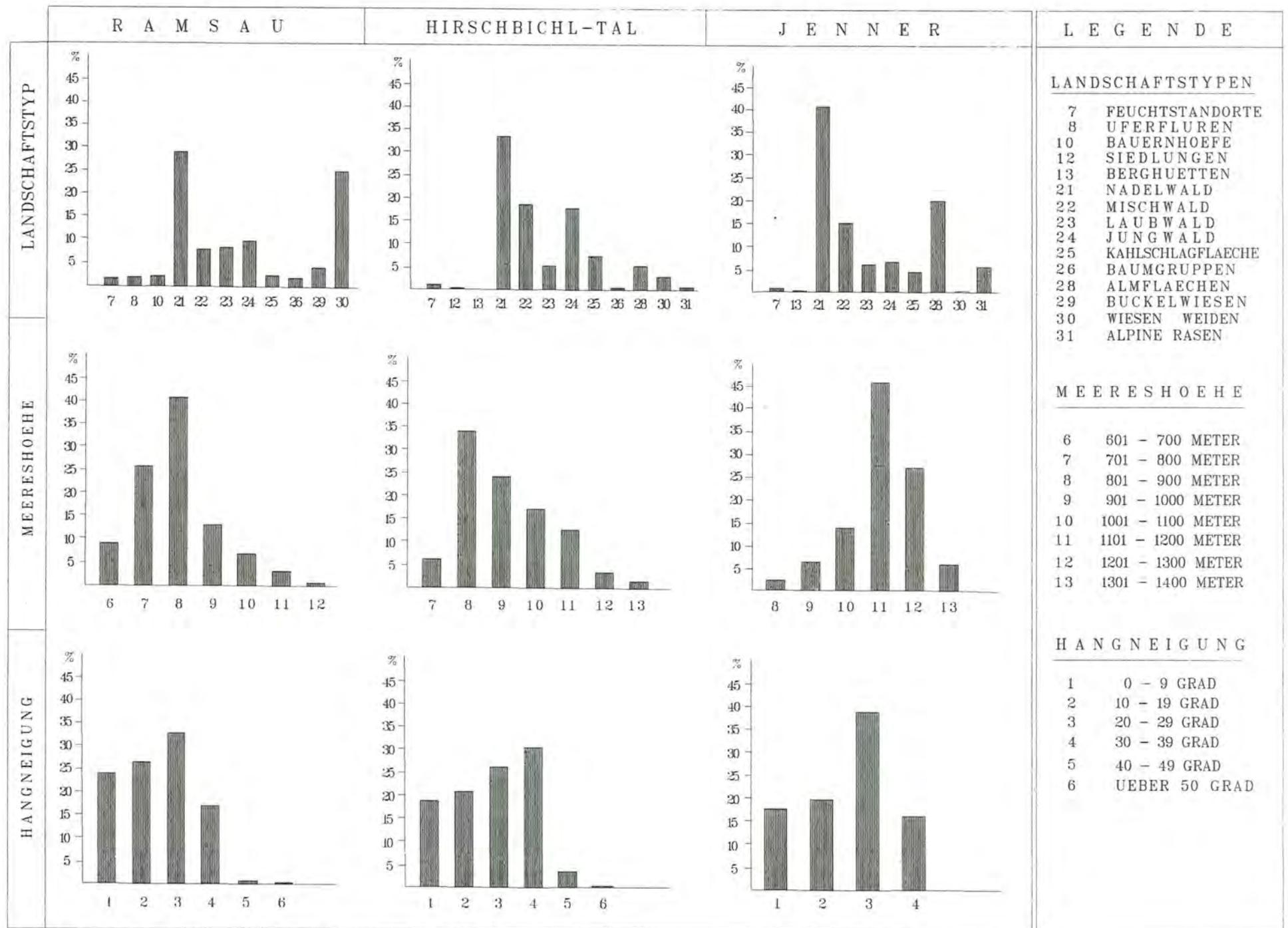


Abb. 14: Ausstattung der Homeranges in den 3 Untersuchungsgebieten.

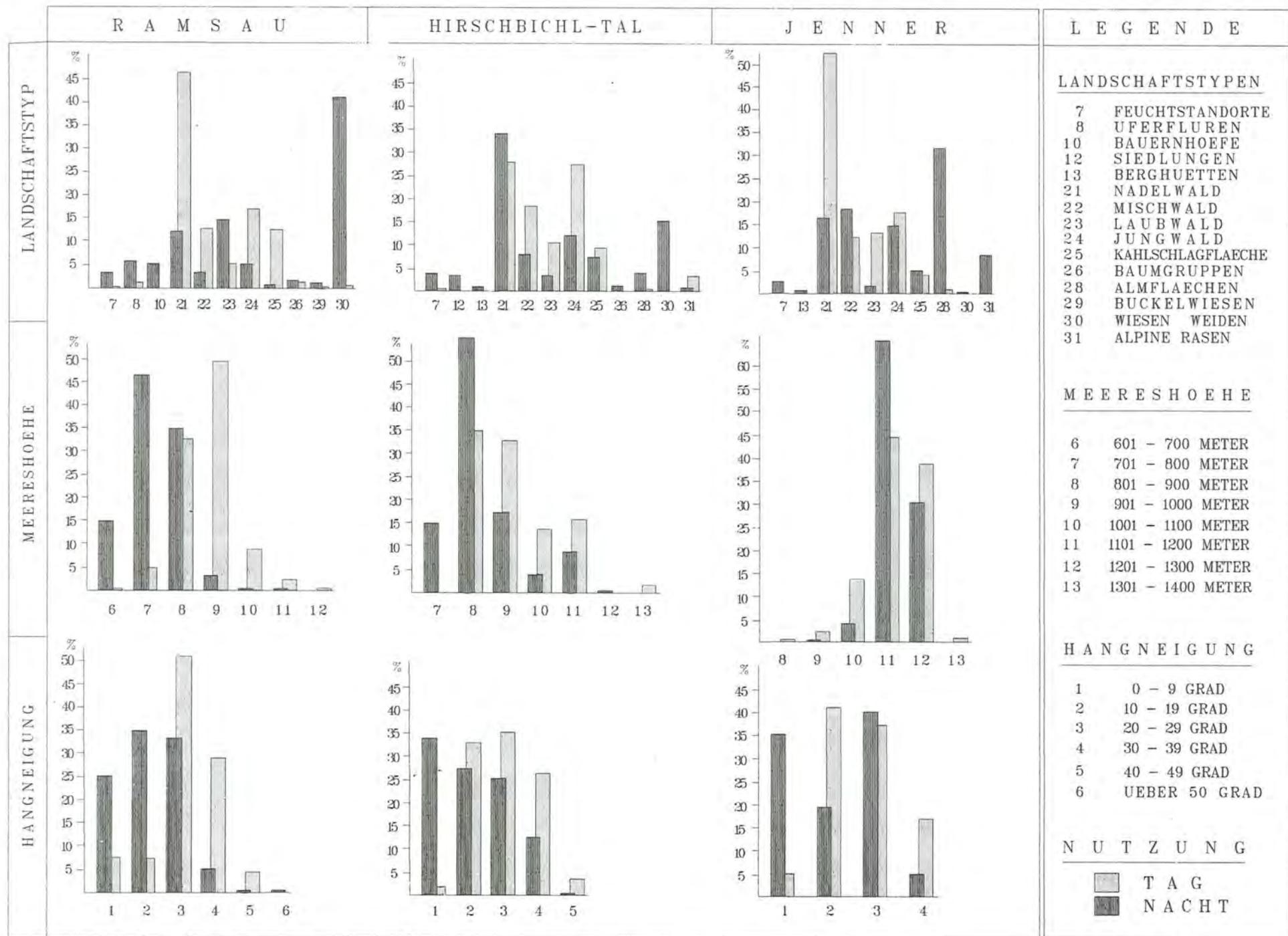


Abb. 15: Tageszeitabhängige Nutzung der Landschaftsstrukturen in den 3 Untersuchungsgebieten.

bei werden vorwiegend die steileren Bereiche zwischen 20 und 40 Grad Hangneigung genutzt.

Entsprechend dieser tageszeitlichen Nutzungsverschiebung entlang des Höhen- und Neigungsgradienten ergeben sich auch für die Nutzung der Landschaftstypen tageszeitliche Unterschiede. Zur Nachtzeit waren die Fuchse mit 62,5% aller Ortungen außerhalb der Wälder anzutreffen. Von diesen Freiflächen wurden die Wiesen und Weiden am häufigsten aufgesucht. Danach folgen Uferfluren an Fließgewässern, der Umgriff von Bauernhöfen sowie Feuchtstandorte. Von den Waldtypen wurden nachts die reinen Laubwälder häufiger genutzt als die Nadel- (Bergmischwald überw. Nadelholz und Nadelforste), Jung- und Mischwälder. Am Tage dagegen waren die Fuchse fast ausschließlich in diesen Wäldern anzutreffen, vorzugsweise im Nadelwald. Dem Laubwald, in der Nacht unter den Waldtypen noch dominierend, kommt am Tage nur eine geringe Bedeutung zu. Kahlschlagflächen, in der Nacht fast ungenutzt, wurden am Tag mit 13% aller Tagesortungen ebenso häufig aufgesucht wie die Mischwälder.

Auch im **Hirschbichtal** findet eine tageszeitabhängige Nutzungsverschiebung entlang des Höhengradienten – und damit verbunden – auch entlang des Neigungsgradienten statt. Nachts (N=263) werden hauptsächlich die tiefen Tallagen (700 – 1000 Meter ü. NN.) genutzt, den Tag (N=212) verbringen die Fuchse in den höheren Bereichen zwischen 800 und 1200 Meter ü. NN.. Während die ganz flachen Gebiete fast nur in der Nacht aufgesucht werden, bevorzugen die Fuchse am Tag die steileren Hanglagen. Bei der Nutzung der Landschaftstypen zeigt sich im Hirschbichtal ein nahezu umgekehrtes Bild zum Ramsauer Untersuchungsgebiet. Während in dem durch den Streusiedlungscharakter geprägten Talboden des Ramsauer Kessels nahezu zwei Drittel aller nächtlichen Ortungen auf Freiflächen liegen, ist im Hirschbichtal, dessen Talboden überwiegend bewaldet ist, lediglich ein Drittel aller Nachtstandorte außerhalb der Wälder. Wiesen und Weiden werden dabei am häufigsten genutzt; es folgen Feuchtstandorte, Almflächen, Siedlungsbereiche und der Umgriff von Berghütten. Der Nadelwald ist mit 34% der nachts am meisten besuchte Waldtyp. Jungwald, Mischwald und Laubwald werden dagegen deutlich seltener aufgesucht (Abb. 15).

Betrachtet man die nächtliche Nutzung der Nadelwälder differenzierter, wird deutlich, daß allein der Bergmischwald (mit überwiegendem Nadelholzanteil) und der stark aufgelichtete Nadelwald genutzt werden. Nadelforste oder Fichten-Lärchen-Wälder scheinen weniger attraktiv zu sein. Am Tag beschränkt sich das Vorkommen der Fuchse fast ausschließlich auf die bewaldeten Bereiche. Nadel- und Jungwälder dominieren dabei deutlich gegenüber Misch- und Laubwaldtypen.

Im Gebiet **Jenner** beschränkt sich die Nutzung nachts (N = 400) überwiegend auf die Höhenlagen zwischen 1100 und 1200 (65,2%) und 1200 bis 1300 Meter ü. NN. (30,2%), wobei Flächen unter 30 Grad Neigung

(95%) bevorzugt werden. Am Tag dagegen (N = 183) werden die Bereiche zwischen 1000 und 1300 Meter ü. NN. bei einer Hangneigung von 10 bis 50 Grad genutzt. Innerhalb der Freiflächen, auf denen etwa die Hälfte aller nächtlichen Ortungen liegt, kommt den Almen die größte Bedeutung zu. Alpine Rasen, Kahlschlagflächen, Feuchtstandorte und der Umgriff von Berghütten spielen bei der relativen Nutzung eine geringe Rolle. Am Tag werden fast ausschließlich Waldstrukturen genutzt, mit 52,5% aller Tagesortungen besonders der Nadelwald (Abb. 15).

### 3. Habitatpräferenzen

Die interne Nutzung eines Lebensraumes hängt im wesentlichen von zwei Faktoren ab. Erstens vom natürlichen Angebot unterschiedlicher Landschaftstypen, d.h. von der Homerangeausstattung und zweitens von den artspezifischen, möglicherweise auch individuellen Bedürfnissen, die diese Tierart bzw. ein Individuum dieser Art an seinen Lebensraum stellt. Ausreichende Ernährungsmöglichkeit, Rückzugs- bzw. Ruhezone, die Möglichkeit der Partnerfindung sowie der Aufzucht der Jungen stellen biologische Grundbedürfnisse nicht nur der hier untersuchten Tierart dar. Art-, sozial- und auch individualspezifische Aspekte führen beim Fuchs zu tages- und jahreszeitlich unterschiedlichen Anforderungen an seinen Lebensraum.

Die Nutzungshäufigkeit bestimmter Landschaftstrukturen im Verhältnis zu deren Häufigkeit im gesamten Homerange stellt einen Präferenzindex dar, der sich keineswegs mit der internen Nutzung deckt. In der Abb. 3 (Anhang) sind die Habitatpräferenz-Indizes eines jeden Fuchses für die einzelnen Landschaftsparameter für Tag und Nacht differenziert dargestellt. Abb. 16 faßt die individualspezifischen Details der Übersicht wegen zusammen; die Habitatpräferenzen werden für jedes Untersuchungsgebiet in aggregierter Form dargestellt.

Im Gebiet **Ramsau** werden in der Nacht Uferfluren, Feuchtstandorte und Bauernhöfe sowie Laubwälder, Wiesen und Weiden überproportional, Baumgruppen proportional zu ihrem Vorkommen im Gesamtgebiet genutzt. Diese in der Nacht z.T. hoch präferierten Landschaftstypen werden tagsüber gemieden. Dagegen werden Nadel-, Misch- sowie Jungwald und ganz besonders Kahlschlagflächen tagsüber überproportional häufig genutzt. Es fällt auf, daß die tagsüber bevorzugten Lebensräume nachts gemieden werden und umgekehrt; d.h. die Fuchse zeigen tageszeitabhängig deutlich voneinander abgrenzbare Habitatpräferenzen. Lediglich die Buckelwiesen werden sowohl am Tag als auch nachts unterproportional zu ihren Flächenanteilen am Gesamtgebiet genutzt.

In den Nachtstunden werden ausschließlich die Höhenlagen zwischen 600 und 800 Meter ü. NN. bevorzugt aufgesucht. Lagen oberhalb 900 Meter ü. NN. werden fast gänzlich gemieden. Am Tag dagegen werden gerade diese Bereiche zwischen 900 und 1100 Meter ü. NN. gezielt aufgesucht; oberhalb 1200

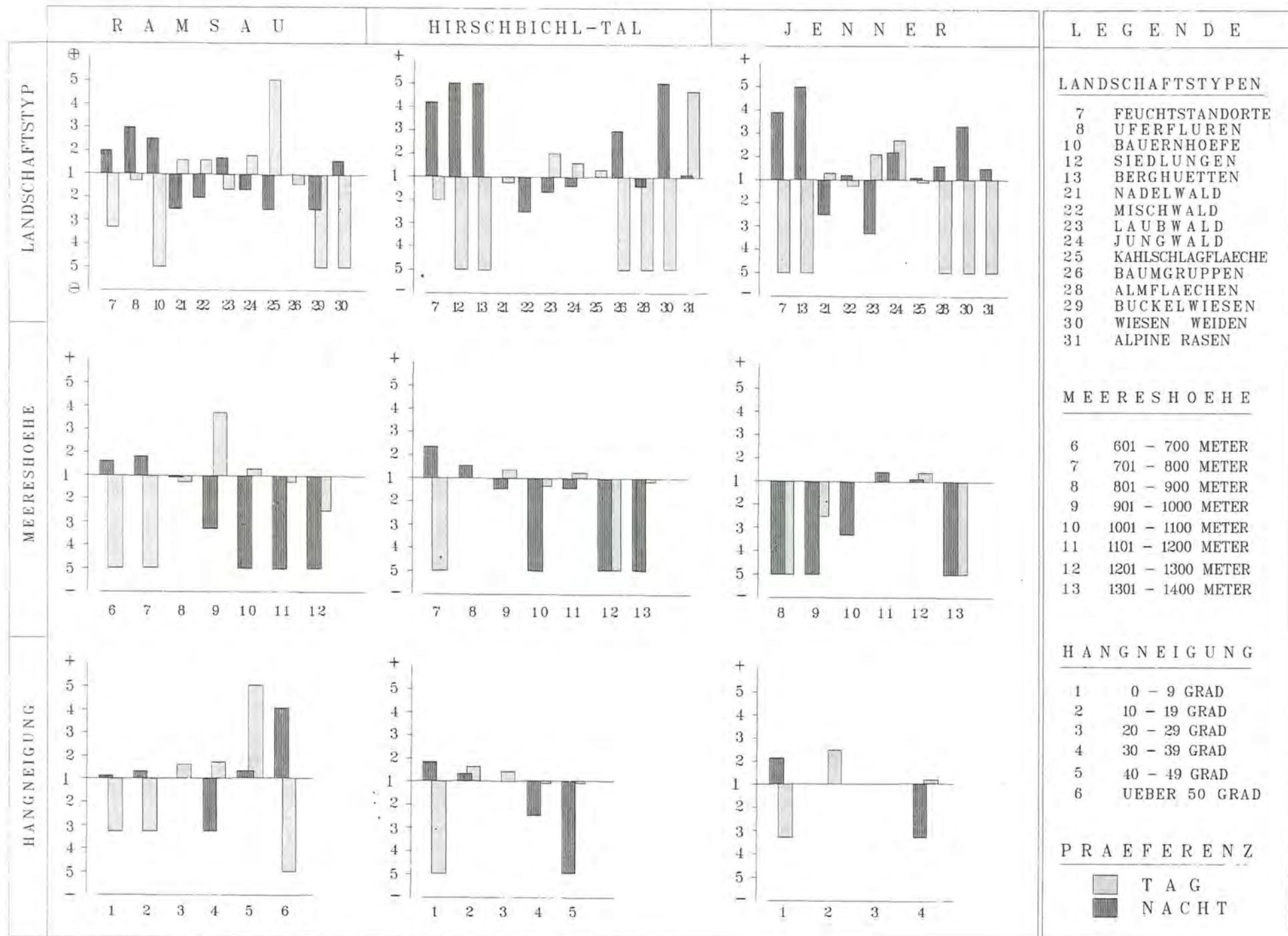


Abb. 16: Tageszeitabhängige Habitatpräferenzen des Rotfuchses in den 3 Untersuchungsgebieten.

Meter ü. NN. sind die Fische des Ramsauer Talkessel kaum anzutreffen. Unter den Neigungsstufen werden nachts die sehr flachen sowie die ganz steilen Hänge bevorzugt aufgesucht. Am Tage werden die mittleren Hangneigungen zwischen 20 und 50 Grad Neigung überproportional genutzt; vorzugsweise die steileren Lagen.

Im **Hirschbichtal** werden Feuchtstandorte, Siedlungsbereiche und Berghütten sowie Wiesen, Weiden und Baumgruppen gezielt aufgesucht. Für alle anderen Landschaftstypen besteht nachts keine positive Präferenz. Am Tag dagegen werden besonders alpine Rasengesellschaften überproportional genutzt. Laub- und Jungwälder sind neben Kahlschlagflächen die weiteren am Tage bevorzugten Strukturen. Auch hier zeigt sich, daß die nachts präferierten Flächen am Tage gemieden werden und umgekehrt (Abb. 16).

Im Hirschbichtal werden die tiefen Lagen (700 – 900 Meter ü. NN.) nachts, die höheren Bereiche zwischen 900 – 1200 Meter ü. NN. am Tage bevorzugt.

Während nachts besonders die flachen und mäßig geneigten Hanglagen bis 20 Grad Neigung relativ häufig genutzt werden, sind es am Tage die mittleren Hangneigungsstufen zwischen 10 und 30 Grad.

Im Gebiet **Jenner** sind nachts neben dem Umgriff von Berghütten, Feuchtstandorten und Wiesen auch die Jungwälder, Almflächen und alpine Rasen sowie Mischwälder und Kahlschlagflächen besonders attraktiv; Nadel- und Laubwälder werden dagegen gemieden. Mit Ausnahme der Jungwälder, die immer deutlich bevorzugt werden, zeigt sich auch in diesem Untersuchungsgebiet eine deutliche Alternativabgrenzung von Tag- und Nachtpräferenz. D.h., am Tag werden neben dem Jungwald Laub- und Nadelwälder bevorzugt, Kahlschlagflächen und Mischwälder entsprechend dem Angebot genutzt; alle anderen Landschaftstypen werden zu dieser Tageszeit strikt gemieden. Die Höhenstufe zwischen 1100 und 1300 Meter ü. NN. ist nachts mit einer leichten Präferenz belegt, tagsüber zusätzlich auch die Lagen zwischen 1000 und 1100 Meter (Abb. 16).

Nachts werden bevorzugt die flachen, tagsüber die etwas steileren Gebiete der Homeranges (bis 20 Grad) aufgesucht.

#### 4. Homerangegröße in Abhängigkeit der Lebensraumausstattung

Die Größe der Homeranges hängt eng zusammen mit dem Anteil nachts präferierter Flächen. Je größer ein Homerange ist, desto geringer ist der prozentuale Anteil bevorzugt aufgesuchter Flächen. Kleine Homeranges hingegen haben einen sehr hohen Anteil solcher hochpräferierter Flächen ( $r = -0,6419$ ,  $N = 18$ ,  $p = 0,002$ ). Diese negativ signifikante Korrelation bringt deutlich zum Ausdruck, daß in optimalen Landschaftsräumen kleinere Homeranges genügen (Abb. 17).

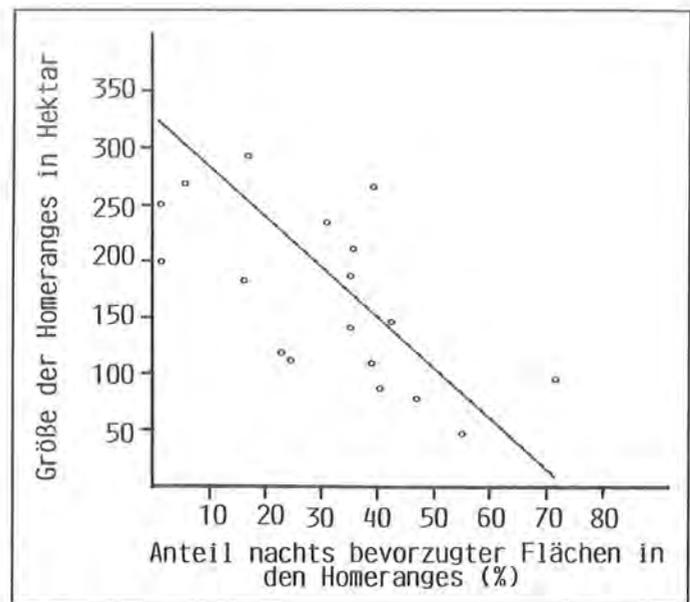


Abb. 17: Abhängigkeit der Größe der Homeranges von dem Anteil optimaler Lebensräume im Homerange ( $r = 0,6419$ ;  $N = 18$ ;  $p = 0,002$ ).

#### 5. Potentialkarten „Nutzung“ und „Präferenz“

Auf der Grundlage der Ergebnisse für die Nutzungshäufigkeit bzw. Präferenz bestimmter Landschaftsstrukturen in den Untersuchungsgebieten Ramsau und Hirschbichtal wurden Rechenvorschriften formuliert, um die tageszeitabhängige Nutzung bzw. Präferenz innerhalb dieser Gebiete kartographisch darstellen zu können. Dabei wurden die Variablen Meereshöhe, Neigung und Landschaftstyp kombiniert berücksichtigt (Tab. 7 und 8; Abb. 18 und 19).

Bei der „Nutzungskarte“ wurden jeweils nur die Landschaftstypen berücksichtigt, in denen mehr als 5% aller Tag- bzw. Nachtbeobachtungen in mindestens einem der beiden Gebiete lagen. In die Rechenvor-

Tab. 7: Genutzte Landschaftsparameter im Gebiet Ramsau und Hirschbichtal (Abb. 18).

|                      |                       |
|----------------------|-----------------------|
| Tag: 21 Nadelwälder  | Nacht: 21 Nadelwälder |
| 22 Mischwälder       | 22 Mischwälder        |
| 23 Laubwälder        | 23 Laubwälder         |
| 24 Jungwälder        | 24 Jungwälder         |
| 25 Kahlschlagflächen | 25 Kahlschlagflächen  |
|                      | 8 Uferfluren          |
|                      | 10 Bauernhöfe         |
|                      | 30 Wiesen/Weiden      |
| 800 – 1200 M. ü. NN. | 600 – 1000 M. ü. NN.  |
| 10 – 40 Grad         | 0 – 40 Grad           |

Tab. 8: Präferierte Landschaftsparameter im Gebiet Ramsau und Hirschbichtal (Abb. 19).

|                      |                       |
|----------------------|-----------------------|
| Tag: 21 Nadelwälder  | Nacht: 23 Laubwälder  |
| 22 Mischwälder       | 7 Feuchtstandorte     |
| 23 Laubwälder        | 8 Uferfluren          |
| 24 Jungwälder        | 10 Bauernhöfe         |
| 25 Kahlschlagflächen | 12 Siedlungen         |
| 31 Alpine Rasen      | 13 Berghütten         |
|                      | 26 Baumgruppen        |
|                      | 30 Wiesen/Weiden      |
|                      | 31 Alpine Rasen       |
| 900 – 1200 M. ü. NN. | 600 – 900 M. ü. NN.   |
| 10 – 50 Grad         | 0 – 20 / 40 – 60 Grad |

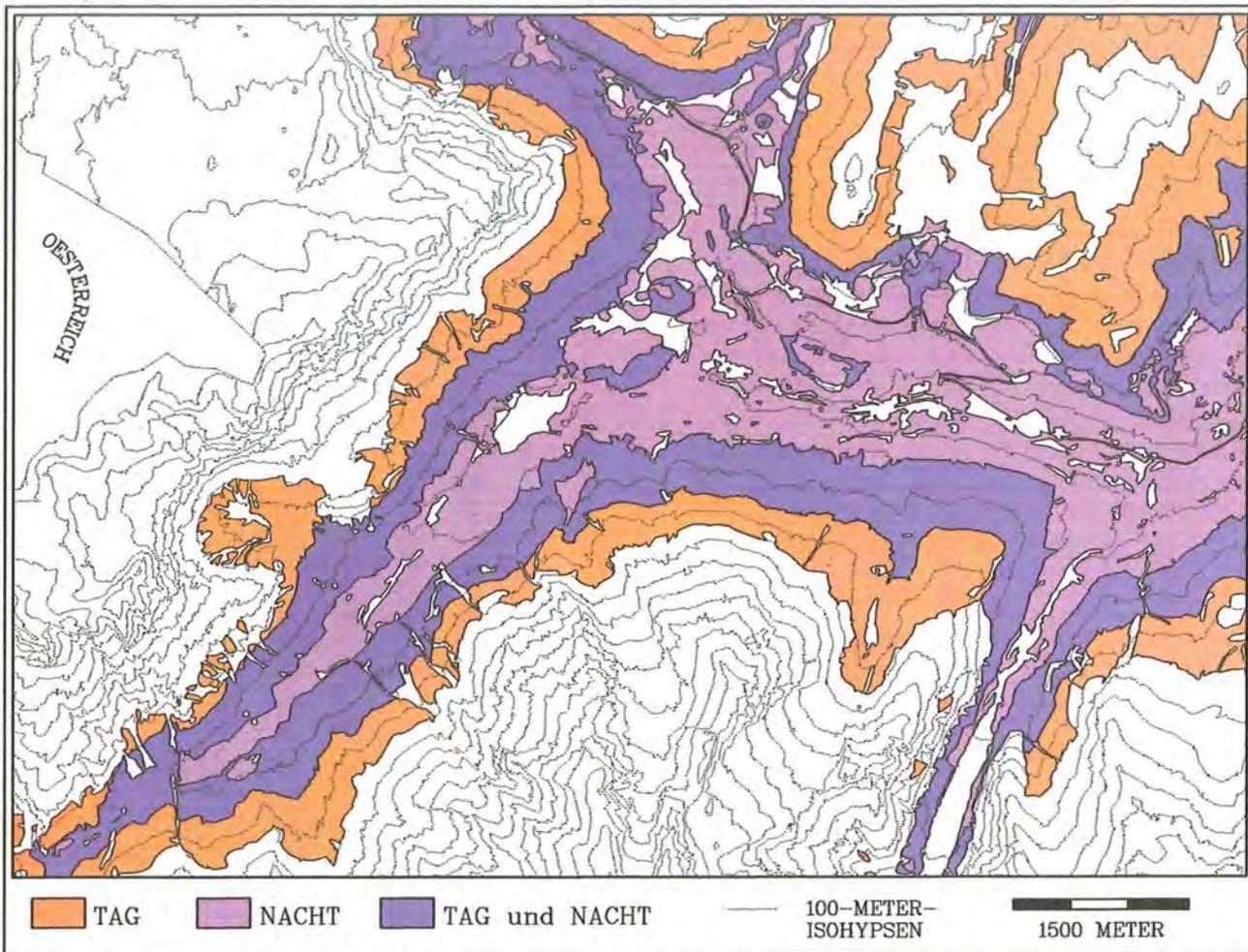


Abb. 18: Tageszeitabhängige Nutzung des Gebietes Ramsau und Hirschbichtal.

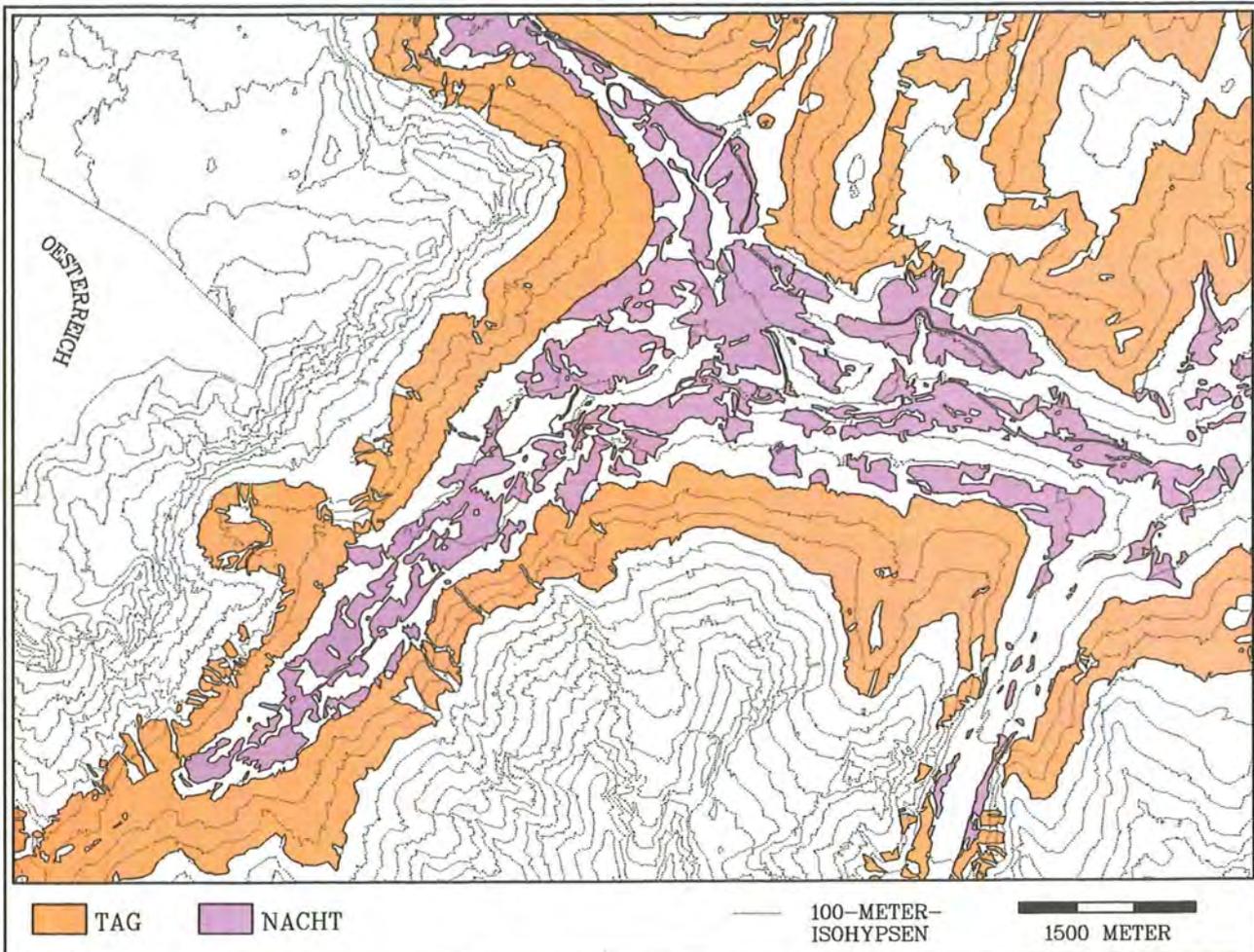


Abb. 19: Flächen mit hoher Habitatpräferenz im Gebiet Ramsau und Hirschbichtal.

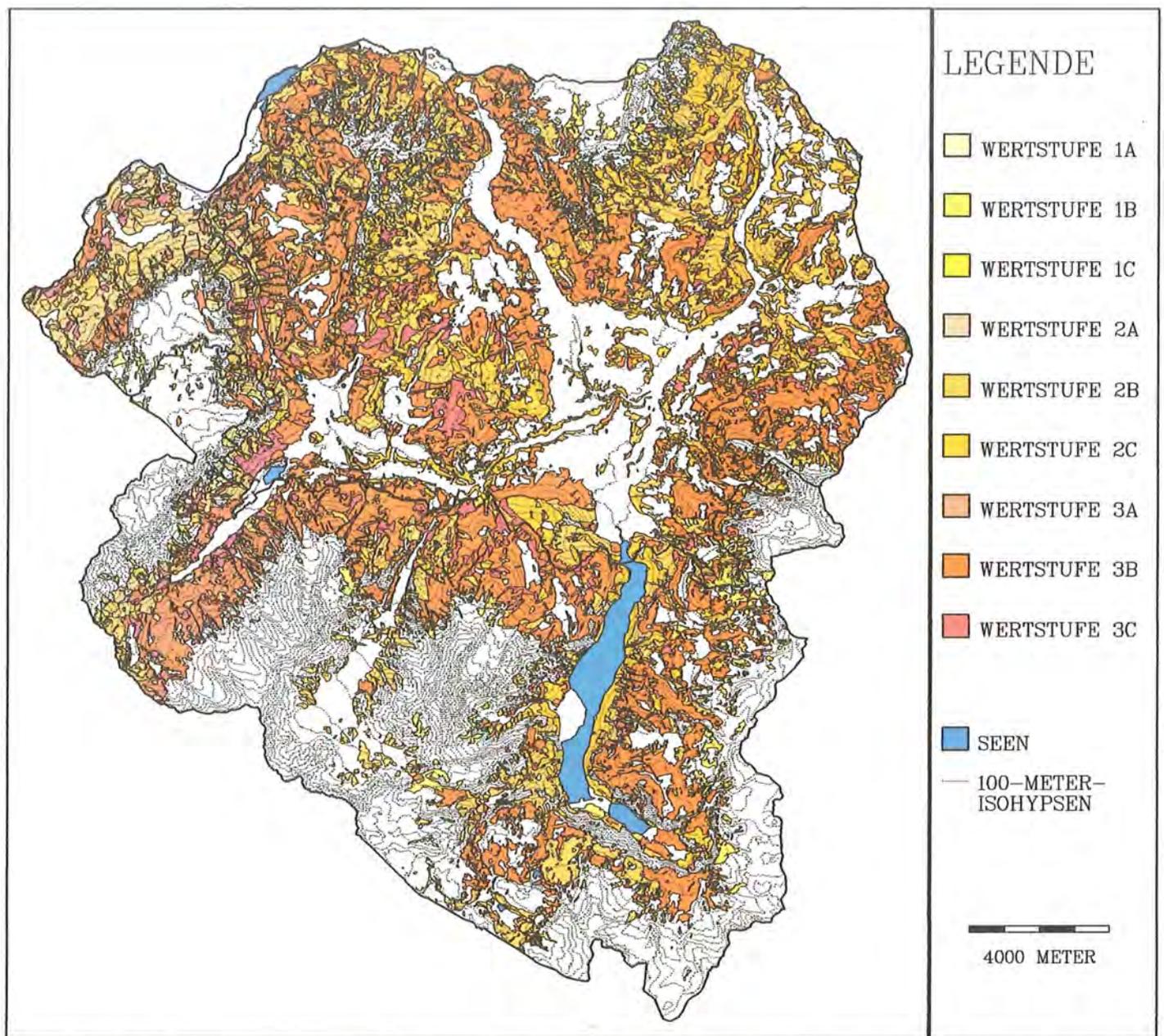


Abb. 20: Am Tag unterschiedlich genutzte und bevorzugt aufgesuchte Flächen im Alpenpark Berchtesgaden (potentielle Verbreitung).

schrift für die „Präferenzkarte“ gingen diejenigen Landschaftstypen ein, für die ein Präferenz-Index von größer als 1 ermittelt wurde. Besonders kleinflächig ausgeprägte Landschaftstypen können daher in der Nutzungskarte (Abb. 18) unberücksichtigt bleiben, obwohl sie, da trotz geringer Nutzung überproportional zu ihrem Vorkommen von Füchsen genutzt, in der Präferenzkarte (Abb. 19) ausgewiesen werden.

Während es bei der Raumnutzung geringe Tag-Nacht-Überschneidungen gibt, schließen sich die Habitatpräferenzen am Tag und in der Nacht gegenseitig aus; d.h. die Habitatpräferenzen der untersuchten Füchse in diesen beiden Testflächen hatten einen strengeren tageszeitspezifischen Charakter als das Nutzungsmuster.

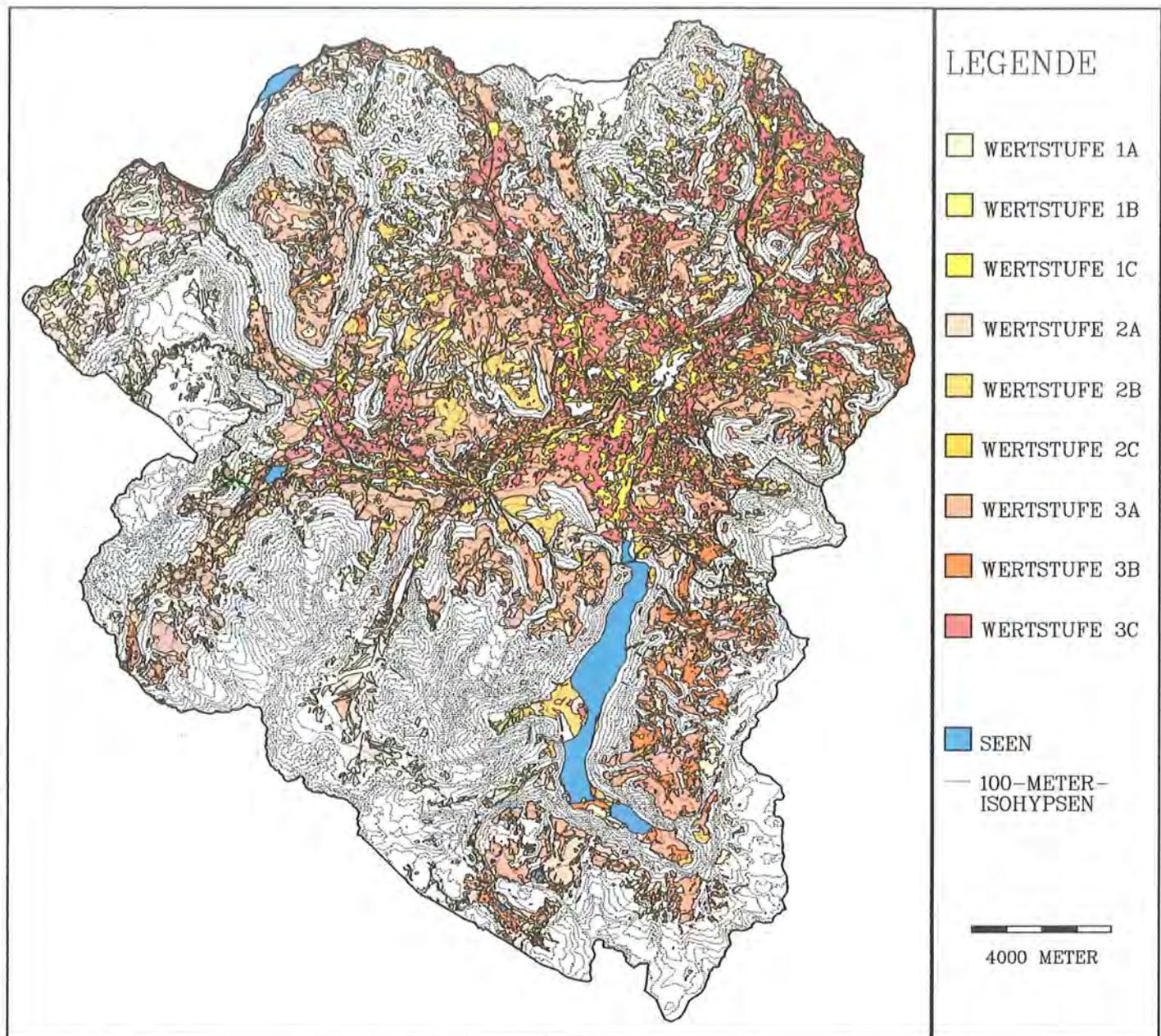
Entsprechend wurden die Ergebnisse aller 3 Untersuchungsgebiete in Rechenvorschriften für die tageszeitabhängige Nutzung bzw. Präferenz im gesamten Alpenpark Berchtesgaden zusammengefaßt (Tab. 9 und 10). Hier wurden die beiden Variablen Landschaftstyp und Neigung gemeinsam ausgewertet.

Die Variable Meereshöhe blieb wegen der unterschiedlichen Ausgangshöhe in den 3 Untersuchungsgebieten unberücksichtigt. Die Nutzung bzw. Präferenz gegenüber einem Landschaftstyp wurde jeweils in 3 Kategorien eingeteilt:

| Nutzung (in %) |         | Präferenz (P.I.) |           |
|----------------|---------|------------------|-----------|
| 1 geringe      | 1 – 10  | A geringe        | 1,1 – 1,5 |
| 2 mittlere     | 11 – 20 | B mittlere       | 1,6 – 2,0 |
| 3 hohe         | >20     | C hohe           | >2,0      |

Daraus ergeben sich bei gemeinsamer kartographischer Darstellung von Nutzung und Präferenz 9 mögliche Ausprägungen, die in den Abb. 20 und 21 durch unterschiedliche Farbtöne dargestellt sind:

| Nutzung  | Präferenz | Wert | Nutzung  | Präferenz | Wert |
|----------|-----------|------|----------|-----------|------|
| geringe  | geringe   | 1 A  | mittlere | hohe      | 2 C  |
| geringe  | mittlere  | 1 B  | hohe     | geringe   | 3 A  |
| geringe  | hohe      | 1 C  | hohe     | mittlere  | 3 B  |
| mittlere | geringe   | 2 A  | hohe     | hohe      | 3 C  |
| mittlere | mittlere  | 2 B  |          |           |      |



**Abb. 21:** In der Nacht unterschiedlich genutzte und bevorzugt aufgesuchte Flächen im Alpenpark Berchtesgaden (potentielle Verbreitung).

Die Abb. 20 und 21 zeigen tageszeitabhängig, potentielle Verbreitungskarten für den Rotfuchs im Alpenpark Berchtesgaden bei gemeinsamer Berücksichtigung unterschiedlich hoher Nutzung und Präferenzen (vergl. Tab. 9 und 10).

**Tab. 9:** Am Tag unterschiedlich genutzte und bevorzugt aufgesuchte Flächen im Alpenpark Berchtesgaden (Abb. 20).

|                      | Nutzung in % | Präferenz-Index | Wert |
|----------------------|--------------|-----------------|------|
| 31 Alpine Rasen      | < 5          | 1,6 – 2,0       | 1 B  |
| 22 Mischwälder       | 11 – 20      | 1,6 – 2,0       | 2 B  |
| 23 Laubwälder        | 11 – 20      | > 2,0           | 2 C  |
| 25 Kahlschlagflächen | 11 – 20      | > 2,0           | 2 C  |
| 21 Nadelwälder       | > 20         | 1,6 – 2,0       | 3 B  |
| 24 Jungwälder        | > 20         | > 2,0           | 3 C  |

Neigung: 10 – 50 Grad

**Tab. 10:** In der Nacht unterschiedlich genutzte und bevorzugt aufgesuchte Flächen im Alpenpark Berchtesgaden (Abb. 21).

|                      | Nutzung in % | Präferenz-Index | Wert |
|----------------------|--------------|-----------------|------|
| 31 Alpine Rasen      | < 5          | 1,1 – 1,5       | 1 A  |
| 25 Kahlschlagflächen | 5 – 10       | 1,1 – 1,5       | 1 A  |
| 26 Baumgruppen       | < 5          | > 2,0           | 1 C  |
| 7 Feuchtstandorte    | < 5          | > 2,0           | 1 C  |
| 8 Uferfluren         | 5 – 10       | > 2,0           | 1 C  |
| 10 Bauernhöfe        | 5 – 10       | > 2,0           | 1 C  |
| 12 Siedlungen        | < 5          | > 2,0           | 1 C  |
| 13 Berghütten        | < 5          | > 2,0           | 1 C  |
| 22 Mischwälder       | 11 – 20      | 1,0 – 1,5       | 2 A  |
| 23 Laubwälder        | 11 – 20      | 1,6 – 2,0       | 2 B  |
| 24 Jungwälder        | 11 – 20      | 1,6 – 2,0       | 2 B  |
| 21 Nadelwälder       | > 20         | 1,0             | 3 A  |
| 28 Almflächen        | > 20         | 1,6 – 2,0       | 3 B  |
| 30 Wiesen/Weiden     | > 20         | > 2,0           | 3 C  |

Neigung: 0 – 30 Grad

## Diskussion

### 1. Zur Methodik

Wer sich mit der Erhebung und der Auswertung telemetrischer Daten zur Raumorganisation von Wildtieren befaßt, sieht sich u.a. mit folgenden methodischen Problemen konfrontiert: der Lebendfang stellt sich je nach der zu untersuchenden Tierart unterschiedlich schwierig dar. Der von Füchsen, insbesondere von adulten, ist wegen der besonderen Vorsicht der Tiere ein zeitraubendes und materialaufwendiges Unterfangen (vergl. Jensen, 1973). In dieser Arbeit wurden Fangschlingen aus jagdrechtlichen Gründen nicht verwendet. Der Einsatz von Kastenfallen, bei Spittler (1976) für den Fang von Füchsen zwecks Tollwutimpfung als ungeeignet verworfen, brachte in der vorliegenden Untersuchung bei Verwendung von bis zu 60 Kastenfallen einen für die Fragestellung ausreichenden Fangerfolg.

Die Zuverlässigkeit des verwendeten Telemetrie-Materials kann ganz entscheidend den Umfang des Datenmaterials und damit auch die Qualität der davon abgeleiteten Ergebnisse beeinflussen. Die in dieser Arbeit verwendeten Geräte haben sich – nach der Beseitigung anfänglicher Probleme (in die Sender trat Feuchtigkeit ein) durch Eingießen der Elektronik in Kunstharz – in verschiedenen telemetrischen Untersuchungen der Nationalparkverwaltung bewährt: Steinmarder (Föhrenbach, 1986), Dachsch (Bock, 1986), Rotwild (Stroka, 1987; Berberich, unveröff., Riechert, unveröff.) und Gänsegeier (Bögel, 1987; Mäck, 1987).

Der Einfluß eines technischen Meßinstrumentes an einem Tier auf dessen Lebens- und Verhaltensweise läßt sich nur schwer erfassen. Broekhuizen (1980) stellte durch vergleichende Beobachtungen an nicht- und sendermarkierten Tieren (u.a. auch Füchse) einen nur geringen Einfluß auf das Verhalten fest, der sich lediglich für die ersten 24 Stunden nach der Sendermarkierung beschreiben ließ; eine Verschiebung oder ein endgültiges Verlassen des Homeranges konnte nicht festgestellt werden. In der vorliegenden Untersuchung wurde bei sendermarkierten Tieren kein abweichendes Verhalten gegenüber nichtmarkierten beobachtet. Bei fünf von Jägern erlegten, sendermarkierten Füchsen konnte keine Veränderung des Felles der Tiere durch das Halsband festgestellt werden. Bei einer Fähe war das Senderhalsband zwei Jahre am Tier.

Die Art der zeitlich differenzierten Datenerhebung wirkt sich auf die Auswertung hinsichtlich der Nutzungsintensität bestimmter Landschaftsstrukturen aus und damit auch auf die Aussagen bezüglich der Habitatpräferenzen. Deshalb wurden die Peilungen, insbesondere bei ortsgebundenem, passivem Verhalten, viertelstündlich zu einer Ortung zusammengefaßt, unabhängig von der Anzahl der Peilungen während dieses Zeitraumes.

Für eine Homerange-Bestimmung auf der Grundlage radiotelemetrisch erhobener Daten sind in der Ver-

gangenheit viele Modelle entwickelt worden. Jedes dieser Modelle führt jedoch zu einem anderen Flächenergebnis. Unterschiedliche Homerangeflächen und -formen führen besonders in einer heterogenen Landschaft zu völlig unterschiedlichen Aussagen hinsichtlich der Homerange-Ausstattung und der Habitatpräferenzen. Nach einem Vergleich der bekannten Modelle wird deutlich, daß keines ein restlos zufriedenstellendes Ergebnis liefert, oder gar "das richtige Modell" ist. Jede der unterschiedlichen Methoden muß nach ihren Möglichkeiten und Schwächen hinterfragt werden. Diese sind von der Methodik selbst, aber auch von der Art der Datenaufnahme und der Stichprobengröße abhängig.

Die Erfassung der räumlichen Lage und Größe eines Lebensraumes hängt von verschiedenen Faktoren ab. Jahreszeitliche und altersabhängige Verschiebungen sind zu berücksichtigen.

Die notwendige Stichprobengröße zur Bestimmung eines Homeranges diskutieren Odum und Künzler (1955). Sie sei erreicht, wenn jede weitere Datennahme zu keiner oder nur zu einer geringfügig meßbaren Vergrößerung der Homeranges führt.

Da jede der zur Verfügung stehenden Homerange-Bestimmungsmethoden zu einem anderen Ergebnis führt, ist die Auswahl einer der Methoden ergebnismitbestimmend. Die noch offene Frage nach „der richtigen Methode“ führt dazu, daß eine Flächenangabe eines Homeranges nicht mehr als einen Trend vermittelt. Die Angabe der verwendeten Methode wird daher der Vergleichbarkeit wegen obligatorisch (vergl. Föhrenbach, 1986).

Füchse nutzen ihr Homerange nicht gleichmäßig, d.h. einige Flächen werden häufiger als andere genutzt und manche gänzlich gemieden (vergl. Follman, 1973; Brant, 1962; Maurel, 1980). Desweiteren ist es bei telemetrischen Untersuchungen nicht immer unzweifelhaft, inwieweit die stichprobenartige Verteilung der Peilpunkte mit der tatsächlichen Verteilung der Aufenthaltsorte eines Tieres innerhalb seines Homeranges übereinstimmt (Macdonald et al., 1980).

Bei der **Konvex-Polygon-Methode** (MAM) werden häufig große ungenutzte Gebiete in ein Homerange miteinbezogen. Gelegentliche Ausflüge aus dem eigentlichen Homerange führen dabei besonders zu Fehlinterpretationen. Eine unregelmäßige Form des Homeranges, bedingt durch topographische Gegebenheiten oder durch unterschiedliche Aktivitätszentren, führt ebenfalls zu einer Fehleinschätzung der tatsächlich als Lebensraum genutzten Fläche.

Methoden, die ein elliptisches Homerange darstellen (z.B. die **95%-Ellipse**), setzen, da es sich um parametrische Methoden handelt, eine Normalverteilung der x- und y-Koordinaten der Standorte voraus. Dies wird nur in den seltensten Fällen erwartet werden können (Macdonald et al., 1980). Ähnlich wie bei der Konvex-Polygon-Methode können auch hier große ungenutzte Flächen als Teile des Homeranges ausgewiesen werden.

Die Berechnung der Homerange-Größe nach der **Grid-Methode** hängt in besonderem Maße von der gewählten Rastergröße ab. Voigt und Tinline (1980) beschreiben Grid-Methoden, nach denen benachbarte oder zwischen zwei genutzten Flächen liegende "leere" Rasterfelder unter bestimmten Bedingungen in die Berechnung miteinbezogen werden. Je nach gewähltem „Grid-Modus“ variieren die Homeranges beträchtlich in ihrer Größe (vergl. Föhrenbach, 1986).

Im Gegensatz zur Grid-Methode berücksichtigt die **Buffer-Methode** die Bedeutung jedes einzelnen Beobachtungspunktes. Gegenüber der MAM- und der Ellipsen-Methode bleiben große ungenutzte Gebiete unberücksichtigt. Gelegentliche Ausflüge werden deutlich als solche ausgewiesen. Eine durch die Topographie oder durch unterschiedliche Aktivitätszentren bestimmte unregelmäßige Form des Homeranges kommt der Realität entsprechend zur Darstellung. Dieses nichtparametrische Modell wurde als Grundlage für die Flächenstatistik gegenüber allen anderen vorgezogen, weil es ein Homerange nutzungsbezogen darstellt und damit den landschaftlichen Gegebenheiten der bearbeiteten Untersuchungsgebiete am besten Rechnung trägt. Wegen ihres klassischen Charakters wurde zur graphischen Darstellung der Lebensräume die MAM- oder Konvex-Polygon-Methode verwendet. Sie ist bei kombinierter Darstellung mehrerer Lebensräume übereinander in ihrer Darstellungsform übersichtlicher als die Buffer-Methode.

## 2. Anpassungsmechanismen an menschliche Landnutzungsformen

Die Anpassung einer Tierart an unterschiedliche Lebensräume ist in unserer Kulturlandschaft, in der jeder Lebensraum anthropogen beeinflusst ist, auch stets eine Anpassung an menschliche Landnutzungsformen. Die Anpassungsmechanismen des anständig sich ändernde menschliche Nutzungsformen präadaptierten Fuchses (Ellenberg, 1981) müssen daher nach zwei Seiten ausgerichtet sein: zum einen auf die unterschiedliche ökologische Qualität eines Lebensraumes, zum anderen auf die zeitlich unterschiedlich intensive Nutzung dieser Flächen durch den Menschen. Der Erfolg, mit dem der Fuchs dies praktiziert, hat dazu geführt, daß er heute das mit am weitesten verbreitete Säugetier ist. Sein Lebensraum erstreckt sich nahezu über alle Vegetations- und Klimazonen des Verbreitungsareals (Zimen, 1980; Stubbe, 1981; Macdonald, 1987).

Diese besondere Anpassungsfähigkeit zeigt der Fuchs auch in dem untersuchten, von alpinen Einflüssen geprägten Gebiet, nahe am Rande seiner vertikalen Verbreitungsgrenze. Gebirgsmassive mit über 2500 Meter Höhe und tief eingeschnittene Täler mit nur ca. 600 Meter ü. NN. repräsentieren unterschiedlichste Vegetations- und Klimazonen auf engstem Raum (der Fuchs nutzt das Gebiet, zumindest im Sommer, über den gesamten Höhengradienten, was Losungsfunde – wie auf dem 2653 Meter hohen Gipfel der Schönfeldspitze – belegen).

Die Variabilität der Anpassung an die unterschiedlichsten landschaftlichen Gegebenheiten kommt in der hohen Diversität der Homerange-Ausstattungen zum Ausdruck.

Die untersuchten Tiere besiedelten alle verfügbaren Hangexpositionen. Ebenes Gelände und bis 50 Grad steile Berghänge wurden akzeptiert. In den von den Tieren während der Untersuchung aufgesuchten Höhenlagen von 600 bis 1400 Meter ü. NN. kennzeichnen gänzlich unterschiedliche Landschaftsstrukturen die Homeranges. Jeder innerhalb der Untersuchungsgebiete vorkommende Waldtyp, nahezu jede Freifläche, jede Siedlungsstruktur war in der Gesamtheit der Homeranges repräsentiert; und je nach Untersuchungsgebiet war die Zusammensetzung dieser Landschaftselemente in den Homeranges für jeden Fuchs individuell verschieden. Dies dokumentiert den hohen Anpassungsgrad der untersuchten Tierart auch in dem von Extremen gekennzeichneten Gebiet des alpinen Raumes.

Wegen dieser enormen Anpassungsfähigkeit an die verschiedenen Lebensräume wird der Fuchs häufig als „Generalist“ bezeichnet. Der räumlich und zeitlich differenzierten Nutzung seines Homeranges entsprechend ist er eher ein „zu hoher Anpassung an menschliche Nutzungsformen befähigter Spezialist“. Das scheint zwar miteinander synonym, letzteres bringt aber die Nuancen „füchsischer“ Lebensweise besser zum Ausdruck:

In allen 3 Untersuchungsgebieten wurden die Homeranges nach einem bestimmten, streng tageszeitabhängigen Muster genutzt. Dabei kommt im untersuchten Gebiet dem Höhen- und Neigungsgradienten eine wesentliche Bedeutung zu:

Nachts wurden die flachen, tagsüber die steileren Teilräume der Homeranges genutzt. Wegen der Autokorrelation der untersuchten Landschaftsparameter untereinander, entspricht dieses Verhalten auch einem strengen Nutzungsmuster entlang des Höhengradienten, wobei der unterschiedlichen Höhenzonierung ganz bestimmte Landnutzungstypen zuzuordnen sind. Die Meereshöhe, die Hangneigung und der Landschaftstyp stehen in gewisser Abhängigkeit zueinander (siehe Beschreibung des Gesamtgebietes).

In den beiden Untersuchungsgebieten Ramsau und Hirschbichtal nutzen die Füchse nachts die flachen Talbereiche. Im Gebiet Ramsau liegen hier die landschaftlich sehr heterogenen Streusiedlungsgebiete mit Wiesen und Weiden, zahlreichen Heckenreihen und Bachläufe mit Begleitvegetation und vereinzelt eingestreuten Bauernhöfe. Im Hirschbichtal sind es die z.T. stark aufgelockerten Waldbestände mit gelegentlichen Almflächen. Diese Talbereiche stellen die nächtlichen Aktivitätszentren der Füchse dar. Am frühen Morgen ziehen sich die Tiere in die steileren Bereiche zurück und verbringen den Tag überwiegend passiv in den bewaldeten Berghängen. Boitani et al. (1984) stellten dieses räumlich-zeitlich differenzierte Verhalten bei Füchsen im Nationalpark Gran Paradi-

so (Italien) ebenfalls fest. Diese mit Wald bestockten Hanglagen sind auch für die Bären im Trentino, Italien (Roth, 1986) wie für die Luchse in der Schweiz (Haller & Breitenmoser, 1986) von gleicher funktionaler Bedeutung: die bewaldete Berghangzone stellt für unsere heimischen mittelgroßen und großen Raubsäuger ein wichtiges Rückzugsgebiet aus den von menschlicher Nutzung stark geprägten Talräumen gerade in kollinen bis alpinen Landschaften dar (Berberich, 1986).

Im Untersuchungsgebiet Jenner ist die Situation vergleichbar. Hier werden nachts vor allem die flachen Almen genutzt. Am Tag ziehen sich die Füchse auch hier in die angrenzenden, meist steileren und bewaldeten Hanglagen zurück.

Dieses Verhalten muß als Anpassung sowohl an die landschaftlichen Gegebenheiten als auch an das Aktivitätsverhalten des Menschen gewertet werden: die Homeranges werden räumlich so gewählt und tageszeitlich derart unterschiedlich genutzt, daß eine auch unter energetischen Gesichtspunkten optimale Ausnutzung derselben unter Einbeziehung der Ernährungs- und Rückzugsbedürfnisse, ohne oder mit der geringstmöglichen Kollision mit dem Menschen möglich ist. Unter dem energetischen Aspekt ist die Tatsache zu sehen, daß sich die Homeranges nur über max. 200 bis 400 Höhenmeter ausdehnen. Durch "kurze Wege" wird der tägliche lokomotorische Energieaufwand, artspezifischen Bedürfnissen gerecht zu werden, minimiert; das Zeitbudget für das Hin- und Herwechseln zwischen Jagdrevier und Rückzugsgebiet nur wenig belastet.

Die räumlich-zeitlich differenzierte Nutzung der Homeranges kommt besonders in der streng tageszeitabhängigen Habitatpräferenz der Füchse zum Ausdruck. Zimen (1981) stellt fest, daß das Nahrungsangebot für den Fuchs im offenen Gelände höher ist als im Wald.

Die vom Flächenanteil abhängige, umgekehrt proportionale Bedeutung des Waldes als Ruhezone (Keenan, 1980) trifft in entsprechendem Sinne auch für die Freiflächen als Nahrungsquellen zu. Je geringer ihr Anteil, um so relativ bedeutsamer sind sie für den Fuchs. Kleinflächige Landschaftsstrukturen wie Feuchtstandorte und Uferfluren, Berghütten, Bauernhöfe sowie lockere Siedlungen mit baumbestandenen Gärten werden nachts besonders überproportional zu ihren Flächenanteilen genutzt.

Spurenauswertungen im Winter haben ergeben, daß Hecken, Bachläufe mit Begleitvegetation, Lesesteinmauern und Heustadl überdurchschnittlich häufig aufgesucht werden (Berberich, 1986). Diese Kleinstrukturen bieten dem Allesfresser Fuchs offensichtlich ein großes Nahrungsangebot. Der Fuchs ist ein 'Opportunist' - und als solcher macht er deutlich, welche wichtige ökologische Funktion solche Kleinstrukturen besitzen.

Der Vergleich der tageszeitabhängigen Präferenz für landwirtschaftlich genutztes Dauergrünland und Buk-

kelwiesen im Untersuchungsgebiet Ramsau zeigt, daß beide am Tag gemieden werden. Da diese Flächen innerhalb des Streusiedlungsbereichs liegen, war dies zu erwarten. In der Nacht hingegen werden nur die Buckelwiesen unterproportional zu ihrem Vorkommen genutzt, Wiesen und Weiden dagegen deutlich bevorzugt aufgesucht: ein Hinweis auf ein unterschiedliches Nahrungsangebot dieser beiden Landschaftstypen.\*

Die festgestellten Größen der Homeranges hängen eng zusammen mit dem relativen Flächenanteil nachts bevorzugt aufgesuchter Flächen. Je größer dieser war, um so kleiner erwiesen sich die Homeranges. Große Homeranges hatten dagegen einen relativ geringeren Anteil solcher nachts präferierter Landschaftsstrukturen. Für die tagsüber bevorzugten Teilräume ließ sich eine entsprechende Wechselbeziehung nicht feststellen. Dies deutet bei den nachtaktiven Füchsen darauf hin, daß die Größe eines Homeranges in erster Linie von den nächtlichen Aktivitäten, d.h. von den verfügbaren Nahrungsressourcen und somit von der landschaftlichen Vielfalt eines Gebietes bestimmt wird.

Ables (1973) stellte in Wisconsin an Füchsen fest, daß ein Lebensraum umso kleiner sei, je größer seine ökologische Diversität und je reicher das Nahrungsangebot ist. Broekhuizen (1983) beschrieb am Steinnarder (*Martes foina*) ebenfalls eine umgekehrte Beziehung zwischen der Habitatqualität und der Größe eines Homeranges.

Erst unter diesem Aspekt gewinnen die gemessenen Homerangegrößen, die für sich selbst betrachtet nur eine geringe Aussagekraft haben (Sanderson, 1966), eine biologisch-ökologische Relevanz. Die Homerange-Berechnungen für Füchse variieren in der Literatur je nach Gebiet sehr stark. Boitani et al. (1984) haben für 5 adulte Füchse Homeranges zwischen 107 und 465 ha in einem alpinen Lebensraum angegeben. Harris (1980) beschreibt in einem Stadtgebiet von Bristol für 7 adulte Tiere Größen zwischen 26 und 78 ha. Maurel (1980) kommt in einem Waldgebiet für 3 adulte Füchse auf Flächen von 464 bis 600 ha. Hersteinson & Macdonald (1982) geben für 7 Füchse Homeranges zwischen 19 und 72 ha in der Grafschaft Oxford an. Insgesamt reichen die Literaturangaben von 10 bis 5000 Hektar (Macdonald & Newdick, 1983; Voigt & Macdonald, 1984; Macdonald, 1987).

Die in dieser Untersuchung beschriebenen Homerange-Größen zwischen 50 und 300 Hektar lassen sich in der großen Spanne der Literaturangaben im unteren Bereich ansiedeln. Entsprechend der von vielen Autoren gemachten Feststellung, daß die Größe der Homeranges in einem umgekehrten Verhältnis zur Habitatqualität steht, kann die Diversität des Lebensraumes und damit das Nahrungsangebot für Füchse in den untersuchten Gebieten als relativ gut angesehen werden. Lloyd & Englund (1973) fanden

\* Kleinsäuger-Fangergebnisse aus dem Jahr 1988 unterstützen diese Hypothese (Hugo & Tempel-Thederan, mündl. Mittlg.)

die höchsten Fuchsdichten in Gebieten mit einer entsprechend hohen Habitatdiversität. Da die Tragfähigkeit eines Gebietes sowohl mit der Diversität als auch mit der Größe der Home ranges korreliert, lassen die Befunde dieser Untersuchung eine relativ hohe Fuchsdichte in den Untersuchungsgebieten vermuten.

### 3. Potentialkarten

Die kartographische Darstellung potentiell genutzter bzw. bevorzugt genutzter Landschaftsstrukturen gibt einen Überblick über die tageszeitspezifische Verbreitung des Rotfuchses im Alpenpark Berchtesgaden. Da die den Darstellungen zugrunde liegenden Rechenvorschriften auf Datenerhebungen in den 3 Untersuchungsgebieten beruhen, stellen diese Karten „hochgerechnete“ potentielle Verhältnisse dar.

In den Potentialkarten (Abb. 18 und 19) wurden die Ergebnisse zum Raumnutzungsverhalten in den bei-

den Testgebieten Ramsau und Hirschbichtal auf den gesamten Ramsauer Talkessel übertragen, wobei eine Höhenbegrenzung von 1200 Meter ü. NN. berücksichtigt wurde. In den Potentialkarten (Abb. 20 und 21) wurden die Ergebnisse aller drei Testgebiete auf den gesamten Alpenpark ohne Höhenbegrenzung extrapoliert. Die Ergebniskarten sind in der Form zu interpretieren, daß auf den „weißen Flächen“ der Fuchs zwar vorkommen kann – der Schwerpunkt der Verbreitung im Gebiet jedoch auf den angefärbten Flächen erwartet werden muß.

Potentialkarten dienen dazu, analysierte Verhältnisse aus Testflächen auf größere, nicht untersuchte Gebiete zu übertragen. Dieser Übertragbarkeit sind Grenzen gesetzt, die von der untersuchten Tierart, der Datenerhebung und vom Landschaftscharakter des Gebietes, in das die bekannten Daten hineinprojiziert werden sollen, abhängen. Die Ergebnisse sind durch Freilandarbeiten sowie durch Prüfung der Potentialkarte selbst nach logischen Gesichtspunkten zu verifizieren.

## Teil 2: Migration

### Einleitung

Der Begriff Migration ist nach Schaefer & Tischler (1983) als "regelmäßige jahreszeitliche oder durch die Fortpflanzung bedingte Wanderung bei Tieren, der später wieder eine Rückkehr folgt", definiert. Mit dieser Definition assoziiert man beispielsweise das Wanderverhalten von Zugvögeln, anadromen oder katadromen Fischen, das der Karibus Nordamerikas oder jenes der großen Huftierherden Ostafrikas.

Jensen (1973) und Tullar & Berchielli (1980), die das Wanderverhalten von Füchsen beschreiben, benutzen den Begriff *movement*, Storm et al. (1976) gebrauchen im gleichen Sinne das Wort *dispersal*. Um Mißverständnisse zu vermeiden, soll in dieser Arbeit der Begriff *Migration* das langfristige bzw. endgültige Verlassen eines bisher innegehabten Lebensraumes bezeichnen.

Während der Verbreitung einzelner Individuen einer Art innerhalb eines Verbreitungsgebietes eine populationsökologische Bedeutung zukommt, führt die Migration zu einer räumlichen Ausdehnung der Population – ein zoogeographisches Konzept (Udvardy, 1969). Für die Verbreitung der Tollwut ist dieses Migrationsverhalten des Fuchses von besonderer Bedeutung (Anderegg, 1981; Zimen, 1984). Unter diesem Aspekt sind Zeitpunkt, Richtung und Entfernungen von Fuchswanderungen von besonderem Interesse. Die möglichst genaue Beurteilung einer Ausdehnung der Tollwut, besonders im Alpenrandbereich, setzt u.a. die Kenntnis dieser Parameter voraus.

### Material und Methoden

In der Zeit von Juni 1982 bis Mai 1986 wurden im Alpenpark Berchtesgaden 24 Füchse mit Radiosendern markiert, um deren Raumnutzungsverhalten zu untersuchen. Methodische Einzelheiten zu Fang, Telemetrie-Ausrüstung und Radiotracking sind in Teil 1 beschrieben.

Während des Untersuchungszeitraumes wurde nur bei Rüden ein Migrationsverhalten beobachtet (4 subadulte, 1 adulte). Drei weitere Rüden (1 subadulte, 2 adulte) unternahmen gelegentliche Ausflüge aus ihrem "Wohngebiet", in das sie nach 1 – 3 Tagen wieder zurückkehrten. Fähen unternahmen weder kurzfristige Ausflüge, noch waren Abwanderungen zu beobachten, mit Ausnahme einer subadulten Fähe im Untersuchungsgebiet Jenner, die im Frühjahr ca. 2 Kilometer von ihrem letztjährigen Sommergebiet von einem Jäger beobachtet wurde. Ihr Sender war bereits im vorangegangenen Winter ausgefallen.

Mit Hilfe der Radio-Telemetrie konnten die Standorte abwandernder oder abgewanderter Tiere aufgefunden

werden. Bei ihren Wanderungen wurde den Füchsen mit dem Pkw gefolgt. In Ausnahmefällen war ihr Auffinden nur vom Flugzeug aus möglich.

### Ergebnisse

#### 1. Zeitpunkt der Wanderungen

Die subadulten Rüden verließen ihr Sommerwohngebiet nicht vor Anfang September. Der späteste Zeitpunkt der Abwanderung war Mitte Dezember im Gebiet Jenner. Wesentlich früher lag die beobachtete Abwanderung des adulten Rüden. Er verließ sein Homerange bereits in der zweiten Junihälfte.

Bei einem weiteren subadulten Rüden war der Telemetrie-Kontakt ab November durch Senderausfall unterbrochen; bis dahin hatte er sein altes Gebiet noch nicht verlassen. Ebenso ungeklärt blieb das Wanderverhalten eines juvenilen Rüden, der ebenfalls wegen Ausfall des Senders ab Anfang August nicht mehr zu orten war.

#### 2. Länge und Richtung der Wanderungen

Die Entfernungen vom ursprünglichen Homerange betragen 3 bis 16 Kilometer Luftlinie. Die 4 subadulten Rüden wanderten in nördliche Richtung, der adulte Rüde nach Westen. Dabei verließen alle 5 Tiere den Nationalpark, bzw. entfernten sich von dessen Grenzen. Dies war mit einem Abwandern in tiefer gelegene Gebiete verbunden (Tab. 11, Abb. 22 und 23).

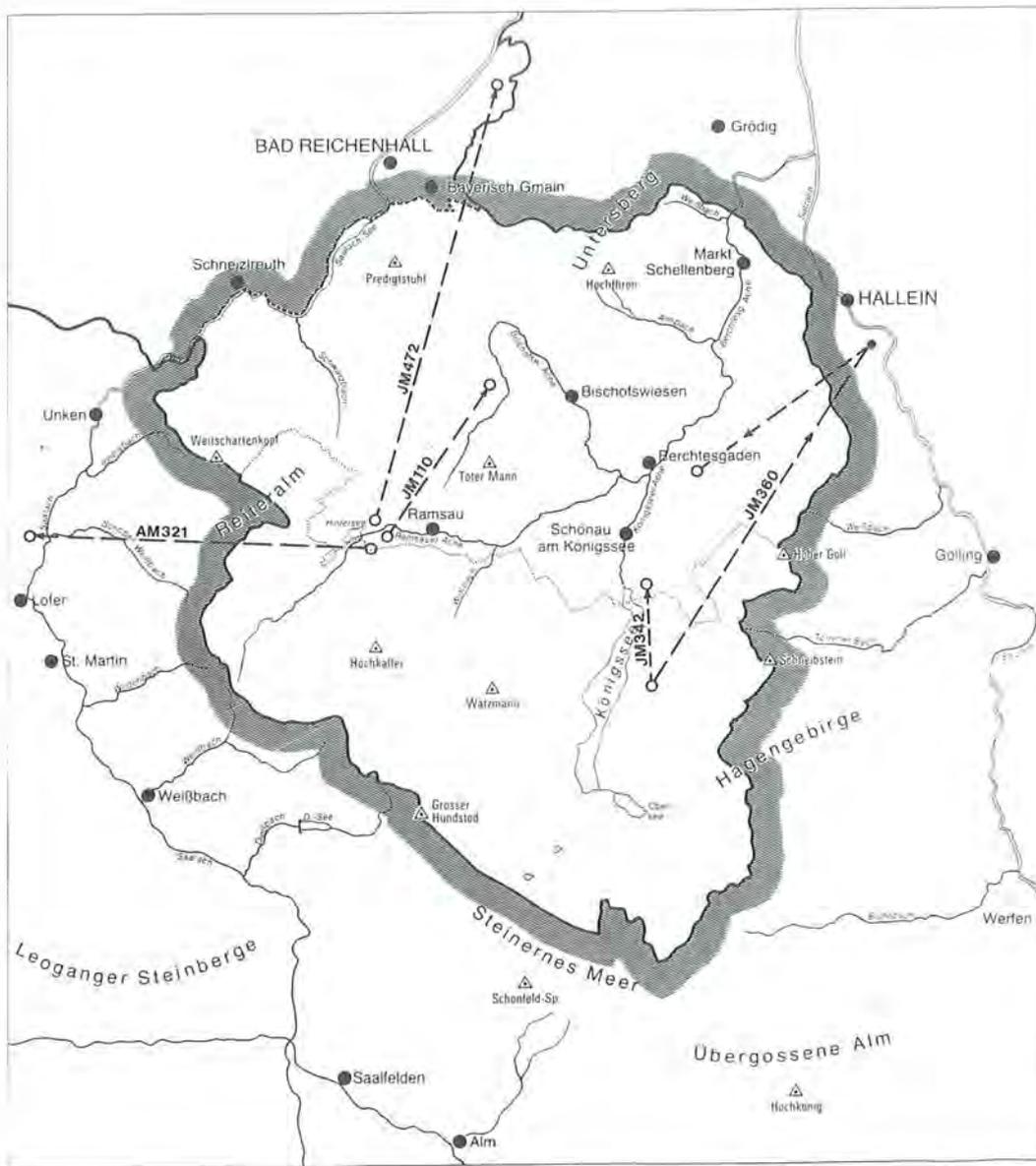
Tab. 11: Abwanderungsdaten der 5 Rüden.

| Fuchs Nr. | Gebiet | Entfernung max. Km | Wanderung ca. Km | Höhen-diff. M. | Beginn der Wanderung |
|-----------|--------|--------------------|------------------|----------------|----------------------|
| 342       | Jenner | 3                  | 4                | 1200→600       | Dezember             |
| 110       | Ramsau | 7                  | 8                | 800→800        | September            |
| 360       | Jenner | 15                 | 75               | 1200→500       | Oktober              |
| 472       | Ramsau | 16                 | 23               | 800→500        | Oktober              |
| 321       | Ramsau | 14                 | 21               | 800→600        | Juni                 |

Die bei den Wanderungen tatsächlich zurückgelegten Entfernungen waren z.T. um ein Vielfaches größer als die Luftlinienmessungen, da Gebirgsstöcke von den Tieren umgangen werden mußten und auch kleinräumig nicht von einem absolut geradlinigen Kurs ausgegangen werden kann.

#### 3. Individuelle Wanderungen

Der plötzliche Ausfall eines Sendersignals konnte zwei Gründe haben. Entweder war der Sender defekt oder das Tier hatte sich binnen kurzer Zeit sehr weit von seinem ursprünglichen Homerange oder Fanggebiet entfernt. War letzteres der Fall, so konnte der neue Standort des Fuchses durch Absuchen der weiteren Umgebung mit dem Pkw oder Flugzeug gefunden werden. Zwei Füchse wurden bei ihrer Abwanderung in – bzw. nach der ersten Nacht wiedergefunden. Bei zwei weiteren führte die Suche nach acht Ta-



**Abb. 22:**  
Richtung und Entfernung  
von Fuchswanderungen  
im Alpenpark Berchtesgaden  
(AM = adult männlich,  
JM = juvenil männlich).

gen zum Erfolg. Ein Fuchs wechselte während einer 3-wöchigen Datenerhebungspause in ein neues Gebiet.

Die Abb. 23 zeigt einzelne Standorte abwandernder Füchse, auf deren Grundlage und unter Berücksichtigung der topographischen Gegebenheiten die individuellen Wanderrouten nachvollzogen und die zurückgelegten Entfernungen gemessen wurden:

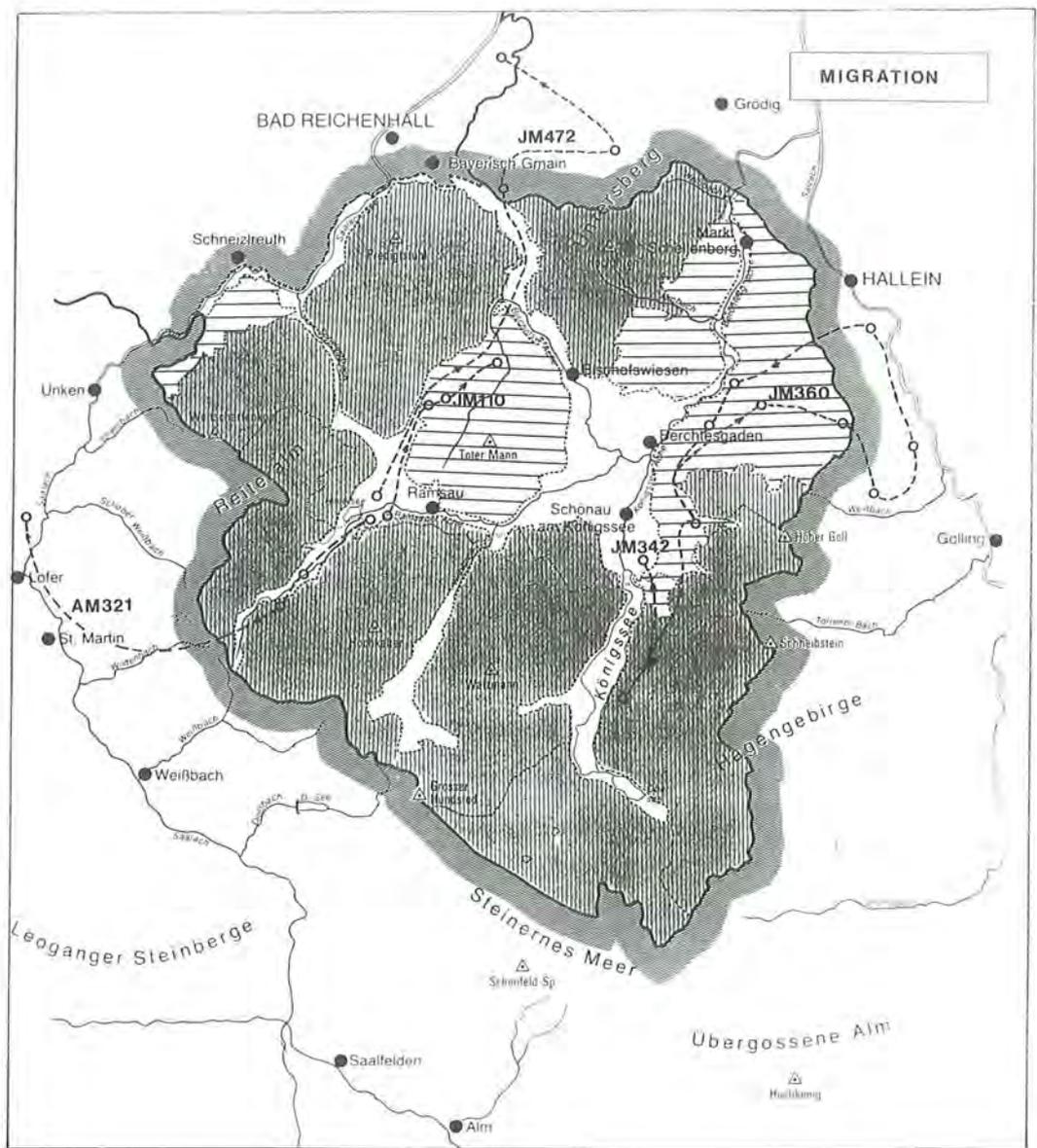
Das Wanderverhalten des subadulten Rüden 360 ist durch 54 Standortsbestimmungen, die sowohl tags als auch nachts durchgeführt wurden, gut dokumentiert (Abb. 23). Während seiner 15-tägigen Wanderung, die am 8. Oktober 1982 begann, wanderte dieser Fuchs mindestens 75 Kilometer und durchquerte im Höhengradienten ca. 3500 Höhenmeter. Die weitesten Strecken legte er in den ersten drei Nächten zurück, in denen er jeweils neue Gebiete aufsuchte. Danach wechselten stationäre und aktive Phasen einander ab. Der Fuchs blieb höchstens 2 Tage im selben Gebiet. In der 5. Nacht kam er in jenes Gebiet zurück, das er bereits nach der ersten Nacht seiner Wanderung aufgesucht hatte. Am 11. Tag wurde er wieder in seinem ehemaligen Home-range geortet. Dieses verließ er endgültig nach 2 Tagen und kehrte

innerhalb von 2 Nächten zu dem Gebiet zurück, in dem er sich am 4. und 8. Tag seiner Wanderung bereits aufgehalten hatte. Hier durchquerte er – 4 Wochen lang radiotelemetrisch beobachtet – großräumig das Gebiet, ehe Ende November der Funkkontakt durch Senderausfall vorzeitig abbrach. Am 27. Februar des folgenden Jahres wurde der Rüde 5 Kilometer von der letzten Ortung entfernt von einem Jäger erlegt. Bereits in der 1. Nacht seiner Wanderung hatte der Fuchs den Gebirgsstock zwischen Kehlstein und Hohem Göll erreicht, den er in der 2. Nacht umlief. In der dritten Nacht stieß er bei Kuchl auf die Autobahn Salzburg-Villach und den Fluß Salzach. Diese Barriere wurde nicht überquert und führte zu einer Änderung der Wanderrichtung: auf einer Strecke von ca. 5 Kilometer lief der Fuchs am Flußufer entlang Richtung Norden, ehe er nach Westen in ehemals bekanntes Gebiet zurückkehrte.

Der Fuchs 110 wurde am 3. September 1984 gefangen. Zehn Tage später, am 13. 9. verließ er dieses Gebiet und wanderte in der ersten Nacht 4 Kilometer in Richtung Norden. Danach ging der Funkkontakt für 7 Tage verloren. Am 22. 9. wurde der Fuchs acht Kilometer entfernt in seinem neuen Lebensraum wiedergefunden, in dem er bis Mitte Januar beobachtet wer-

## Naturräumliche Untereinheiten

-  Becken und Täler
-  Mittelgebirge
-  Hochgebirgsstöcke
-  Grenze des Alpenparks
-  Nationalparkgrenze
-  Landesgrenze



**Abb. 23:**  
Individuelle Wanderstrecken  
der 5 Füchse (vergl. Abb. 22).

den konnte. Es kann angenommen werden, daß der Fuchs bereits in der 2. Nacht seiner Wanderung seinen neuen Lebensraum erreicht hatte (Abb. 23).

Die letzte Funkortung des subadulten Rüden 472 in seinem alten Homerange erfolgte am 11. 10. 1984. In den folgenden Tagen konnten in der näheren Umgebung keine Signale empfangen werden. Acht Tage später wurde der Fuchs ca. 13 Kilometer entfernt vor der Stadt Bad Reichenhall wiedergefunden. Er durchstreifte in den folgenden 5 Tagen großräumig das Gebiet zwischen Untersberg und Bad Reichenhall. Am 24. 10. kam der Fuchs in einem Fangeisen bei Marzoll ums Leben (Abb. 23). Bei seiner mindestens 23 Kilometer weiten Wanderung nutzte der Fuchs die Talbereiche zwischen den Gebirgsstöcken Lattengebirge und Untersberg. Bei Bayerisch- und Großgmain hielt er sich eine Nacht lang in dichter besiedeltem Gebiet auf.

Der adulte Rüde 321 hatte sein ursprüngliches Homerange im Ramsauer Talkessel. Dort wurde er am 10. 06. 1984 das letzte Mal geortet. In den folgenden Tagen hielt er sich bis zum 27. 06. im südwestlich angrenzenden Hirschbichlital auf, wo er einen Tag spä-

ter verschwunden war. Etwa drei Monate danach, am 11. 10. wurde er bei einer Flugzeugsuche in der Nähe von Lofer lokalisiert. Bei der anschließenden Nachsuche am Boden wurde der Sender ohne Fuchs in einem Heustadl gefunden. Der Fuchs war dort bereits Anfang Juli von einem Jäger erlegt worden. Der Rüde hatte sich binnen höchstens 3 Wochen 21 Kilometer von seinem ehemaligen Homerange entfernt (Abb. 23). Auf seiner Wanderung überquerte der Fuchs den 1150 Meter hohen Hirschbichlpaß und mindestens einmal den Fluß Saalach.

Der subadulte Rüde 342 hatte während des Sommers sein Homerange auf den Plateaulagen des Untersuchungsgebietes Jenner. Am 16. Dez. 1984 wurde er dort das letzte Mal beobachtet. Anfang Januar erfolgte der erste Nachweis in seinem ca. 4 Kilometer entfernt gelegenen neuen Gebiet im Talbereich des Dorfes Königssee. Der Fuchs hatte mit beginnendem Winter (Schneefall) sein Homerange von den höher gelegenen Bereichen ca. 500 Meter tiefer ins Tal verlegt. Dort blieb er über den ganzen Winter. Im Frühjahr kehrte der Rüde in die Nähe seines alten Gebietes zurück (Abb. 23).

## Diskussion

Aus dem Alpenraum liegen bisher keine Untersuchungen zum Wanderverhalten von Füchsen vor. In Dänemark und den USA sind im Flachland eingehende Arbeiten zu diesem Thema durchgeführt worden: Phillips et al. (1972) haben 899 Jung- und 27 Altfüchse mit Ohrmarken markiert. Mit der gleichen Methode hat Jensen (1973) 460 juvenile und 16 adulte, Tullar & Berchielli (1980) 551 bzw. 85 Füchse markiert. Für die Beurteilung des Wanderverhaltens haben diese Autoren die „capture-mark-recapture-Methode“ angewandt. Storm et al. (1976) haben in Illinois (USA) 19 juvenile, 46 subadulte und 7 adulte Füchse mit Radiosendern markiert und auch während der Wanderung telemetrisch verfolgt.

### 1. Auslösende Faktoren für die Wanderung

In der vorliegenden Untersuchung wurde Wanderverhalten nur bei Rüden festgestellt. Die 4 subadulten Tiere begannen ihre Wanderung nicht vor September; der adulte Rüde verließ sein Homerange bereits im Juni. Während männliche Tiere gelegentlich auch 1 – 3 Tage währende Ausflüge unternahmen, war bei den Fähen nur in einem Fall ein Verlassen des Homeranges registriert worden. Philipps et al. (1972), Jensen (1973), Storm et al. (1976) und Tullar & Berchielli (1980) beschreiben für beide Geschlechter ein Migrationsverhalten, allerdings bei weiblichen Füchsen in einer deutlich weniger stark ausgeprägten Form: der Prozentsatz abwandernder Fähen war geringer als der bei Rüden, die auch wesentlich weiter abwanderten, und der Zeitpunkt der Abwanderung lag bei weiblichen Tieren später. Das deutlich unterschiedliche Migrationsverhalten von Fähen und Rüden diskutiert Macdonald (1987) als eine mögliche Strategie zur Vermeidung von Inzucht.

Die Tatsache, daß das Migrationsverhalten bei Füchsen geschlechtsspezifisch unterschiedlich ist, läßt die Vermutung zu, daß dieses Verhalten, insbesondere die Initialisierung, hormonell gesteuert wird. Bezüglich der Ursachen, die einen Fuchs zum Abwandern aus seinem Homerange veranlassen, diskutieren Storm et al. (1976) unterschiedliche Hypothesen:

1. Die beginnende Geschlechtsreife.
2. Aggressives Verhalten der Eltern gegenüber den Jungtieren.
3. Verschlechterung des Nahrungsangebotes.

1. Um die Bedeutung des physiologischen Status' der Geschlechtsreife zu untersuchen, kastrierte Storm jeweils einen Teil eines gefangenen Wurfes – insgesamt 54 Rüden – und verglich deren Wanderverhalten mit dem einer Kontrollgruppe. Die Ergebnisse waren zwar statistisch signifikant bezüglich der zu stützenden Hypothese, daß eine veränderte Testikularaktivität das Wanderverhalten der Rüden beeinflußt. Jedoch wurden 6 der 18 wiedergefangenen, kastrierten Füchse weiter als 32 Kilometer von ihrem Markierungsort entfernt eingefangen. Ein Hinweis, daß die Testikularaktivität

nicht der einzige einflußnehmende Faktor auf das Wanderverhalten ist.

2. Nach Storm's Untersuchungen sprechen drei Gründe gegen die Annahme, daß Jungfüchse von ihren Eltern aus dem gemeinsam bewohnten Gebiet vertrieben werden: a. Die räumlichen Distanzen zwischen den Familienmitgliedern vergrößerten sich während des Sommers und der direkte Kontakt unter ihnen erschien im Herbst minimal. b. Bei der Abwanderung wurden bereits in der ersten Nacht Strecken zurückgelegt, die ein bloßes Ausweichen vor aggressivem elterlichen Verhalten nicht annehmen lassen. c. Die Tatsache, daß auch adulte Füchse mit etabliertem Homerange gelegentlich abwandern.
3. Ebenso konnte Storm das Migrationsverhalten nicht allein aufgrund geringerer Verfügbarkeit der Nahrung erklären. Gerade im Spätsommer und Anfang Herbst war das Angebot an Beutetieren und besonders an Früchten keineswegs gering.

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit stützen auch in ihrem bescheidenen Umfang die Ausführungen Storm's hinsichtlich der Frage nach dem migrationsauslösenden Faktor in dem Sinne, daß keine der gängigen Theorien befriedigende Erklärungen liefern: die beobachteten Abwanderungszeitpunkte der subadulten Rüden variierten zwischen September und Dezember, also um 4 Monate. Eine zu große Zeitspanne, um allein in der Geschlechtsreife einen initialisierenden Faktor sehen zu können. Die zurückgelegten Entfernungen während der ersten Wandernacht führten die Füchse auch in den untersuchten Gebieten weit über die elterlichen Homerange-Grenzen hinaus. Wären die Jungrüden lediglich auf eine Meidung elterlicher Aggression bedacht, wäre ein wesentlich kleinräumigeres Ausweichen zu erwarten gewesen. Außerdem ließe sich das relativ weite Abwandern des adulten Rüden aus seinem etablierten Homerange damit keinesfalls erklären. Die Verfügbarkeit der Nahrung, insbesondere an Früchten, ist im Gebiet Ramsau im Spätsommer keinesfalls schlecht. Der adulte Rüde wanderte hier bereits im Juni aus, während die subadulten Füchse in dem 500 Meter höher gelegenen Gebiet Jenner, dies z.T. erst im Dezember mit beginnendem Schneefall verließen. Im einen Fall ist das Argument der Nahrungsknappheit abzulehnen, im anderen kann eine rapide Verschlechterung der Nahrungssituation als mögliche Erklärung für das Abwandern angenommen werden.

Es herrscht also Verwirrung bei dem Versuch, einen allgemein gültigen, auslösenden Faktor für das Abwandern von Füchsen mit den scheinbar geläufigen Theorien zu erklären.

Der Großteil der Fuchswanderungen fällt in den Herbst. Eine Tatsache, die in allen Publikationen bestätigt wird, und damit in eine Jahreszeit, in der die Gonadenaktivität zunimmt und die Tage kürzer werden (nördl. Hemisphäre). Es erscheint unwahrscheinlich, daß ein einziger abiotischer oder biotischer Faktor solch ein komplexes Verhalten, wie das der Wanderung eines so hoch entwickelten Säugetieres steuert; experimentelle Untersuchungen unter Laborbe-

dingungen würden mehr Einsicht in diese Problematik liefern.

## 2. Entfernung, Richtung, Orientierung

Die Wanderstrecken der Füchse deuten auf ein räumlich gerichtetes Wanderverhalten hin. Alle Tiere haben eine einmal eingeschlagene Richtung unter Umgehung von geographischen Barrieren grob beibehalten. Dabei waren die Richtungen ost-, nord- oder westwärts orientiert; für die untersuchten Testgebiete heißt das, die Wanderungen waren von den mehr montanen und subalpinen hin zu den Alpenvorlandgebieten orientiert. Die mindest zurückgelegten Wegstrecken betragen je nach Fuchs 4 bis 75 Kilometer. Storm et al. (1976) geben maximale Luftlinienentfernungen zwischen 108 und 346 Kilometer an.

In zwei Fällen stießen die Füchse während ihrer Wanderung auf breitere Flüsse. Die ca. 25 Meter breite Saalach (bei Lofer) wurde überquert (Brücke?), während die ca. 50 Meter breite Salzach (bei Hallein) ein deutliches Hindernis für den Fuchs darstellte. Offensichtlich sind Wasserstraßen dieser Breite bereits schwierig zu überwindende Hindernisse für Füchse. Storm et al. (1976) beschreiben in Minnesota 3 Fälle, in denen Füchse breitere Flüsse durchschwammen: unter Ausnutzung von zwei Inseln überquerte ein subadulter Rüde den Mississippi; die längste Schwimmstrecke betrug dabei ca. 80 Meter.

Landstraßen und Bundesstraßen erwiesen sich nicht als Barrieren; sie wurden während der Wanderungen häufig überquert. Die stark befahrene Autobahn bei Kuchl wurde nicht passiert. Dicht besiedelte Gebiete wie Berchtesgaden oder Bad Reichenhall führten ebenfalls zu einer Änderung der Wanderrichtung.

Die gerichtete Art der Wanderung läßt bei Füchsen einen guten Orientierungssinn vermuten. In dem untersuchten Gelände ist auch ein möglicherweise passives Reagieren auf die topographischen Gegebenheiten in dem Sinn anzunehmen, daß die Füchse entlang der Täler bzw. der Berghänge wandern. Die Tatsache, daß ein Fuchs innerhalb von 11 Tagen auf einer ca. 75 Kilometer langen Wegstrecke in vorher unbekanntem Gelände mehrmals wiederholt die glei-

chen Schlafplätze, darunter auch in seinem ursprünglichen Gebiet, aufsuchte, deutet jedoch auf einen sehr gut entwickelten Orientierungssinn hin.

Die Füchse haben sich während ihrer Wanderung von dem Nationalparkgebiet entfernt. Diese Beobachtung stützt die Hypothese von Zimen (pers. Mitteilung), daß im Herbst und im Winter ein Populationsdruck von den höher gelegenen Bereichen des Nationalparks in die Täler des Vorlandes zu erwarten sei. In Anbetracht dieses Phänomens muß auch die Jagdsituation beleuchtet werden. Innerhalb des Nationalparks wird der Fuchs nicht bejagt. Im angrenzenden Vorfeld nimmt während der Wanderzeit der Fuchs der Jagddruck auf diese Tierart erheblich zu. D.h. von den Jägern werden Freiräume geschaffen, die von abwandernden Füchsen aus den höheren Lagen neu besiedelt werden können. Dies führt zu einer Polarisierung der Wanderrichtung im Gesamtgebiet: von den hochgelegenen Gebieten des Nationalparks hinaus in die tiefer liegenden Bereiche des Vorfeldes.

Die jagdliche Situation innerhalb des Alpenparks mit dem unbejagten Nationalparkgebiet und dem sich verstärkenden Jagddruck im Vorfeld während der Wanderzeit sowie die ohnehin vorhandene Wanderrichtung von den Bergen hinaus ins Flachland stehen damit einer möglichen Tollwutausbreitung in den Nationalpark hinein stark entgegen.

Die Fuchspopulation im Nationalpark ist seit nahezu 10 Jahren unbejagt. Es ist davon auszugehen, daß sich in dieser Zeit sozial und territorial stabile Verhältnisse innerhalb der Gesamtpopulation gebildet haben. Die die Populationsdynamik beeinflussenden Faktoren (Emigration, Immigration, Natalität und natürliche Mortalität) führen langfristig zu einem ökologisch dynamischen Gleichgewicht des Fuchsbestandes mit seiner Umwelt. Die Bejagung des Fuchses im Nationalpark würde diese Situation sicher ändern und ein Vordringen der Tollwut in den Nationalpark hinein eher fördern als verhindern.

Die von der WHO im Frühjahr und Herbst 1988 durchgeführte Impfkation (Ausbringung impfstoffmarkierter Köder) muß als einzige adäquate Präventivmaßnahme gegen eine Ausbreitung der Tollwut angesehen werden.

# Teil 3: Lage und Verteilung der Fuchsbaue (Baugebietsstrukturanalyse)

## Einleitung

Bei fast allen Caniden und den meisten anderen Arten der Ordnung Carnivora verbringen die Jungtiere ihre ersten Lebenswochen oder -monate in einem Bau. Die im Vergleich zu anderen Säugetieren relativ unentwickelt geborenen Jungen bedürfen dieses Schutzes (Weber, 1985). Im Gegensatz zum Dachs, dessen Überleben von der Qualität der Baue beeinflusst wird (Bock, 1986), nutzen Füchse die Baue meist nur in den Wochen vor der Ranz und anschließend in den ersten Wochen der Aufzucht ihrer Jungen. Diese Bauanlagen werden entweder von den Füchsen selbst gegraben, oder es werden bereits bestehende Fuchs- oder Dachsbau bezogen. In den höheren Lagen dienen gelegentlich auch Murmeltierbaue als Wohnstatt. In vielen Fällen werden die Baue abwechselnd vom Fuchs und Dachs befahren – in größeren Bauanlagen trifft man auch beide gleichzeitig an (Weber, 1982; Berberich, 1986).

Nach Stubbe (1965), Pfister (1969), Eiberle (1975) und Weber (1982) sind die Landschaftsstrukturen und die Bodenverhältnisse entscheidende Faktoren für die Anlage der Baue. Dies lassen in den untersuchten Gebieten die besonderen, von alpinen Einflüssen geprägten landschaftlichen Gegebenheiten noch verstärkt vermuten. Darüber hinaus ist in einer Landschaft mit hoher Reliefenergie besonders die Bedeutung einzelner Landschaftsparameter (Landschaftstyp, Exposition, Hangneigung und Meereshöhe) differenziert zu untersuchen (Berberich, 1986).

Im folgenden sollen die Lage und Verteilung der Fuchsbaue in Abhängigkeit verschiedener Landschaftsstrukturen dargestellt werden. Ableitbare Gesetzmäßigkeiten dienen einer Beurteilung des potentiellen Bauangebotes in vergleichbaren naturräumlichen Einheiten. Diese ermöglichen einen bewertenden Vergleich mit anderen Untersuchungen im Flachland (Weber, 1982; Roman, 1984). Dadurch wird es möglich, die adaptiven Fähigkeiten des Fuchses auch auf diesem Gebiet qualitativ zu beschreiben.

## Material und Methoden

Der Dachsbestand im Gebiet Ramsau kann aufgrund der Fangergebnisse (s. Teil 1) als hoch angesehen werden. Daher ist zu vermuten, daß viele der Baue ursprünglich nicht vom Fuchs gegraben wurden. Aufgrund von Jägeraussagen und eigenen Überprüfungen konnte für die meisten Dachsbau auch eine Nutzung des Fuchses ermittelt werden. Die folgenden

Ausführungen beziehen sich daher auf Fuchs- und Dachsbau. Für 4 Murmeltierbaue konnte eine gelegentliche Nutzung durch den Fuchs sicher nachgewiesen werden. Diese wurden in die Untersuchung miteinbezogen.

In den 3 Untersuchungsgebieten Ramsau, Hirschbichtal und Jenner wurden zwischen 1982 und 1985 mit Unterstützung der Berufsjäger 104 Baue kartiert (Abb. 24). Unbekannte Bauanlagen wurden mit Hilfe sendermarkierter Tiere oder durch systematisches Absuchen des Geländes gefunden. Als Kartierungsgrundlage dienten photogrammetrische Karten im Maßstab 1 : 10000. Jeder Bau wurde mit seinem Umfeld erfaßt. Folgende Daten der Baue und ihrer Umgebung wurden aufgenommen:

- |                   |                          |
|-------------------|--------------------------|
| 1. Landschaftstyp | 5. Entfernung Wald-Wiese |
| 2. Meereshöhe     | 6. Bautyp                |
| 3. Exposition     | 7. Anzahl der Röhren     |
| 4. Hangneigung    | 8. Geomorphologie        |

Zur Bestimmung des Landschaftstyps wurde das Geographische Informationssystem (GIS) verwendet. Alle Baue wurden digitalisiert und mit einer Karte der zusammengefaßten Landnutzungseinheiten (s. Teil 1) kombiniert ausgewertet.

Um die Bevorzugung bestimmter Wälder für die Bauanlage beurteilen zu können, wurde der Prozentanteil der 4 Hauptwaldtypen Laub-, Misch-, Nadel- und Jungwald, bezogen auf die Gesamtwaldfläche und der Prozentanteil der Baue in diesen Waldtypen miteinander verglichen. Die Gesamtwaldfläche und die Anzahl aller Baue innerhalb von Wald wurde dabei gleich 100 % gesetzt. Als Bewertungsfläche wurde die Waldfläche im Umkreis von 500 Meter um jeden Bau herangezogen (Buffermethode, s. Teil 1). Diese willkürliche Grenzziehung war notwendig, da das Gebiet nach außen hin offen ist, und jede Grenzziehung eine willkürliche gewesen wäre. Der 500-Meter Radius orientiert sich an dem maximalen Abstand der Baue von ca. 1000 Meter zum Waldrand (siehe Tabelle 15).

$$\text{Bauindex} = \frac{\text{Relative Häufigkeit des Waldtyps aller Baue}}{\text{Relativer Flächenanteil des Waldtyps bezogen auf die Waldfläche im Umkreis von 500 Metern um alle Baue}}$$

Bei der Beurteilung der Meereshöhe, der Exposition und der Hangneigung wurden Höhenmesser, Kompaß und Neigungsmesser benutzt. Die Entfernung zum Waldrand wurde im Gelände mit einem Maßband (bis 200 Meter), bei größeren Distanzen auf der 10.000er Karte mit dem Lineal vermessen.

Die Baue wurden in 3 Bautyp-Kategorien eingeteilt: Felsbaue, Erdbaue und Baue unter von Menschen geschaffenen Gebäuden. Die Differenzierung unterschiedlicher geomorphologischer Kriterien wurde vor Ort von einem Geologen durchgeführt.

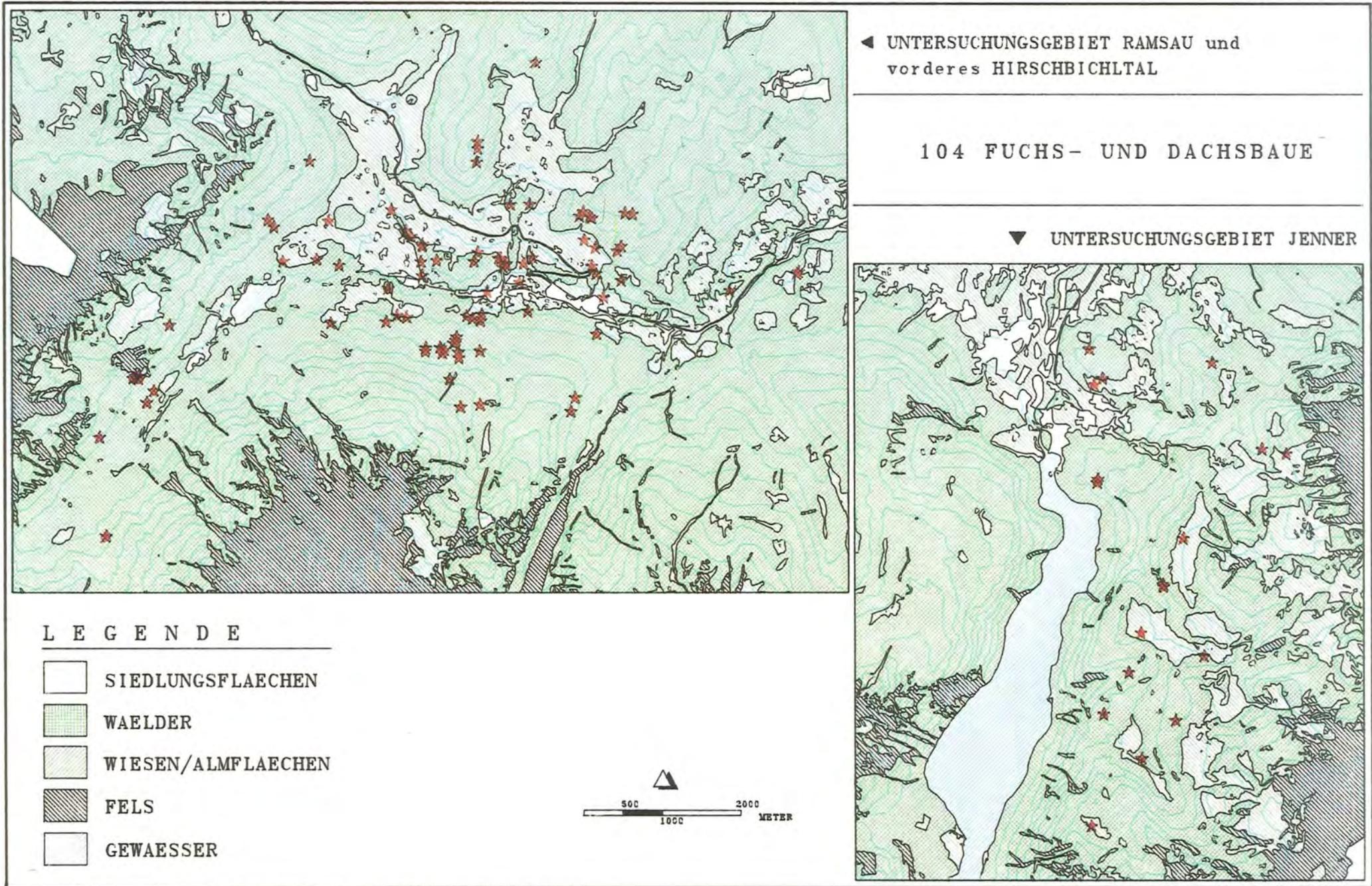


Abb. 24: Räumliche Verteilung der Baue in den 3 Untersuchungsgebieten.

## Ergebnisse

### 1. Bedeutung der Landschaftsparameter für die Auswahl der Baugebiete

Entsprechend der geomorphologischen Struktur der kollinen bis subalpinen Landschaft sind die meisten Bauanlagen des Gebietes Felsbaue (Tab. 12). Die Unterscheidung zwischen Fels- und Erdbau ist etwas willkürlich, da die Röhren bereits nach einer dünnen Erdschicht unter Steinplatten oder Felsblöcke führen können. Eine genaue Bestimmung der geomorphologischen Struktur des Baufeldes erschien daher notwendig (Tab. 13). Als Felsbaue wurden höhlenartig ausgewaschene Talschotterbänke, "Bergsturz-Landschaften", Einzelblöcke und zu Höhlen erweiterte Felsklüfte in Kalksteinwänden bevorzugt. Diese

Tab. 12: Verteilung der Baue nach dem Bautyp. (N = 104)

| Bautyp      | absolut | %    |
|-------------|---------|------|
| Felsbau     | 72      | 69,2 |
| Erdbau      | 23      | 22,1 |
| Haus, Stadl | 9       | 8,7  |

Tab. 13: Häufigkeit der Baue nach verschiedenen geomorphologischen Kriterien (N=104) (Klassifizierung nach Langenscheidt, pers. Mittlg.).

| Geologie/Geomorphologie  | absolut | %    |
|--|---------|------|
| 1. Bergsturz auf Hangschutt oder Talschotter                         | 24      | 23,1 |
| 2. Talschotter verfestigt, z.T. ausgewaschen (quartäre Konglomerate) | 17      | 16,3 |
| 3. Moräne mit Hangschutt oder Talschotter                            | 11      | 10,6 |
| 4. Anstehende Wand (Dachsteinkalk) und Hangschutt                    | 9       | 8,7  |
| 5. Einzelblock auf Moräne  | 8       | 7,7  |
| 6. Felsblöcke aus quartären Konglomeraten                            | 4       | 3,8  |
| 7. Werfener Schichten, gut verwittert                                | 16      | 15,4 |
| 8. Verwitterungsschutt   | 10      | 9,6  |
| 9. Ramsaudolomit, stark verwittert                                   | 2       | 1,9  |
| 10. Tauglbodenschichten  | 1       | 1,0  |
| 11. Keine Angaben  | 2       | 1,9  |

Baue wurden nicht aktiv gegraben, vielmehr wurden natürlich vorkommende Hohlräume im Fels genutzt und diese nach Möglichkeit noch etwas erweitert. Die Erdbaue befanden sich in feinkörnigem Verwitterungsschutt, in den ebenfalls leicht grabbaren, aber wasserzügigen Werfener Schichten sowie in sandig verwittertem Ramsaudolomit.

Die Anzahl der Röhren ist meist gering. 75 % aller im Gebiet kartierten Baue hatten nicht mehr als 3 Röhren (Tab. 14).

Bezüglich der Größe der Baue (Anzahl der Röhren) gab es zwischen Fels- und Erdbaue keinen signifikanten Unterschied. Der größte Bau mit 22 Röhren war in stark verwittertem, feinkörnigem Ramsaudolomit zu finden.

90 der 104 Fuchs- und Dachsbauere waren im Wald angelegt worden. Von den 14 außerhalb der Wälder gelegenen Baue waren 12 in wiesenbegrenzenden Hecken oder Gebüschern, in waldnah gelegenen

Tab. 14: Anzahl der Röhren  $\bar{x} = 2,8$  (N = 104)

| Anzahl der Röhren | absolut | %    | kum. % |
|-------------------|---------|------|--------|
| 1                 | 47      | 45,2 | 45,2   |
| 2                 | 15      | 14,4 | 59,6   |
| 3                 | 16      | 15,4 | 75,0   |
| 4                 | 7       | 6,7  | 81,7   |
| 5                 | 8       | 7,7  | 89,4   |
| 6                 | 5       | 4,8  | 94,2   |
| 7                 | 1       | 1,0  | 95,2   |
| 9                 | 1       | 1,0  | 96,2   |
| 11                | 2       | 1,9  | 98,1   |
| 12                | 1       | 1,0  | 99,1   |
| 22                | 1       | 1,0  | 100,0  |

Baumgruppen oder in bachbegleitender Baum- und Strauchvegetation. Nur 2 Baue lagen völlig untypisch außerhalb jeglicher Deckung: auf einer kleinen Schafweide wenige Meter entfernt von einer häufig frequentierten Straße mitten im Dorf Ramsau – und unter dem Tanzsaal eines Wirtshauses. Für diese beiden Baue konnte nur ein Befahren durch den Dachs nachgewiesen werden. Über 95% der im Wald befindlichen Baue waren nicht weiter als 500 Meter vom Waldrand entfernt. Die Maximaldistanz betrug 1050 Meter. Die Anzahl der Baue nahm mit zunehmender Entfernung vom Waldrand ab (Tab. 15). Die lichten Waldtypen, in besonderem Maße die reinen Laubwälder, wurden gegenüber den geschlossenen bevorzugt (Tab. 16). Der reine Laubwald wurde 2,5 mal häufiger für die Anlage von Bauern ausgewählt als es dem Angebot entsprechen würde. Alle anderen Waldtypen wurden unterproportional zum Angebot gewählt. Die Anzahl der gefundenen Baue in Jungwäldern liegt um den Faktor 2 (p.l. = 0,5) unter dem vorhandenen Angebot dieses Waldtyps. Wegen der geringen Sichtweite und der erschwerten Begehr-

Tab. 15: Entfernung der im Wald gelegenen Baue zum Waldrand (N = 90).

| Entfernung zum Waldrand | absolut | %    | kum. % |
|-------------------------|---------|------|--------|
| 0–100m                  | 42      | 46,7 | 46,7   |
| 101–200m                | 15      | 16,7 | 63,4   |
| 201–300m                | 14      | 15,6 | 79,0   |
| 301–400m                | 5       | 5,6  | 84,6   |
| 401–500m                | 10      | 10,9 | 95,7   |
| >500m                   | 4       | 4,4  | 100,0  |

Tab. 16: Verteilung der Baue in den verschiedenen Landschaftstypen (N = 104). Präferenzindizes für die Waldstandorte (N = 88).

| Landschaftstyp        | absolut | %    | kum. % | Präf.-Index |
|-----------------------|---------|------|--------|-------------|
| Laubwald              | 36      | 34,6 | 34,6   | 2,5         |
| Mischwald             | 7       | 6,7  | 6,7    | 0,6         |
| Aufgel. Bergmischwald | 1       | 1,0  | 7,7    |             |
| Aufgel. Nadelwald     | 9       | 8,7  | 8,7    | 0,8         |
| Nadelwald             | 17      | 16,3 | 25,0   |             |
| Nadelforst            | 12      | 11,6 | 36,6   |             |
| Jungwald              | 6       | 5,8  | 5,8    | 0,5         |
| Kahlschlagfläche      | 2       | 1,9  | 1,9    | 0,5         |
| Baumgruppe            | 3       | 2,9  | 4,8    |             |
| Uferfluren            | 2       | 1,9  | 6,7    |             |
| Wiese/Weide           | 6       | 5,8  | 5,8    | 0,5         |
| Almfläche             | 2       | 1,9  | 7,7    |             |
| Einzelhaus            | 1       | 1,0  | 8,7    |             |

keit ist die Wahrscheinlichkeit des Auffindens von Baue in Jungwäldern eher gering; die tatsächliche Anzahl der Baue daher möglicherweise wesentlich höher.

Die Verteilung der Baue im Höhengradienten ist in Tab.17 dargestellt. 74% lagen unter 1000 Meter ü. NN. Der höchst gelegene Bau wurde auf 1350 Meter ü. NN. gefunden.

Tab. 17: Verteilung der Baue im Höhengradienten (N = 104).

| Meereshöhe über NN. | absolut | %    | kum.% |
|---------------------|---------|------|-------|
| 600– 800            | 37      | 35,6 | 35,6  |
| 801–1000            | 40      | 38,5 | 74,1  |
| 1001–1200           | 18      | 17,3 | 91,4  |
| >1200               | 9       | 8,6  | 100,0 |

Es wurden Baue in ebenem Gelände und noch bei einer Hangneigung von 52 Grad angelegt (Tab. 18). Die mittleren Neigungsstufen zwischen 10 und 40 Grad waren deutlich bevorzugt. Die Verteilung der Baue im Neigungsgradienten korreliert hoch positiv mit der Verteilung der am Tag festgestellten Aufenthaltsorte sendermarkierter Füchse (Tab. 19).

Tab. 18: Verteilung der Baue im Neigungsgradienten (N = 104).

| Code | Hangneigung in Grad | absolut | %    | kum.% |
|------|---------------------|---------|------|-------|
| 1    | 0– 9                | 6       | 5,8  | 5,8   |
| 2    | 10–19               | 15      | 14,4 | 20,2  |
| 3    | 20–29               | 42      | 40,4 | 60,6  |
| 4    | 30–39               | 29      | 27,9 | 88,5  |
| 5    | 40–49               | 11      | 10,5 | 99,0  |
| 6    | >50                 | 1       | 1,0  | 100,0 |

Tab. 19: Vergleich der Raumnutzung am Tag und der Bauverteilung im Neigungsgradienten (in %).

| Hangneigung (Code) | 1   | 2    | 3    | 4    | 5    | 6   |
|--------------------|-----|------|------|------|------|-----|
| Nutzung Ramsau     | 8.0 | 9.8  | 49.7 | 28.7 | 3.9  | 0.0 |
| Nutzung Hibital    | 1.7 | 33.5 | 35.5 | 26.4 | 2.9  | 0.0 |
| Nutzung Jenner     | 4.9 | 41.0 | 37.2 | 16.9 | 0.0  | 0.0 |
| Nutzung $\bar{x}$  | 4.8 | 28.1 | 40.8 | 24.0 | 3.4  | 0.0 |
| Bauverteilung      | 5.8 | 14.4 | 40.4 | 27.9 | 10.5 | 1.0 |

51 % aller Baue waren an südlich exponierten Hängen angelegt (Tab. 20). Ein Vergleich der nord- und südexponierten Bauanlagen bezüglich ihrer Anzahl an Baueingängen zeigt, daß an Südhängen mit höherer Wahrscheinlichkeit größere Baue anzutreffen sind als an Nordhängen (Tab. 21).

Tab. 20: Häufigkeit der Baue nach der Hangexposition (N = 104).

| Hangexposition | absolut | %    | kum.% |
|----------------|---------|------|-------|
| Nordwest       | 3       | 2,9  | 2,9   |
| Nord           | 15      | 14,4 | 17,3  |
| Nordost        | 13      | 12,5 | 29,8  |
| Ost            | 8       | 7,7  | 7,7   |
| Südwest        | 13      | 12,5 | 12,5  |
| Süd            | 21      | 20,2 | 32,7  |
| Südost         | 19      | 18,3 | 51,0  |
| West           | 10      | 9,6  | 9,6   |
| ebenes Gelände | 2       | 1,9  | 1,9   |

Tab. 21: Zusammenhang zwischen Exposition und Größe der Baue ( $\chi^2$ -Quadrat = 4,24;  $P < 0,05$ ;  $N = 84$ ).

|          | 1–3 Röhren | >3 Röhren | Summe |
|----------|------------|-----------|-------|
| Nordhang | 28         | 3         | 31    |
| Südhang  | 36         | 17        | 53    |
| Summe    | 64         | 20        | 84    |

Der tatsächliche Strahlungsgenuß eines Baufeldes wurde nach Enders (1979) unter der Annahme einer wolkenfreien Atmosphäre und unter Berücksichtigung der orographischen Abschattung ermittelt; unberücksichtigt blieb die Abschattung durch Wald. Danach liegen mehr als  $\frac{2}{3}$  aller Baue unter einer solaren Hangbestrahlung von über  $150 \text{ W/m}^2$  (Jahresmittel) und nur etwa  $\frac{1}{3}$  der Baue erhalten einen geringeren Strahlungsgenuß (Tab. 22). Ein Zusammenhang zwischen Sonnenbestrahlung und Größe der Baue ließ sich statistisch nicht signifikant bestätigen.

Tab. 22: Mittlere, solare Hangbestrahlung pro Jahr in  $\text{W/m}^2$  (N = 104).

| Solare Hangbestrahlung pro Jahr in $\text{W/m}^2$ | absolut | %    | kum.% |
|---|---------|------|-------|
| 50–100  | 17      | 16,3 | 16,3  |
| 100–150   | 16      | 15,4 | 31,7  |
| 150–200   | 27      | 26,0 | 57,7  |
| 200–250   | 41      | 39,4 | 97,1  |
| >250  | 3       | 2,9  | 100,0 |

Die einzelnen untersuchten landschaftlichen Faktoren mögen eine gewisse eigenständige Wirkung auf das Präferenzverhalten der Füchse und Dachse bei der Anlage ihrer Baue ausüben. Da sich die einzelnen Komponenten auch gegenseitig beeinflussen, ist ein multifaktorielles Wirken hinsichtlich der Attraktivität der unterschiedlichen Flächen als Bauhabitate und damit eine gezielte, nach Mindestbedürfnissen ausgerichtete Auswahl der Baustandorte zu erwarten. Da die Komplexität des Zusammenwirkens sehr vieler Landschaftsfaktoren schwierig zu verstehen und richtig zu werten ist, wurden im folgenden nur die Besonnungsverhältnisse und die verschiedenen Landschaftstypen berücksichtigt. Zwei Faktoren, die mikroklimatisch von Bedeutung sind.

Lediglich 17 Baue liegen sowohl unter einer solaren Hangbestrahlung von weniger als  $200 \text{ W/m}^2$  als auch in einem geschlossenen Waldtyp (Nadelwälder). Die entsprechend umgekehrte Abfrage führt zu dem Ergebnis, daß 87 Baue entweder unter optimalen Besonnungsverhältnissen oder in lichten Waldtypen (oder außerhalb des Waldes) liegen. Berücksichtigt man zusätzlich die Entfernung der Baue zum Waldrand (bis 120 Meter), ergibt sich ein absolutes Verhältnis von 95 zu 9 zugunsten der kleinklimatisch günstigeren Lage.

## Diskussion

Die verschiedenen Lebensäußerungen von Tieren sind weder wahllos noch gleichmäßig über Raum und Zeit verteilt. Vielmehr zeigen die meisten Tierarten

das Bestreben, zu bestimmten Zeiten an bestimmten Plätzen auch bestimmten Aktivitäten nachzugehen. Dieses von Georgii (1980) postulierte Raumorganisationsverhalten gilt im gleichen Sinne auch für die Nutzung und Anlage von Fuchsbaue. Füchse und Dachse legen ihre Baue weder wahllos noch gleichmäßig in einem gegebenen Raum an und nutzen diese auch nur zu ganz bestimmten Zeiten; Füchse insbesondere während ihrer jährlichen Reproduktionsphase.

Alle Fuchsbaue liegen innerhalb von Wald, Baumgruppen und Gebüsch oder anderen Strukturen, die den nach Ungestörtheit vor dem Menschen ausgerichteten Rückzugsbedürfnissen des Fuchses Rechnung tragen.

Die tiefgründigen und leicht grabbaren Böden liegen fast ausnahmslos in den Talbereichen der Untersuchungsgebiete. Da diese Flächen für die landwirtschaftliche Nutzung weitgehend gerodet wurden, bleiben als potentielle Baugebiete nur die – hinsichtlich der Bodenqualität schlechteren – waldbestockten Berghänge und die vereinzelt Waldinseln in den sonst offenen Talungen. Somit wurden die Möglichkeiten der Bauanlage für den Fuchs durch die menschliche Landnutzung in bestenfalls suboptimale Bereiche zurückgedrängt.

Wo dem Fuchs aufgrund der Bodenverhältnisse und seiner gegenüber dem Dachs eingeschränkten Grabfähigkeit das Anlegen von Bauwerken selbst nicht möglich ist, werden natürliche, schutz bietende Hohlräume unter Felsblöcken oder bereits vorhandene Dachs-, in selteneren Fällen auch Murmeltierbaue genutzt.

Die menschliche Landnutzung und damit die Verteilung der Wälder, die Bodenverhältnisse und die geomorphologischen Gegebenheiten sowie die Präsenz des Dachses und dessen Baue bestimmen im untersuchten Gebiet maßgeblich die Landschaftsteile, die sich für Fuchsbaue eignen.

Felsbaue stellen entsprechend der geologischen und geomorphologischen Situation im Gebiet den häufigsten Bautyp dar. Eine damit in Zusammenhang stehende geringe Anzahl der Röhren pro Bau war zu vermuten, ließ sich statistisch aber nicht sichern.

Am häufigsten wurden Baue entweder in lichten Waldtypen (Laub- oder Mischwälder) oder an allgemein sonnenbegünstigten Standorten angelegt. Die Laubwälder wurden gegenüber allen anderen Waldtypen überproportional bevorzugt. Dies ist vermutlich mit der auch kleinräumig unterschiedlichen Ausaperungssituation im Frühjahr zu erklären: während im April, zur Aufzuchtzeit der Jungen, die nordseitig oder durch Abschattung sonnenungünstig gelegenen Bereiche meist noch schneebedeckt sind, sind die Südlagen schon schneefrei. Da die Laub- und Mischwälder überwiegend auf südexponierten Hanglagen zu finden sind und zu dieser Jahreszeit kein Laub tragen, sind diese Waldtypen (im Gegensatz zu den häufiger

nordexponierten Fichtenstandorten) extrem sonnen durchflutet. Sonnenbegünstigte Lage und die im Frühjahr noch kahlen Laubbäume bedingen in dieser Jahreszeit eine frühzeitig schneefreie und dadurch mikroklimatisch günstigere Situation an diesen Standorten.

Die beobachtete geringe Präferenz (Index: 0,5) gegenüber Jungwäldern ist vermutlich hauptsächlich ein Ausdruck des erschwerten Auffindens der Baue in diesem Waldtyp. Es ist nicht bekannt, ob Baue bei einem Landschaftstypen-Übergang (z.B. Laubwald → Kahlschlag → Jungwald → Nadelwald) zunächst aufgegeben und später wieder erneut genutzt werden.

Die Bauanlagen finden sich meist in der Nähe der Waldränder. Fast alle Baue sind nicht weiter als 500 Meter zur nächsten Wiese, oder im Gebiet Jenner, zur nächsten Almfläche gelegen. Nach Zimen (1981) bieten die waldfreien Gebiete dem Fuchs mehr Nahrung. Daß Füchse nachts überwiegend die Freiflächen (zur Nahrungssuche) aufsuchen, zeigt das tageszeitabhängige Raumnutzungsmuster (Teil 1). Die auch in anderen Untersuchungen festgestellte waldrandnahe Lage der Baue (Eiberle, 1975; Stubbe, 1981; Weber, 1982; Roman, 1984) ist daher in Zusammenhang mit einer möglichst geringen Distanz zur Nahrungsquelle zu sehen. In dem oft steilen Gelände des Untersuchungsgebietes wird dadurch der lokomotorische Energieaufwand minimiert und das Zeitbudget durch kurze Wege zwischen Rückzugs- und Nahrungsgebiet nur wenig belastet. Bei der Aufzucht der Jungen ist letzteres von besonderer Bedeutung.

In allen bekannt gewordenen Arbeiten ist dies der einzig konstante Faktor, gemeinsam mit der Tatsache, daß die Baue überwiegend im Wald oder anderen schutz bietenden Strukturen angelegt werden. Hinsichtlich der mannigfachen Landschaftsstrukturen im Verbreitungsgebiet zeigt der Fuchs auch bei der Auswahl der Baulagen seine weitreichende ökologische Potenz. Vom Flachland bis ins Gebirge werden die unterschiedlichsten Waldtypen ohne zwingende Bevorzugung einer bestimmten Exposition oder Hangneigung genutzt. Eine "Bevorzugung" der steileren Lagen im Bergland (Eiberle, 1975; vorl. Arbeit) ist in Zusammenhang mit der Landnutzung des Menschen zu sehen, der den Fuchs durch Rodung der Täler in die Hanglagen gedrängt hat. Die Ansprüche an die Bodenqualität sind nicht spezifisch. Wo leichtgrabbare Böden fehlen, ist der Fuchs in der Lage, in Dachsbaue oder natürlich vorhandene Hohlräume auszuweichen.

Für die Anlage oder Auswahl der Baugebiete ist allein das Vorkommen von Wald entscheidend. Da der Abstand zum Waldrand ein wesentlicher Faktor ist, bestimmt weniger die vorhandene Waldfläche, als vielmehr die Waldverteilung die Lage und Anzahl der möglichen Fuchsbaue in einem Gebiet. Ein hoher Wald-Feldgrenzindex führt auch nach Eiberle (1975) zu einer Anhäufung von Bauwerken.

# Teil 4: Aktivitätsrhythmik

## Einleitung

Ein wesentlicher Ausdruck der Beziehung von Tieren zu ihrer Umwelt ist neben ihrem räumlichen ihr zeitliches Verhalten (Georgii, 1980). Bedingt durch die Erddrehung und den Erdumlauf ändern sich die Klimaverhältnisse tages- und jahreszeitlich. Diese Klimaperiodizität verursacht eine ständige Veränderung der Lebensbedingungen und eine von Tages- und Jahreszeit abhängige, unterschiedliche Verfügbarkeit einzelner Ressourcen. Die meisten Tierarten haben im Laufe der Evolution Aktivitätsmuster entwickelt, die eine Anpassung an diesen periodischen Wechsel der Umweltbedingungen erkennen lassen. Die biologische Tagesperiodik ist jedoch keine rein passive Reaktion auf die Periodik der Umwelt, sondern beruht auf einer den meisten Organismen angeborenen Systemeigenschaft, die auch beim Fehlen äußerer periodischer Einflüsse zu rhythmischen Lebensäußerungen führt (Aschoff, 1964), die in etwa der Periodik des terrestrischen Tages entsprechen. Halberg (1959) hat dafür den Begriff "circadian" eingeführt. Nach Aschoff (1962) werden Tages- und Jahresrhythmen der Aktivität durch mehrere Komponenten geprägt: durch endogene, im Organismus selbst lokalisierte Anlagen und durch exogene Steuerfaktoren – sogenannte Zeitgeber – welche den Organismus mit den geophysikalischen Periodizitäten der Umwelt synchronisieren (z.B. Licht-Dunkel-Wechsel, Temperatur, zeitlich bedingt unterschiedliches Nahrungsangebot, Störungen) (vergl. Skirnisson, 1986).

Über das Aktivitätsmuster des Fuchses ist bisher nur wenig bekannt. Das vorhandene Literaturmaterial bezieht sich auf Untersuchungen im Flachland (Storm, 1965; Ables, 1969; Hilmer & Tembrock, 1972; Maurel, 1980) und auf Beobachtungen im Gehege (Klenk, 1971; Dallaire, 1973). Eguchi & Nakazono (1980) haben das Aktivitätsmuster von *Vulpes vulpes japonica* beschrieben.

In der vorliegenden Arbeit wird das Aktivitätsmuster freilebender Füchse im Alpenbereich in seinem Jahresverlauf sowie im 24-Stunden-Rhythmus dargestellt. Wegen der im Gebirge jahreszeitlich extrem ausgeprägten Schwankungen hinsichtlich des Klimas und der Verfügbarkeit von Nahrungsressourcen war ein mögliches, von der Jahreszeit abhängiges tägliches Aktivitätsmusters zu prüfen.

Bei der überwiegend automatischen Datenerfassung blieb die „Qualität der Aktivität“ unberücksichtigt: lokomotorische Aktivität und Komfortverhalten wurden undifferenziert als aktives Verhalten registriert.

## Material und Methoden

Die Aktivitätsmessungen wurden an sendermarkierten Füchsen durchgeführt. Art und Funktionsweise

der Telemetriesysteme wurden bereits dargestellt (Teil 1). Die Aktivitätsdaten wurden mit zwei unterschiedlichen Erhebungsmethoden gesammelt:

1. Während der per Hand durchgeführten Ortspeilungen wurde im Protokoll der Aktivitätsstatus der Tiere für jede Messung festgehalten. Ein sich bewegendes Tier verursacht eine ständige Richtungsänderung der Senderantenne. Diese ist als Feldstärkeschwankung des eintreffenden Signals mit der Empfangseinheit (in Micro-Ampere) meßbar. Ein Teil der Sender war mit bewegungsempfindlichen Quecksilberschaltern ausgerüstet. Bei diesen Tieren konnte eine Bewegung zusätzlich durch eine sich ändernde Impulsfrequenz (Signale pro Zeiteinheit) erkannt und gemessen werden.
2. Der weitaus größte Teil der Aktivitätsdaten (ca. 90%) wurde mit 4 automatischen Registrierstationen erhoben. Bestandteile waren ein Empfänger, ein Punktschreiber (Rustrac/BBC) mit drucksensitiver Wachspapierrolle, eine Autobatterie als Stromquelle und ein Zeitgeber, der die Stundenmarkierung auf dem Protokollstreifen steuerte. Dieser Zeitgeber hat sich als notwendig erwiesen, da in vorausgegangenen Testläufen festgestellt wurde, daß die Schreiber im Dauerbetrieb keine kontinuierliche Laufgeschwindigkeit aufwiesen. Dies wurde verschärft durch die Stromversorgung über Batterie. Die gesamte Einheit war in einer tragbaren und wetterfesten Kühlbox untergebracht. Über eine angeschlossene Rundum- oder Richtantenne wurden die Sendersignale empfangen. Die ca. 15kg schwere Anlage mußte den Standortwechseln der Füchse entsprechend stets an neuen, empfangsgünstigen Geländepunkten aufgestellt werden. Die selbsttätige Laufzeit betrug ca. 9 Tage. Es konnten sowohl Feldstärke- als auch Impulsfrequenzschwankungen aufgezeichnet werden. Die Aktivitäts-Protokollstreifen (Aktogramme) wurden viertelstündlich nach überwiegend aktiv oder passiv ausgewertet.

Insgesamt wurden in der Zeit von Juli 1982 bis Juni 1985 41.829 1/4-Stunden-Messungen ausgewertet. Die Daten stammen von 20 juvenilen, subadulten sowie adulten Rüden und Fähen (s. Tab. 5, Teil 1). Da die Verteilung des Datenmaterials in den Alters- und Geschlechtergruppen ungleichmäßig ist und die individuellen Aktivitätsmuster der Füchse untereinander und von Tag zu Tag Abweichungen zeigten, wurden jeweils Mischanalysen über größere Zeiträume hinweg und an mehreren Tieren durchgeführt. Auf die Art der Zusammenfassung wird an entsprechender Stelle hingewiesen.

Klimadaten wurden vom Deutschen Wetterdienst (Klimahauptstation Berchtesgaden), Sonnenauf- und -untergangszeiten von der Wetterdienststelle Salzburg zur Verfügung gestellt. Die Dauer der nautischen Dämmerung (Sonnenstand 12 Grad unter Horizont) wurde für 47 Grad n. Br. angenähert; die Uhrzeiten sind in mitteleuropäischer Zeit (MEZ) angegeben. Für die Auswertungen standen eine IBM-Rechenanlage und das Statistikpaket SPSSx zur Verfügung.

## Ergebnisse und Interpretation

### 1. Tag-, Nacht- und Dämmerungsaktivität im Jahresverlauf

Die Dauer von Tag, Dämmerung und Nacht ändert sich jahreszeitlich. Entsprechend dieser Periodik ändert sich auch das für diese Tageszeiten abgeleistete absolute Aktivitätspensum – und in Summe daraus – die absolute Tagesgesamtaktivität (Abb. 25):

#### Gesamtaktivität:

In den Monaten November bis März beträgt die im Monatsdurchschnitt aktiv verbrachte Zeit zwischen 9 und 10 Stunden pro Tag. Von April bis Oktober wurden dagegen 11 bis 13 Stunden Aktivität pro Tag registriert – mit einer deutlichen Spitze im Juni. Die Amplitude der Gesamtaktivitätsmenge weist somit im Jahresverlauf eine Schwingungsbreite von über 4 Stunden auf (Abb. 25).

#### Tag-, Nacht- und Dämmerungsaktivität:

Während die Absolutwerte der Tages- und Dämmerungsaktivität mit zunehmender Dauer dieser Tagesabschnitte ansteigen, sinkt die Nachtaktivität entsprechend der kürzer werdenden Nächte vom Winter zum Sommer ab und nimmt in der zweiten Jahreshälfte wieder zu. Dieser komplementäre Kurvenverlauf zeigt, daß die Füchse ihr Jahresaktivitätspensum überwiegend nachts ableisten; nur in den Monaten Juni und Juli ist die am Tag aktiv verbrachte Zeit länger als die der Nacht (Abb. 25).

Vergleicht man die drei Aktivitätszyklen mit dem Jahresgang von Tag-, Dämmerungs- und Nachtdauer, so werden drei Charakteristika deutlich:

1. Die jeweils zueinander gehörenden Kurven ändern sich über das ganze Jahr gesehen nicht linear proportional zueinander. Die größte jahreszeitliche Veränderung erfährt die Tagesaktivität, indem

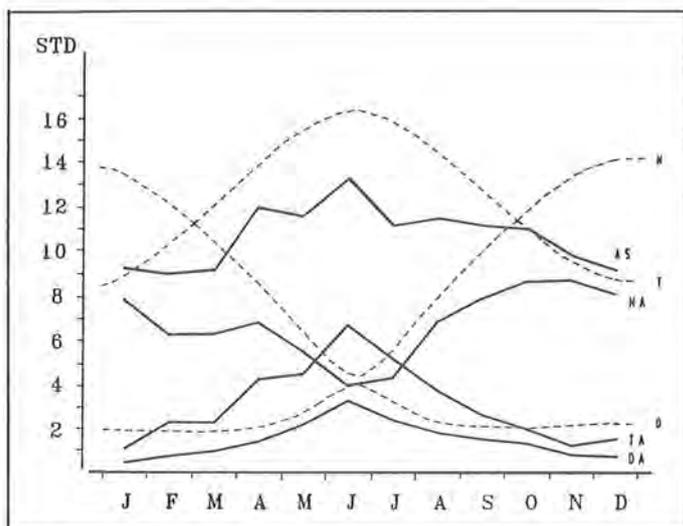


Abb. 25: Verhältnis von Tag- (TA), Dämmerungs- (DA) und Nachtaktivität (NA) zur Dauer von Licht- (T), Dämmerungs- (D) und Nachtzeit (N) und deren jahreszeitliche Veränderung in Stunden. Auf der Abszisse sind die Monate, auf der Ordinate die Dauer in Stunden aufgetragen (AS = Gesamtaktivität).

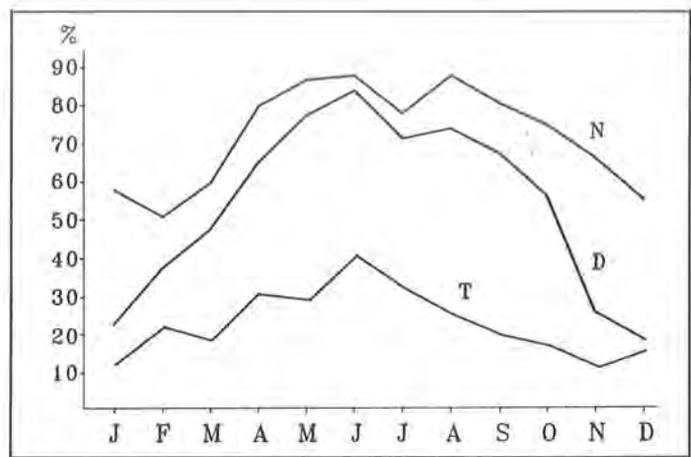


Abb. 26: Relative Aktivität während Tag (T), Nacht (N) und Dämmerung (D) in den einzelnen Monaten.

sie vom Winter zum Sommer von ungefähr einer auf nahezu 6,5 Stunden ansteigt. Die Dämmerungsaktivität steigt in gleicher Richtung von  $\frac{1}{4}$  Stunde auf etwa 3 Stunden an. Umgekehrt ist die Nachtaktivität vor allem im Herbst und Anfang Winter größer als im Sommer. Ihre Extremwerte liegen mit knapp 4 Stunden im Juni und fast 8,5 Stunden im Winter. Damit ist die Schwingungsbreite der Tag- und Nachtaktivität kleiner, die der Dämmerungsaktivität größer als die Amplitude der entsprechenden Tagesabschnitte.

2. Die Aktivitätsverläufe am Tag und in der Nacht verhalten sich annähernd umgekehrt proportional zueinander.
3. Lediglich während der Sommermonate wird die nachts zur Verfügung stehende Zeit nahezu vollständig für aktives Verhalten genutzt.

Das Jahresaktivitätsmuster des Fuchses beruht also nicht allein auf dem im Jahresgang sich ändernden Licht-Dunkel-Verhältnis, sondern hängt zusätzlich noch von anderen, die Aktivität beeinflussenden Faktoren ab.

Die während der Sommermonate vergleichsweise geringe nächtliche Aktivitätsmenge bekommt unter Berücksichtigung der überhaupt zur Verfügung stehenden Zeit einen anderen Stellenwert. Das heißt, daß Füchse mit einem Aktivitätspensum von 4 Stunden in einer fünfständigen Sommernacht relativ aktiver sind als mit einem von 8 Stunden in einer 13 Stunden währenden Winternacht. Deutlicher als die saisonale Zu- und Abnahme der absoluten Aktivitätsmenge beschreiben daher die nach Jahreszeit unterschiedlichen, relativen Aktivitätswerte die den Tagesabschnitten zugehörige Aktivitätsdichte. Der Abb. 26 ist zu entnehmen, daß die Aktivitätsdichte in allen drei Tagesabschnitten vom Winter zum Sommer hin zunehmen und in der zweiten Jahreshälfte entsprechend wieder abnehmen. Das relative Aktivitätsmuster der Füchse korreliert hoch positiv mit der täglichen Sonnenscheindauer. Die Aktivitätsdichte ist das ganze Jahr über in der Nacht höher als während der Dämmerung, und beide liegen deutlich über der des Tages. Betrachtet man nur die Dämmerungs- und Nachtphasen, so wird deutlich, daß die Füchse während des Winters hauptsächlich nacht-, im Sommer

dagegen nacht- und dämmerungsaktiv sind. Der jährliche Aktivitätsverlauf hängt also primär nicht von der Sonnenscheindauer, sondern vielmehr von der komplementär sich verhaltenden Länge der Nacht ab. Mit kürzer werdenden Nächten wird die zur Verfügung stehende Zeit zwischen Sonnenuntergang und Sonnenaufgang immer vollständiger genutzt.

## 2. 24-Stunden-Rhythmus der Aktivität im Jahresverlauf

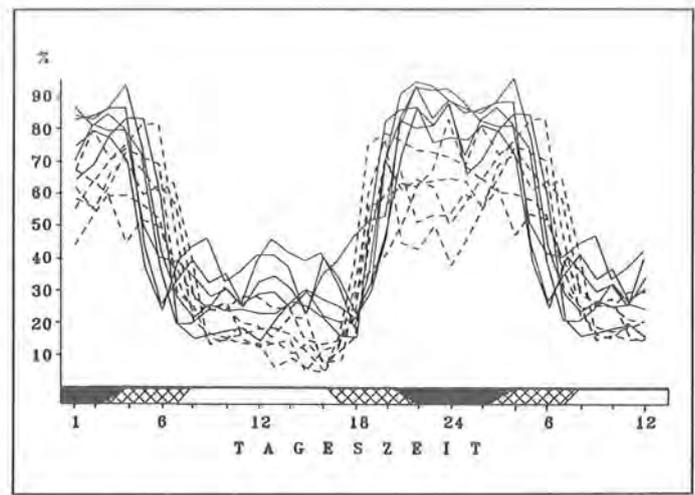
Faßt man die Aktivitätswerte jeder einzelnen Tagesstunde über mehrere Tage (z.B. über einen Monat) zu einem Mittelwert zusammen, so stellt die daraus resultierende Kurve den mittleren Tagesablauf der Aktivität im 24-Stunden-Rhythmus dar. In den Abb. 27 bis 29 ist der tageszeitliche Aktivitätsverlauf, gemittelt jeweils über einen Monat und für alle Füchse, übereinandergezeichnet.

Das tägliche Aktivitätsmuster erfährt im Jahresverlauf ganz bestimmte Veränderungen. Es zeichnet sich jedoch ein immer wiederkehrendes, in der Struktur gleichbleibendes „Grundmuster“ ab: die Aktivitätskurven steigen während der Abenddämmerung steil an, sinken um die Mitternachtszeit etwas ab und erreichen in der 2. Nachthälfte einen weiteren Gipfel, dem ein steiler Abfall in der Morgendämmerung folgt. Am Tag ist ein „Grundrauschen“ der Aktivität zu beobachten, das möglicherweise mehr durch Komfort- als durch lokomotorisches Verhalten hervorgerufen wird. In den späten Nachmittagsstunden erreicht die Aktivität einen Tiefstwert; d.h. gerade in den Stunden vor Beginn der nächsten Aktivitätsphase wird eine intensive Ruhepause eingelegt. Ähnliche Aktivitätsmuster werden für den Fuchs auch von Klenk (1971), Dallaire (1973) und Eguchi & Nakazono (1980) beschrieben.

Der Fuchs ist vorwiegend dämmerungs- und nachtaktiv. Da sich die Länge dieser Tagesabschnitte im Jahresgang deutlich verändert, ist ein daran angepaßtes Aktivitätsmuster zu erwarten. In der Abb. 28 sind die 6 Kurvenverläufe für die Sommermonate (April bis September) denen der in Abb. 29 für die Wintermonate (Oktober bis März) gegenübergestellt. Ihr Tag-Nacht-Rhythmus läßt trotz der Abweichungen voneinander das typische Grundmuster erkennen. Es zeigen sich jedoch besonders in der Höhe der Aktivität wie in der Länge der Aktiv- und Passivphasen deutliche Unterschiede:

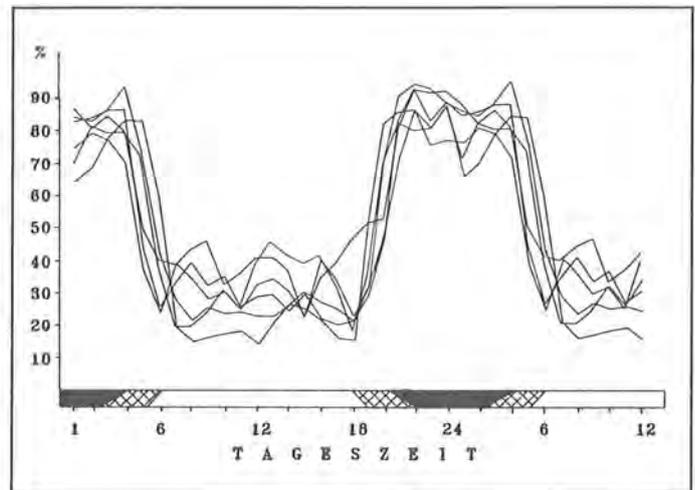
Im Sommer sind die Aktivitätsniveaus sowohl am Tag als auch in den Nachtstunden deutlich höher als während der Wintermonate. Dafür ist die winterliche, nächtliche Aktivitätsphase gegenüber der des Sommers um einige Stunden verlängert. Abb. 30 zeigt dies in zusammengefaßter Form (Mittelwerte der Kurvenscharen von Abb. 28 und 29). An den Wintertagen ist das „Grundrauschen“ der Aktivität gegenüber den Sommertagen ebenfalls reduziert und erfährt in den Nachmittagsstunden zwischen 15 und 17 Uhr ein absolutes Minimum.

Dieser saisonabhängige Tagesgang der Aktivität zeigt sich in modifizierter, prinzipiell aber gleicher

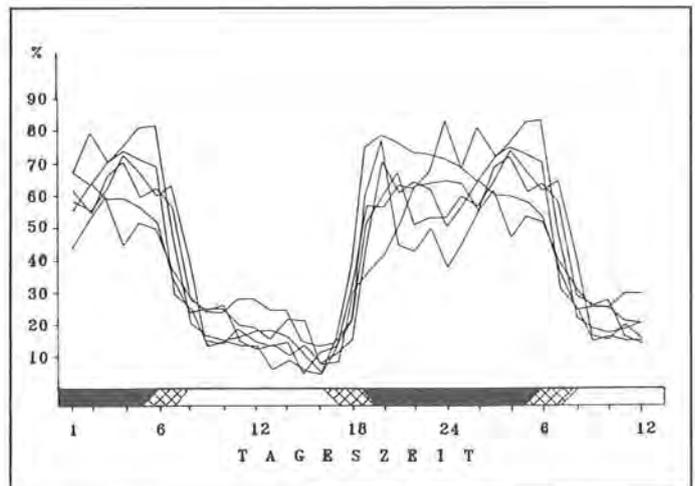


**Abb. 27:** Tageszeitliche Verteilung der relativen Aktivität jeweils für die Monate Januar bis Dezember. Die Markierung an der Abszisse gibt die Dauer von Lichttag (weiß), Nacht (schwarz) und Dämmerung (Abschrägung) sowie deren jahreszeitliche Differenz an (gerastert).

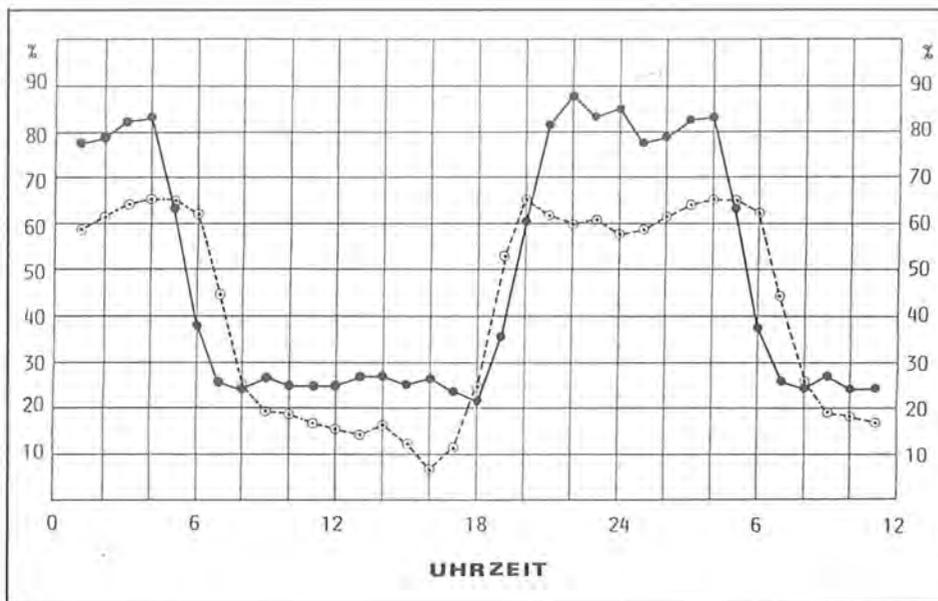
— Sommermonate, ---- Wintermonate



**Abb. 28:** Tageszeitliche Verteilung der relativen Aktivität jeweils für die Monate April bis September. Die Markierung an der Abszisse gibt die Dauer von Lichttag (weiß), Nacht (schwarz) und Dämmerung (Abschrägung) sowie deren jahreszeitliche Differenz an (gerastert).



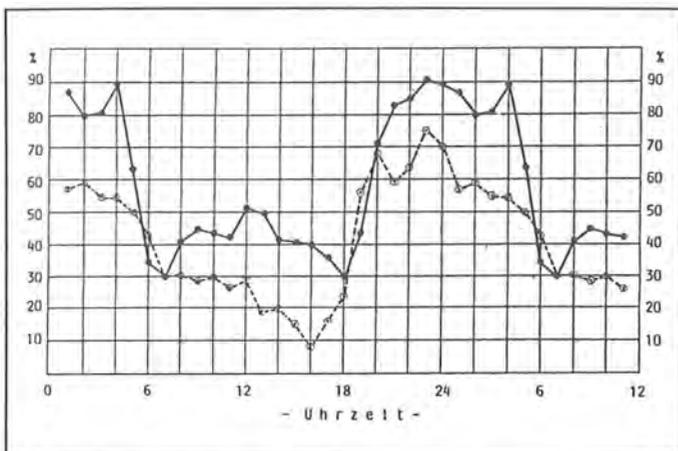
**Abb. 29:** Tageszeitliche Verteilung der relativen Aktivität jeweils für die Monate Oktober bis April. Die Markierung an der Abszisse gibt die Dauer von Lichttag (weiß), Nacht (schwarz) und deren jahreszeitliche Differenz an (gerastert).



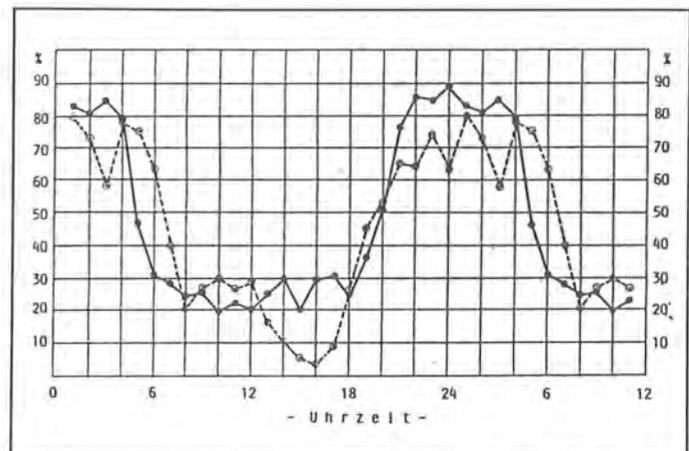
**Abb. 30:**  
Tages-Aktivitätsmuster in %  
aktiv pro Stunde gemittelt  
über alle Füchse  
(— April bis September,  
---- Oktober bis März)  
N = 41,829 Messungen.

Form sowohl bei adulten als auch subadulten Füchsen, unabhängig vom Geschlecht (Abb. 31 bis 34) und wird in einer nach Monaten gesonderten Darstellung besonders deutlich (Abb. 35). Er kann daher als

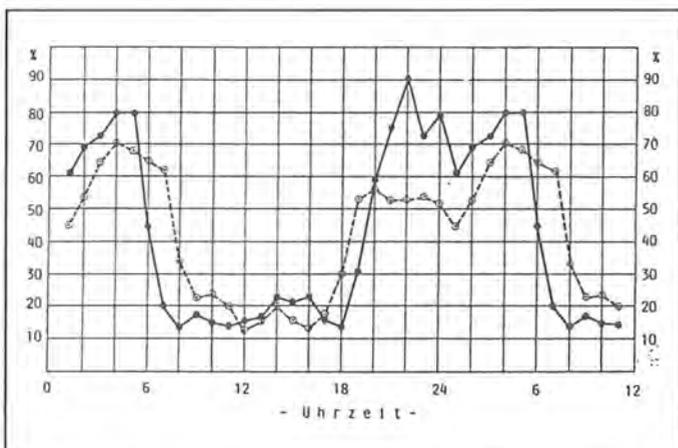
typisches „Grundmuster“ der Aktivität von Füchsen angenommen werden. Fast identisch sind die von Broekhuizen (1983) dargestellten saisonabhängigen Aktivitätsmuster des Steinmarders.



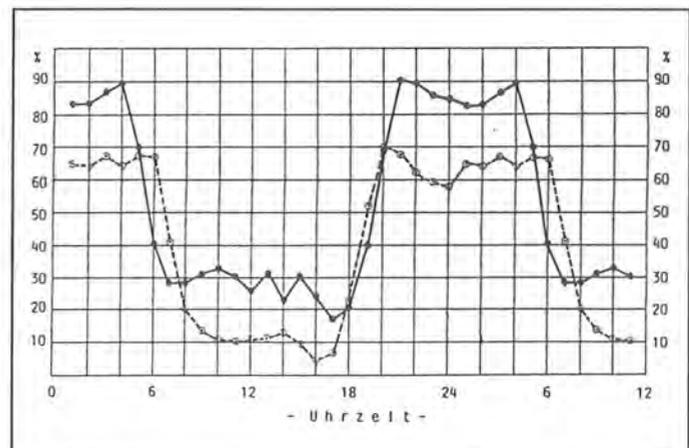
**Abb. 31:** Tages-Aktivitätsmuster in % aktiv pro Stunde für männlich-adulte Füchse (— April bis September, ---- Oktober bis März) N = 6,505 Messungen.



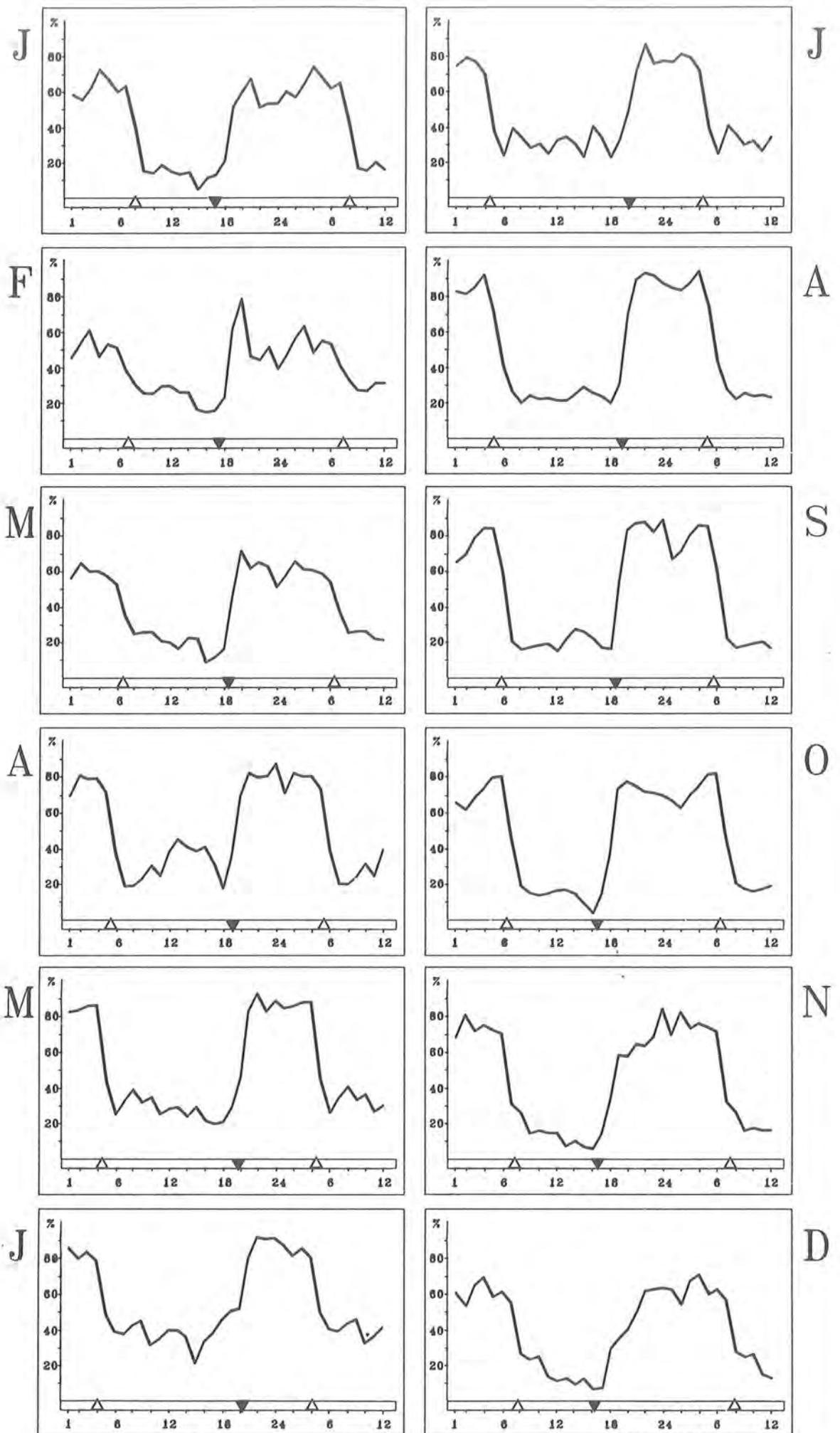
**Abb. 33:** Tages-Aktivitätsmuster in % aktiv pro Stunde für weiblich-adulte Füchse (— April bis September, ---- Oktober bis März) N = 8,851 Messungen.



**Abb. 32:** Tages-Aktivitätsmuster in % aktiv pro Stunde für männlich-subadulte Füchse (— April bis September, ---- Oktober bis März) N = 11,525 Messungen.



**Abb. 34:** Tages-Aktivitätsmuster in % aktiv pro Stunde für weiblich-subadulte Füchse (— April bis September, ---- Oktober bis März) N = 14,948 Messungen.



**Abb. 35:** Tagesaktivitäts-Grundmuster in den einzelnen Monaten. Die Markierungen an der Abszisse geben den Zeitpunkt von Sonnenauf- bzw. Sonnenuntergang für den 15. eines jeweiligen Monats an.

## Diskussion

Die in dieser Untersuchung dargestellten Ergebnisse bestätigen, daß Füchse – zumindest in von Menschen besiedelten Gebieten – vorwiegend dämmerungs- und nachtaktiv sind. Jedoch erfährt die während der einzelnen Tagesabschnitte aktiv verbrachte Zeit, als auch das tägliche „Grundmuster“ der Aktivität, jahreszeitliche Veränderungen, deren ökologische Bedeutung zu hinterfragen notwendig erscheint.

Diese saisonale Veränderung äußert sich besonders deutlich in einer Verringerung der Gesamtaktivität von über 13 Stunden im Sommer auf nur 9 Stunden im Winter. Dies entspricht einer Reduzierung auf 68%. Der größten absoluten Schwingungsbreite unterliegt das am Lichttag abgeleistete Aktivitätspensum. Es reduziert sich von Juni bis November um 5,5 Stunden auf 14%. Die Dämmerungsaktivität nimmt ebenfalls zum Winter hin ab. Komplementär dazu verhält sich die absolute Nachtaktivität. Sie ist im Sommer (Juni) gerade dann am niedrigsten, wenn die Tages-, Dämmerungs- und Gesamtaktivität ihre Maxima erreichen; ihre Schwingungsbreite ist mit 4,5 Stunden um 1 Stunde geringer als die des Tages. Zum Jahresgang der täglichen Gesamtaktivität trägt also vor allem die große Schwingungsbreite der in den Lichtstunden abgeleisteten Aktivität bei.

Im Gegensatz zur absoluten Aktivitätsmenge nimmt die relative Aktivität in allen 3 Tagesabschnitten vom Winter zum Sommer hin zu und fällt in der 2. Jahreshälfte wieder ab. Dabei steigen die beiden Kurven der Nacht- und besonders die der Dämmerungsaktivität im 1. Halbjahr deutlich steiler an, als die Tagesaktivitätskurve. Entsprechendes gilt für das 2. Halbjahr im umgekehrten Sinn. Die Aktivitätskurve sinkt zum Winter hin weniger rasch ab, als sie im Frühjahr zugenommen hat.

Die reduzierte Aktivität im Juli während aller 3 Tagesabschnitte und die verringerte Nachtaktivität im Februar ist möglicherweise mit dem durchschnittlichen Jahrestemperaturverlauf zu erklären. In diese beiden Monate fallen im Untersuchungszeitraum die Jahresextremwerte (monatl. gemittelte Tagesdurchschnittswerte) mit  $-3^{\circ}\text{C}$  im Februar und  $+18^{\circ}\text{C}$  im Juli. Die nach Tag und Nacht differenziert ausgewerteten Temperaturverläufe unterstützen diese Hypothese. Statistisch konnte sie nicht abgesichert werden. Auch Storm (1965) konnte einen Zusammenhang zwischen Aktivität und Temperatur statistisch nicht sichern. Der Nachweis kausaler Zusammenhänge zwischen Aktivität und klimatischen Parametern ist unter Freilandbedingungen besonders schwierig. Auch Gehegebeobachtungen (Klenk, 1971) erbrachten keinen statistisch nachweisbaren Zusammenhang.

Betrachtet man die absolute und relative Aktivität der 3 Tagesabschnitte gemeinsam mit der sich ändernden Länge dieser Tagesintervalle im Jahresverlauf, so wird deutlich, daß die Füchse eine Nutzungsoptimierung anstreben, der allerdings tages- und jahreszeitabhängig unterschiedliche Grenzen gesetzt sind. Zwei bedeutsame Faktoren sind die durch den Men-

schen verursachte Störung und die Notwendigkeit, das gesamte Verhalten an einer zumindest ausgewogenen Energiebilanz zu orientieren:

Während der Sommermonate werden die kurzen Nächte fast vollständig für aktives Verhalten (Nahrungssuche) genutzt. Offensichtlich reicht die zur Verfügung stehende, kurze Zeit nicht aus, die Entfernung zwischen Schlafplatz und Jagdrevier zurückzulegen und in der verbleibenden Zeit noch genügend Nahrung zu finden. Daher wird die Abend- als auch die Morgendämmerung in dieser Jahreszeit besonders intensiv in die Aktivitätsphase miteinbezogen; in geringem Maße auch die frühen Tagesstunden. Der in dieser Jahreszeit geringe Jagddruck und die sehr spät bzw. sehr früh liegende Dämmerung ohne menschliche Störung erlauben dem Fuchs ein solches Verhalten. Zudem sind die Verfügbarkeit der Nahrung und die klimatischen Gegebenheiten im Sommer optimal.

Im Winter dagegen sind die Umstände entsprechend umgekehrt. Die langen Nächte werden nicht in vollem Umfang genutzt. Offensichtlich müssen wegen der besonderen klimatischen Verhältnisse häufiger Ruhepausen eingelegt werden. Die beiden Dämmerungszeiten können wegen der menschlichen Störung kaum genutzt werden. Aus diesen Gründen ist der Ausnutzungsgrad der zur Verfügung stehenden Zeit trotz des hohen absoluten Aktivitätspensums in den Winternächten gering.

Ein an Bedarf und Feindvermeidung orientiertes und den Energiehaushalt berücksichtigendes Verhalten bestimmt den gesamten Jahresablauf der Aktivitätsrhythmik des Fuchses. Diese Hypothese wird durch eine Analyse der Veränderungen des täglichen „Grundmusters“ der Aktivität der Füchse im Jahresverlauf unterstützt:

Das tägliche „Aktivitätsgrundmuster“ bleibt in seiner spezifischen Eigenart das ganze Jahr über grundsätzlich erhalten – es treten jedoch saisonale Abweichungen auf. Im Sommer sind die Aktivitätsniveaus sowohl am Tag als auch in den Nachtstunden deutlich höher als während der Wintermonate. Dafür wird im Winter die nächtliche Aktivitätsphase entsprechend der längeren Nächte um einige Stunden verlängert. Beide Komponenten – die nächtlich verringerte, aber ausgedehnte und die am Tage drastisch reduzierte Aktivität – bedeuten im Winter ein energetisch optimiertes Verhalten; für nachtaktive Landraubsäuger in unseren Breiten ein „Muß“. Anders formuliert: Raubsäuger unserer Breiten mit den kalten Wintern – dafür aber längeren Winternächten – müssen nachtaktiv sein. Das ist energetisch insofern sinnvoll, als nur auf diese Weise das während der Wintermonate, vermutlich durch die tieferen Temperaturen erzwungene, niedrigere Aktivitätsniveau durch eine zeitliche Ausdehnung der Aktivitätsphase zumindest teilweise kompensiert werden kann. Tagaktiv sein würde im Winter dagegen bedeuten, daß gerade in der kalten Jahreszeit die zur Nahrungsbeschaffung verfügbare Zeit deutlich verkürzt würde. Dies wäre energetisch problematisch, zumal die im Winter zur Verfügung

stehenden Nahrungsressourcen reduziert und schwieriger zu erreichen sind; beides erfordert einen größeren Zeitaufwand zur Beschaffung der notwendigen Nahrung.

Mit den längeren Nächten während der kalten Jahreszeit hat die Natur gerade für Raubsäuger in unseren Breiten die evolutive Weiche zu einer überwiegend nächtlichen Aktivität hin gestellt. Die Alternativen wären der Winterschlaf oder die Winterruhe (Tab. 23).

Vergleicht man das Aktivitätsverhalten unserer heimischen Raubsäuger mit deren Ernährungsweise, so deutet sich ein Zusammenhang dieser beiden Variablen an. Die überwiegend karnivor sich ernährenden Raubsäuger sind nachtaktiv. Bär, Waschbär, Dachs und Marderhund, die eine vorwiegend omnivore bis extrem herbivore Ernährungsweise haben, halten im Winter dagegen Winterruhe (Tab.23). Bei den ausschließlich sich karnivor ernährenden Hermelin und Mauswiesel sind bezüglich der Aktivitätsrhythmik der Literatur unterschiedliche Angaben zu entnehmen (Gewalt, 1959; Behnke, 1966; Heptner & Naumov, 1967; Bäumlner, 1973). Beide Musteliden-Arten sind in der Lage, in jeden Mäusebau einzuschlüpfen und sind daher nicht auf bestimmte Aktivitätszeiten ihrer Beutetiere angewiesen. Erlinge (1980) beschreibt für

**Tab. 23: Heimische Raubsäuger – Aktivitätsverhalten und Ernährungsweise.**

| Tierart    | Aktivität   | Ernährungsweise                     |
|------------|---|-------------------------------------|
| Wolf       | Im Sommer wie im Winter überwiegend   | überwiegend karnivor                |
| Luchs      | Winter überwiegend  | bzw. omnivor und z.T. saisonbedingt |
| Fischotter | dämmerungs- und nachtaktiv (Fuchs im Winter nacht-, im Sommer nacht- und dämmerungsaktiv) | auch herbivor                       |
| Wildkatze  | Winter nacht-, im Sommer nacht- und dämmerungsaktiv)                                      |                                     |
| St.Marder  |   |                                     |
| B.Marder   |   |                                     |
| Illtis     |   |                                     |
| Hermelin   | unterschiedliche Angaben (s. Text)  | überwiegend karnivor                |
| Mauswiesel |   |                                     |
| Braunbär   | Im Sommer überwiegend   | karnivor, überwiegend               |
| Waschbär   | dämmerungs- und nachtaktiv. Im Winter Winter-   | omnivor und z.T. extrem herbivor    |
| Dachs      | aktiv. Im Winter Winter-  |                                     |
| Marderhund | ruhe.   |                                     |

das Hermelin eine Tendenz zur winterlichen Nacht- und im Sommer zur Tagaktivität.

Bei der Frage nach den Ursachen der Nachtaktivität spielt sicher auch der Jagddruck durch den Menschen eine entscheidende Rolle. Physiologische Veränderungen (reduzierter Stoffwechsel im Winter) und die Bedeutung der Aktivitätsrhythmen der jeweiligen Beutetiere müssen zur Klärung dieser Frage ebenfalls diskutiert werden.

# Zusammenfassende Diskussion

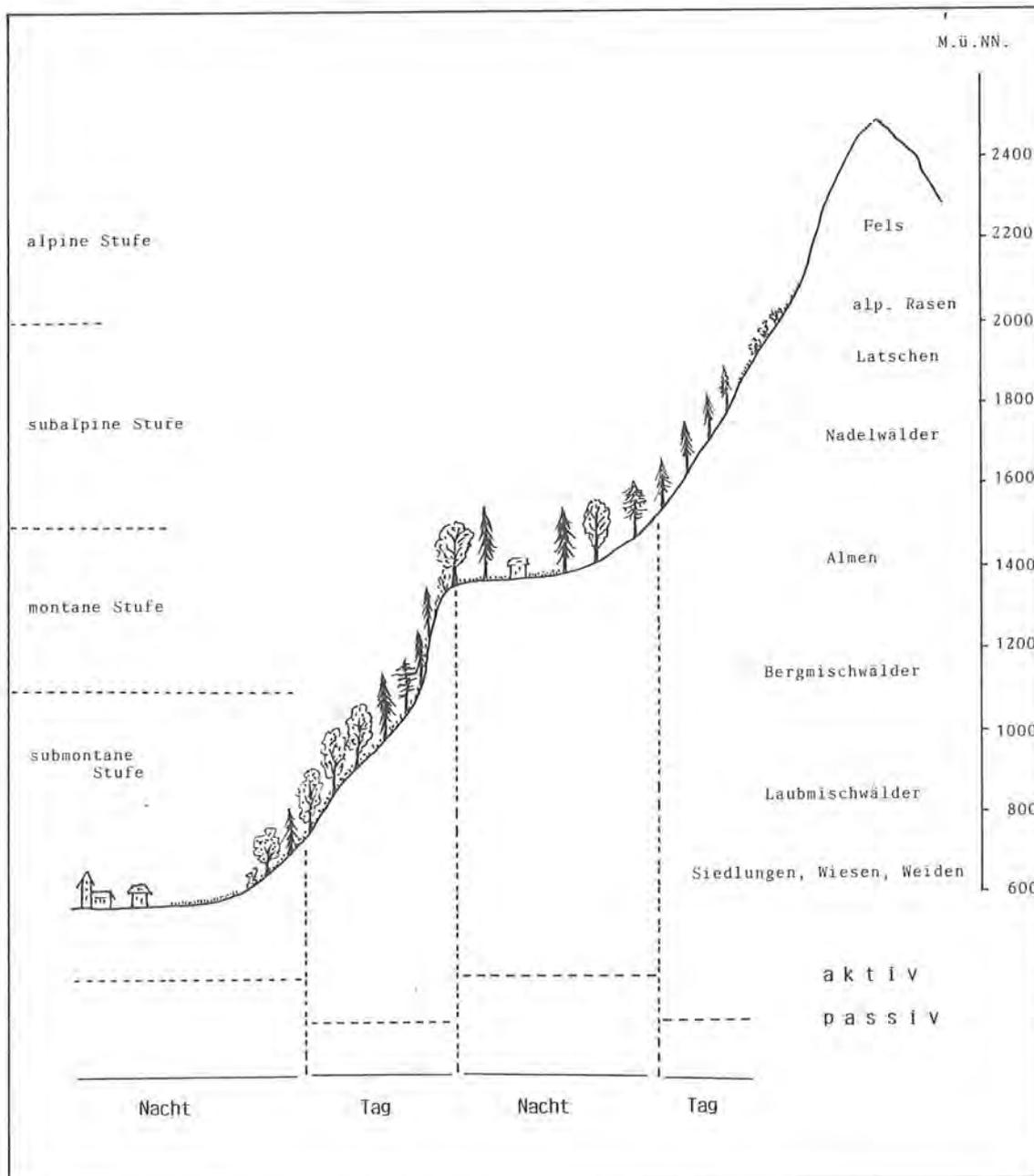
Ziel dieser Arbeit war es, die Raumorganisation von Füchsen in Abhängigkeit unterschiedlicher Landschaftsparameter, insbesondere der vielgestaltigen Landnutzungsformen des Menschen sowie das Aktivitätsmuster im Tages- und Jahresverlauf darzustellen, und die Mechanismen der Anpassung dieser Tierart in einer von alpinen Einflüssen geprägten Landschaft zu erfassen.

Durch die Rodung der Wälder, insbesondere in den Talbereichen kolliner bis subalpiner Landschaftsräume, wurde in der Vergangenheit die Vielfalt der Landschaftsstrukturen und damit – verbunden mit der Ausrottung seiner Feinde bzw. Nahrungskonkurrenten – die Tragfähigkeit dieser Landschaften für den Fuchs wesentlich erhöht: die großflächig geschlossenen Waldgebiete wurden durch landwirtschaftlich genutzte Wiesen im Talbereich – und Alm-

flächen in den höheren Lagen – mosaikartig aufgelockert. Damit war eine Besiedelung vor allem der Talräume durch den Menschen verbunden.

Der Fuchs hat sich an die veränderten Lebensbedingungen angepaßt. Das durch die anthropogen bedingten Freiflächen erweiterte Nahrungsangebot kann von mehr Füchsen in relativ kleinen Homoranges genutzt werden. Andererseits wurde der Fuchs mit seinem durch den hohen Jagddruck erklärbaren Rückzugsbedürfnis für die Zeit des Lichttages in die bewaldete Berghangzone zurückgedrängt. Hier liegen fast alle im Gebiet gefundenen Baue. Diese eher suboptimale Lage hinsichtlich der Grabbarkeit von Bauen (felsige Berghänge) wird dadurch kompensiert, daß in großem Umfang Dachsbau und natürlich vorhandene Felsspalten zur Aufzucht der Jungen genutzt werden.

Entsprechend der landschaftlichen Gegebenheiten und der Störung am Tage durch den Menschen in den Talbereichen wechseln die Füchse tageszeitabhän-



**Abb. 36:** Abhängigkeit von tageszeitspezifischer Raumnutzung und Aktivitätsrhythmik des Fuchses im Hochgebirge.

gig zwischen den schutzbietenden bewaldeten Hanglagen und den nahrungsreichen Wiesen des Talgrundes. Entsprechendes gilt für die höher gelegenen Gebiete: hier werden nachts Almflächen und alpine Rasen genutzt. Dieses räumlich-zeitlich differenzierte Verhalten spiegelt sich deutlich im 24-Stunden-Rhythmus des Aktivitätsmusters wieder.

Die Raumnutzung und die Lage der Baue zeigen eine Anpassung des Fuchses an menschliche Landnutzungsformen; insbesondere die Aktivitätsrhythmik auch an das tageszeitliche Verhaltensmuster des Menschen. Aktives und passives Verhalten lassen sich gut abgrenzbar ganz bestimmten Landschaftsstrukturen im Lebensraum eines Fuchses zuordnen. Die sich weitestgehend alternativ komplementär darstellenden tageszeitspezifischen Habitatpräferenzen machen dies unter Berücksichtigung der Tagesaktivitätsdiagramme besonders deutlich (Abb. 36).

Dabei orientiert sich das raum-zeit-bezogene Nutzungsverhalten an einer größtmöglichen Befriedigung der Ernährungs- und Rückzugsbedürfnisse bei gleichzeitiger Minimierung des lokomotorischen Energieaufwandes und optimierter Ausnutzung des verfügbaren Zeitbudgets. Dies kommt in einer saisonabhängigen Veränderung des 24-Stunden-Rhythmus' der Aktivität zum Ausdruck.

Inwieweit 1. die Vermeidung menschlicher Störung (Jagddruck); 2. die Länge der Tage und Nächte im Jahresverlauf gemeinsam mit klimatischen Faktoren; 3. die saisonale und tageszeitabhängige Verfügbarkeit der Nahrungsressourcen; 4. ein endogen bedingter jahreszeitlich unterschiedlicher physiologischer Bedarf oder 5. das artspezifische Ernährungsverhalten Ursachen für ein überwiegend nacht- und dämmerungsaktives Verhalten sind, bleibt im einzelnen ungeklärt. Es ist zu vermuten, daß in der Vergangenheit all diese Faktoren gemeinsam im Wechselspiel miteinander die heute zu beobachtende Aktivitätsrhythmik des Fuchses geprägt haben. Eine an menschliche Landnutzungsformen angepaßte, von abiotischen und biotischen Faktoren abhängige, artspezifische Lebensraumnutzung, mit einer von denselben Prozessen beeinflussten Aktivitätsrhythmik, ist die Folge einer evolutiven Entwicklung.

Der an ständig sich ändernde Lebensbedingungen anpassungsfähige Rotfuchs zählt heute zu den am weitesten verbreiteten Säugetieren - unter den Raubsäugetieren ist seine ökologische Potenz einzigartig.

# Zusammenfassung

1. In einer 4-jährigen Feldstudie wurden von 1981 bis 1985 im Alpen- und Nationalpark Berchtesgaden 'Untersuchungen zur Raumorganisation und zur Aktivitätsrhythmik des Rotfuchses (*Vulpes vulpes*, L.) im Hochgebirge' durchgeführt.
2. Es wurden 31 Füchse gefangen und davon 24 Tiere mit Radiosendern markiert. Von 20 Füchsen liegen 3396 Ortspeilungen vor. Die Beobachtungszeiträume lagen zwischen 31 und 306 Tagen pro sendermarkiertem Tier.
3. Für die raumbezogene Auswertung stand ein 'Geographisches Informationssystem' zur Verfügung, dessen Möglichkeiten für die allgemeine Beurteilung von Raum-Zeit-Systemen bei Wildtieren aufgezeigt werden.
4. Die Größe der Homeranges hängt in starkem Maße von der verwendeten Berechnungsmethode ab. Es wird ein neues, nach einem Modul der ARC/INFO-Software benanntes 'Buffer-Modell' zur Bestimmung der Homeranges vorgestellt. Die Größe der Homeranges beträgt im Untersuchungsgebiet für Jungfüchse 50–100 ha, für subadulte 100–200 ha und für adulte Tiere 200–300 ha.
5. Hinsichtlich der räumlichen Lage sind die Lebensräume der Talfüchse und der Bergfüchse voneinander zu unterscheiden. Die Anpassung des Fuchses an die unterschiedlichen landschaftlichen Gegebenheiten kommt in einer hohen Diversität der Homerange-Ausstattungen zum Ausdruck.
6. Füchse nutzen tageszeitabhängig voneinander abgrenzbare Teilbereiche ihrer Homeranges. Dieses räumlich-zeitlich differenzierte Verhalten muß als Anpassung an die unterschiedliche ökologische Qualität dieser Teilbereiche, vor allem aber auch an die zeitlich differenziert intensive Nutzung dieser Flächen durch den Menschen angesehen werden. Der 'Generalist Fuchs' ist daher eher als 'ein zu hoher Anpassung an menschliche Nutzungsformen befähigter Spezialist' zu bezeichnen.
7. In montanen und alpinen Landschaften stellt besonders die bewaldete Berghangzone für unsere heimischen mittelgroßen und großen Raubsäuger ein wichtiges Rückzugsgebiet aus den von menschlicher Nutzung stark geprägten Talräumen dar.
8. Mehr noch als die interne Nutzung der Homeranges zeigen die Habitatpräferenzen tageszeitabhängig deutlich unterscheidbare Bedürfnisse des Fuchses an seinen Lebensraum. Am Tage bevorzugt aufgesuchte Landschaftsstrukturen werden meist nachts gemieden und vice versa.
9. Der Fuchs ist ein Nahrungsopportunist. Als solcher macht er durch sein gezieltes Aufsuchen der verschiedenen Kleinstrukturen deutlich, welche wichtige ökologische Funktion solchen Kleinstlebensräumen zukommt.
10. Die Lage und Größe der Homeranges ist derart beschaffen, daß ein Wechseln zwischen tags und nachts genutzten Gebieten einerseits unter geringstmöglichem lokomotorischem Energieaufwand und unter minimaler Belastung des Zeitbudgets möglich ist, andererseits auch die Ernährungs- und Rückzugsbedürfnisse des Fuchses berücksichtigt.
11. Die Größe der Homeranges hängt eng zusammen mit dem relativen Flächenanteil nachts bevorzugt aufgesuchter Flächen. Ein umgekehrt proportionaler Zusammenhang zwischen Habitatqualität und der Größe eines Homeranges wird bestätigt.
12. Die Ergebnisse des Raumnutzungsverhaltens aus den 3 Untersuchungsgebieten werden in Potentialkarten auf den gesamten Alpenpark übertragen. Die im Nationalpark und seinem Vorfeld vorhandenen optimalen Fuchslebensräume können flächenhaft dargestellt, die Höhe des Fuchsbestandes für das Gesamtgebiet unter Berücksichtigung individueller Raumansprüche und weiterer biologischer Parameter abgeschätzt werden.
13. Zeitpunkt, Entfernung und Richtung von Fuchswanderungen werden an 4 subadulten und 1 adulten Rüden dargestellt. Bei Fähen wurde keine Migration beobachtet. Mögliche Faktoren, die das Wanderverhalten initialisieren, werden diskutiert. Ein gut entwickelter Orientierungssinn ist aufgrund der Untersuchungen zu vermuten.
14. Eine Bejagung des Fuchses im Nationalpark als Präventivmaßnahme gegen eine Ausbreitung der Tollwut erscheint fragwürdig. Die im Frühjahr und Herbst 1988 von der WHO durchgeführten Impfkationen werden als einzig adäquate Maßnahme betrachtet.
15. Lage und Verteilung von 104 Fuchs- und Dachsbauen werden in Abhängigkeit verschiedener Landschaftsstrukturen dargestellt. Präferenzen gegenüber bestimmten Waldtypen werden miteinander verglichen. Die Bedeutung kleinklimatischer Standortverhältnisse muß als wesentlicher Faktor für die Auswahl eines Baugebietes betrachtet werden.
16. Menschliche Landnutzungsformen beeinflussen in hohem Maße die Verteilung der Fuchsbaue in einem Gebiet. Ein hoher Wald-Feld-Grenzindex führt zu einer Anhäufung der Baue ('Edge-Effekt').

17. Die meisten Tierarten haben im Laufe der Evolution Aktivitätsmuster entwickelt, die eine Anpassung an den periodischen Wechsel der Umweltbedingungen erkennen lassen. In der vorliegenden Arbeit wird das Aktivitätsmuster von Füchsen in seinem Jahresverlauf sowie im 24-Stunden-Rhythmus dargestellt. Es wurden ca. 42000 Meßdaten ausgewertet.
18. Entsprechend der geophysikalischen Periodizitäten ändert sich im Jahresverlauf das täglich abgeleistete absolute Aktivitätsspensum; dies gilt sowohl für den Tag, für die Dämmerung und für die Nacht. Der überwiegende Teil des Jahresaktivitätsspensums wird nachts abgeleistet. Lediglich in den Monaten Juni und Juli ist die am Tag aktiv verbrachte Zeit länger als die der Nacht.
19. Der jährliche Aktivitätsverlauf hängt nicht primär von der Sonnenscheindauer, sondern vielmehr von der komplementär sich verhaltenden Länge der Nacht ab. Mit kürzer werdenden Nächten wird die zur Verfügung stehende Zeit zwischen Sonnenuntergang und Sonnenaufgang immer vollständiger genutzt. Die Füchse sind im Winter nachaktiv, im Sommer nacht- und dämmerungsaktiv.
20. Der saisonabhängige Tagesgang der Aktivität zeigt sich in modifizierter, prinzipiell aber gleicher Form sowohl bei adulten als auch subadulten Füchsen – unabhängig vom Geschlecht. Er kann als typisches 'Grundmuster' der Aktivität von Füchsen angenommen werden.
21. Ein an Bedarf und Feindvermeidung orientiertes und den Energiehaushalt berücksichtigendes Verhalten bestimmt den gesamten Jahresablauf der Aktivitätsrhythmik des Fuchses.
22. Ein möglicher Einfluß des Jahrestemperaturverlaufs, allgemein klimatischer Verhältnisse und der sich ändernden Länge der Tagesabschnitte im Jahresverlauf auf die Notwendigkeit zu nachtaktivem Verhalten bei unseren heimischen Raubsäugern wird diskutiert. Vor diesem Hintergrund wird auf den offensichtlichen Zusammenhang von artspezifischer Ernährungsweise und unterschiedlichen Strategien im Aktivitätsverhalten unserer Raubsäuger hingewiesen.

## Summary

1. This study of land use, habitat preference and activity patterns of red fox in alpine areas was undertaken during the years 1981 to 1985 in three different regions of the Berchtesgaden National Park and associated buffer zone.
2. 31 foxes were captured and 24 of them were fitted with radio-collars. Approximately 3,400 data points (fixes) were obtained from 20 radiotagged foxes. Time of observation per animal differed between 31 and 306 days. The area-related interpretation of the data was assisted by a geographical information system (GIS).
3. The absolute size of the home ranges is strongly influenced by the method of calculation. A new model is introduced to determine the area used by an animal (buffer method). The estimated sizes of the home ranges were age-related: juveniles 50 – 100ha, subadults 100 – 200ha and adults 200 – 300ha. In terms of home ranges, it is possible to separate "valley-foxes" from "mountain-foxes". The apparently wide set of adaptation to different landscape elements may be explained by the diversity of habitats covered by the home ranges. Foxes use different parts of their territory in a manner related to their diurnal changes in behaviour. This spatially and temporally differentiated behaviour can be interpreted as an adaptation to the changing ecological quality of these patches – particularly in relation to the different temporal usage of these areas by human. Thus the "generalist fox" is in fact a "specialist" adaptable to human land use. Since the valleys are influenced by human, the wooded slopes are the most important areas of retreat for many carnivores in mountain and alpine regions.
4. The daytime-dependent demands of red foxes are more clearly expressed in terms of their habitat element preferences than by their use of their home ranges: landscape elements preferred by day are mostly avoided by night and vice versa. The red fox is opportunistic in feeding: individuals eat whatever they can get. As a frequent visitor to hedges and other small structures in the landscape, he illustrates the ecological importance of such structures. Efficient use of the habitat, particularly with regard to time budget and nutritional and cover requirements, is a constraint on the location and size of the home ranges including diurnal behavioural changes. The total size of home ranges depends on the relative size of the areas which are usually preferred by night. A negative correlation between quality of habitat and size of home ranges was confirmed.
5. The results of land use behaviour by the foxes in three research areas were transformed into potential maps for the entire National Park and northern buffer zone. Thus the potentially used and/or preferred patches could be shown on maps.
6. Time, distance and direction of dispersal of 4 subadult and 1 adult male are shown. Females did not migrate. Possible factors initiating migration are discussed. The dispersal routes of individual foxes suggest a good sense of orientation.
7. Fox hunting as a means of preventing dispersion of rabies into the National Park seems to be questionable. Given the particular local situation (mountain and alpine area, high percentage of forest) the vaccination program presently being undertaken by the WHO (1988) is certainly the most efficient answer to this problem.
8. Location and distribution of a total of 104 fox and badger dens are analysed in terms of different landscape elements. The preferences and aversions of the animals to particular kinds of forests and microclimatic circumstances are considered. The distribution of foxes' lairs is influenced by human land use. A mosaic of meadows and forests increases the number of dens in a given area (edge-effect).
9. Most animal species have developed an activity pattern which shows an adaptation to the periodic changes of environmental circumstances. The present study analyses the annual course of activity and the seasonal changes of the 24-hour-activity pattern. About 42,000 measurements were evaluated. The amount of daily activity exhibits a seasonality which corresponds to the natural geophysical periodicity in the environment. This is valid for day, twilight and night. Over the year most activity occurs at night. Only in June and July is the daytime activity dominant. The annual course of activity depends primarily on the duration of darkness and not on duration of daylight. During Winter foxes are active by night; during Summer activity occurs by night and twilight. The seasonally dependent diurnal activity patterns are similar for adult and subadult foxes, independent of sex. This study shows the typical activity pattern of red foxes.
10. The behaviour and thus the annual activity pattern of red foxes is determined largely by energetic consideration of foraging behaviour and enemy avoidance. The apparent necessity of all local carnivores to be nocturnally active is discussed in relation to the possible influences of temperature and climatic and geophysical factors. It seems to be obvious that species-specific feeding strategies are correlated with different strategies of activity behaviour.

# Literaturverzeichnis

- ABLES, E. (1969): Activity Studies of Red Fox in Southern Wisconsin. *J. Wildl. Manage.*, 33 (1), 145–153.
- ANDEREGG, R. & LABHARDT, F. (1981): Fuchs – Vom Hühnerdieb zum Forschungsobjekt. *Wildbiologie*, (1), 8.
- ASCHOFF, J. (1962): Spontane lokomotorische Aktivität. *Handbuch der Zoologie*, Band 8, II(4), 1–74.
- ASCHOFF, J. (1964): Die Tagesperiodik licht- und dunkelaktiver Tiere. *Rev. Suisse de Zool.*, 71, 528–558.
- BÄUMLER, W. (1973): Über die Aktivitätsperiodik des Iltises (*Mustela putoris*) und des Hermelins (*Mustela erminea*) sowie über dessen Farbwechsel. *Säugetierk. Mittl.*, 21, 31–36.
- BEHNKE, H. (1966): Erfahrungen beim Fangen von Wiesel. *Z. Jagdwiss.*, 12, 189–191.
- BEHRENDT, G. (1955): Beiträge zur Ökologie des Rotfuchses (*Vulpes vulpes* L.). *Z. Jagdwiss.*, 1, 133–144 und 162–183.
- BERBERICH, W. (1986): Untersuchungen am Rotfuchs (*Vulpes vulpes* L.) im Nationalpark Berchtesgaden. Aktivitätsrhythmik – Baustrukturanalyse – Raumnutzung. *Nationalpark Berchtesgaden, Forschungsbericht 11*, 35–45.
- BERBERICH, W. (1990): Raumnutzung des Rotwildes im Nationalpark Berchtesgaden unter Verwendung der im Geographischen Informationssystem nutzbaren Datenstrukturen und Erarbeitung von Auswertungsstrategien für Habitatanalysen in der Zoologie. Abschlussbericht zum Rotwild-Forschungsprojekt. *Nationalparkverwaltung Berchtesgaden*, 73 S.
- BOCK, W. (1986): Die Lebensraumnutzung des Dachses (*Meles meles*), erste Ergebnisse aus dem Raum Berchtesgaden. *Nationalpark Berchtesgaden, Forschungsbericht 11*, 46–51.
- BÖGEL, R. (1987): Radiotelemetrische Untersuchungen am Gänsegeier *Gyps vulvus* (Hablizl 1783). *Dipl. Arbeit, Univ. Ulm*. 117 S.
- BOITANI, L. et al. (1984): Ranging Behaviour of the Red Fox in the Gran Paradiso National Park (Italy). *Boll. Zool.* 51: 275–284.
- BRANT, D. H. (1962): Measures of the Movements and Population Densities of Small Rodents. *Univ. of Calif. Publ. in Zool.* 62, (2), 105–183.
- BROEKHUIZEN, S. (1980): Application of Radio Tracking in Wildlife Research in the Netherlands. In: Amlaner & Macdonald (Ed.): *A Handbook on Biotelemetry and Radio Tracking*, Pergamon Press, Oxford: 65–84.
- BROEKHUIZEN, S. (1983): Habitat Use of Beech Marten (*Martes foina*) in Relation to Landscape Elements in a Dutch Agricultural Area.
- BRÜTT, E. (1981): *Fallenbau und Fallenfang*. *Landbuch-Verlag, Hannover*; 59 S.
- BURROWS, L. & MATZEN, K. (1972): *Der Fuchs*, BLV, München.
- BURT, W. H. (1943): Territoriality and Home Range Concepts as Applied to Mammals. *J. Mammal.*, 24, 346–352.
- CLAUSSEN, G. (1981): *Fallenbuch der Praxis*. *Verlag Dieter Hoffmann, Mainz*; 120 S.
- DALLAIRE, A. & RUCKEBUSCH, Y. (1973): Rest-activity Cycle and Sleep Patterns in Captive Foxes (*Vulpes vulpes*). *Experientia*, 30/1, 59–60.
- EGUCHI, K. & NAKAZONO, T. (1980): Activity Studies of Japanese Red Fox, *Vulpes vulpes japonica* Gray. *Jap. J. Ecol.*, 30: 9–17.
- EIBERLE, K. (1975): Zur Anlage und Benützung der Fuchsbaue im jagdlichen Versuchsrevier der ETH Zürich. *Schweiz. Z. Forstw.*, 126, 1, 41–64.
- ELLENBERG, H. (1981): Großtiere urbaner Ökosysteme, ein Projekt. *Verhandl. d. Gesell. f. Ökologie (Berlin 1980) Band IX.*, 291–295.
- ENDERS, G. (1979): Theoretische Topoklimatologie. *Nationalpark Berchtesgaden, Forschungsberichte 1*, 90 S.
- ERLINGE, S. (1980): Movements and Daily Activity Pattern of Radio Tracked Male Stoats, *Mustela erminea*. In: Amlaner & Macdonald (Ed.): *A Handbook on Biotelemetry and Radio Tracking*, Pergamon Press, Oxford, 703–710.
- FÖHRENBACH, H. (1986): Marder im Alpen- und Nationalpark Berchtesgaden. *Nationalpark Berchtesgaden, Forschungsbericht 11*, 52–55.
- FOLLMANN, E. H. (1973): Comparative Ecology and Behaviour of Red and Gray Foxes. *Diss. Abstr. int. B*, 4332–4333.
- FRANZ, H. (1984): Der deutsche Beitrag zum Unesco-Programm „Der Mensch und die Biosphäre“ (MAB). *Stand, Entwicklung, Ergebnisse und Ausblick*. *MAB-Mitteilungen (Bonn) 18*, 197 S.
- GEORGII, B. (1980): Untersuchungen zum Raum-Zeit-System weiblicher Rothirsche (*Cervus elaphus* L.) im Hochgebirge. *Diss. an der Ludwig-Maximilian-Universität, München*.
- GEWALT, W. (1959): Beiträge zur Kenntnis des optischen Sehvermögens einiger Musteliden mit besonderer Berücksichtigung des Farbsehens. *Zool. Beiträge (N.F.)*, 5: 117–175.
- GÜRTLER, W.-D. (1986): Die Tollwut – ein hausgemachtes Problem? *Nationalpark*, 3, 37–40.
- HALBERG, F. (1959): Physiologic 24-Hour Periodicity in Human Beings and Mice, the Lighting Regimen and Daily Routine. In: *Photoperiodism and related phenomena in plants and animals*, ed. Withrow, Washington, 803–878.
- HALLER, H. & BREITENMOSER, U. (1986): Der Luchs in der Schweiz. *Raumorganisation und Nahrungsökologie*. *Nationalpark Berchtesgaden, Forschungsbericht 11*, 29–34.
- HARRIS, S. (1979): Age-Related Fertility and Reproductivity in Red Foxes in Suburban London. *J. Zool.*, 187 (2), 195–200.
- HARRIS, S. (1980): Home Ranges and Patterns of Distribution of Foxes (*Vulpes vulpes*) in an Urban Area, as Revealed by Radio Tracking. In: Amlaner & Macdonald (Ed.): *A Handbook on Biotelemetry and Radio Tracking*, Pergamon Press, Oxford, 685–690.
- HEDIGER, H. (1950): *Wild Animals in Captivity*. *Butterworth, London*, 152 S.
- HEPTNER, V. & NAUMOV, N. (1967): *Die Säugetiere der Sowjetunion*, Band 2, Moskau.
- HERSTEINSON, D. & MACDONALD, D. W. (1982): Some Comparisons between Red and Arctic Foxes, *Vulpes vulpes* and *Alopex lagopus*, as Revealed by Radio Tracking. *Symp. Zool. Soc. of London*, 49: 259–290.
- HILMER, H. & TEMBROCK, G. (1972): Untersuchungen zur circadianen lokomotorischen Aktivitätsperiodik im Jahresgang bei *Vulpes* und *Alopex*. *Biol. Zbl.*, 91, 443–461.
- JENSEN, B. (1973): Movements of the Red Fox (*Vulpes vulpes* L.) in Denmark – Investigated by Marking and Recovery. *Danish Rev. of Game Biol.*, 8, (3), 3–20.
- JENSEN, B. (1979): The Diet of the Red Fox in Denmark. *Danish Rev. Game Biol.* 10 (8), 1–16.

- KEENAN, R. J. (1980): Spatial Use of Home Range Among Red Foxes (*Vulpes vulpes*) in South-Central Ontario. Proc. Worldwide Furbearer Conf. (J.A. Chapman, Ed.), 1041–1067.
- KLENK, K. (1971): Das Aktivitätsmuster des Rotfuchses in einem Freilandgehege mit künstlichem Bau. Z. f. Säugetierk., 36, 257–279.
- KURT, F. (1977): Vom Fuchs. In: Wildtiere unserer Kulturlandschaft (ISBN 3-7249-0481-9), 107–123.
- LITVATIS, J. A. & SHAW, J. H. (1980): Coyote Movements, Habitat Use, and Food Habits in Southwestern Oklahoma. J. Wildl. Manage., 44 (1), 62–68.
- LLOYD, H. G. & ENGLUND, J. (1973): The Reproductive Cycle of the Red Fox in Europe. J. Reprod., Suppl. 19, 119–130.
- MACDONALD, D. W. (1976): Food Catching by Red Fox and some other Carnivores. Z. Tierpsychol., 42, 170–185.
- MACDONALD, D. W. (1979): "Helpers" in Fox Society. Nature, Lond., 282, 69–71.
- MACDONALD, D. W. (1980): Rabies and Wildlife – a Biologist's Perspective. Oxford University Press, 151 S.
- MACDONALD, D. W. (1987): Running with the Fox. Unwin Hyman, London, 224 S.
- MACDONALD, D. W. et al. (1980): The Evaluation of Home Range Size and Configuration Using Radio Tracking Data. In: Amlaner & Macdonald (Ed.): A Handbook on Biotelemetry and Radio Tracking, Pergamon Press, Oxford, 405–424.
- MACDONALD, D. W. & AMLANER, J. (Ed.), 1980: A Handbook on Biotelemetry and Radio Tracking, Pergamon Press, Oxford, 804 S.
- MACDONALD, D. W. & NEWDICK, M. T. (1983): The Distribution and Ecology of Foxes, *Vulpes vulpes*, in Urban Areas. In: Proceedings of European Ecological Symposium on Urban Ecology.
- MÄCK, U. (1987): Öko-Ethologische Untersuchungen am Gänsegeier *Gyps vulvus* (Hablizl 1783). Dipl. Arbeit, Univ. Ulm, 117 S.
- MARCUM, C. L. (1980): A Nonmapping Technique for Studying Habitat Preferences. J. Wildl. Manage., 44 (4), 963–968.
- MAUREL, D. (1980): Home Range and Activity Rhythm of Adult Male Foxes during the Breeding Season. In: Amlaner & Macdonald (Ed.): A Handbook on Biotelemetry and Radio Tracking, Pergamon Press, Oxford, 697–702.
- MECH, L. D. (1984): The Wolf – The Ecology and Behaviour of an Endangered Species. University of Minnesota Press, ISBN 0 8166 1026 6, 384 S.
- ONDERSCHKEKA, K. et al. (1982): Vergleich zwischen optischen und biotelemetrischen Methoden bei der Beobachtung des Rehwildes. Cbl. ges. Forstwesen, 99 (3), 129–139.
- PFISTER, P. (1969): Die Fuchsbaue in den Zürcherrevieren Üelli-berg und Repischtal. Dipl. Arbeit, Zool. Inst. Univ. Zürich.
- PHILLIPS, R. L. et al. (1972): Dispersal and Mortality of Red Foxes. J. Wildl. Manage., 36 (2), 237–248.
- PILS, C. M. & MARTIN, M. A. (1978): Population Dynamics, Predator-Prey Relationship and Management of the Red Fox in Wisconsin. Wisconsin Dep. Nat. Res. Tech. Bull. No. 105, 56 S.
- RIECHERT, V. (1991): Raumnutzung des Rotwildes (*Cervus elaphus*) im Nationalpark Berchtesgaden. Dipl. Arbeit, Univ. Salzburg, 114 S.
- ROMAN, G. (1984): The Burrow Construction Strategy of Foxes in the Bialowieza Primeval Forest. Acta Theriol., 29 (35), 425–430.
- ROTH, H. (1986): Die Bären in den Alpen. Nationalpark Berchtesgaden, Forschungsbericht 11, 10–13.
- SANDERSON, G. C. (1966): The Study of Mammal Movements – a Review. J. Wildl. Manage., 30 (1), 215–235.
- SARGEANT, A. B. (1980): Approaches, Field Consideration and Problems Associated with Radio Tracking Carnivores. In: Amlaner & Macdonald (Ed.): A Handbook on Biotelemetry and Radio Tracking, Pergamon Press, Oxford, 57–63.
- SCHAEFER, M. & TISCHLER, W. (1983): Wörterbuch der Biologie – Ökologie. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 310 S.
- SCHALLER, J. (1985): Anwendung geographischer Informationssysteme an Beispielen landschaftsökologischer Forschung und Lehre. Verh. d. Gesell. f. Ökol. (Bremen 1983) Band XIII 1985, 443–464.
- SCHÖBER, F. (1984): Telemetrische Ortungsverfahren und ihre Grenzen in der wildbiologischen Forschung. Symposium: Das freilebende Tier als Indikator für den Funktionszustand der Umwelt, Wien 4.–7. Nov. 1984, 317–329.
- SEQUEIRA, D. (1980): Comparison of the Diet of the Red Fox (*Vulpes vulpes* L.) in Gelderland, Holland, Denmark and Finish Lapland. Biogeographica 18, 35–52.
- SKIRNISSON, K. (1986): Untersuchungen zum Raum-Zeit-System freilebender Steinmarder (*Martes foina* Erxleben, 1777). Beiträge zur Wildbiologie, Heft 9, 200 S.
- SPANDAU, L. & SIUDA, C. (1985): MAB-Projekt 6: Ökosystemforschung Berchtesgaden. Das Geographische Informationssystem (GIS) im MAB-Projekt 6. Lehrstuhl für Landschaftsökologie, TU München-Weihenstephan, 177 S.
- SPITTLER, H. (1976): Untersuchungen über die Möglichkeiten des Lebendfangs von Füchsen zur Immunisierung gegen Tollwut. Z. Jagdwiss., 22, 161–169.
- STORM, G. L. (1965): Movements and Activities of Foxes as Determined by Radio-Tracking. J. Wildl. Manage., 29 (1), 1–13.
- STORM, G. L. et al. (1976): Morphology, Reproduction, Dispersal and Mortality of Midwestern Red Fox Population. Wildl. Monogr. 49, 82 S.
- STROKA, I. (1987): Untersuchungen zur Raum/Zeitnutzung an Rothirschen (*Cervus elaphus* L. 1758) im Nationalpark Berchtesgaden. Nationalparkverwaltung Berchtesgaden, 94 S.
- STUBBE, M. (1965): Zur Biologie der Raubtiere eines abgeschlossenen Waldgebietes. Z. Jagdwiss., 11, 73–102.
- STUBBE, M. (1977a): Zur Populationsbiologie des Rotfuchses. *Hercynia* N.F., Leipzig, 14 (2), 160–177.
- STUBBE, M. (1977b): Raubwild, Raubzeug, Krähenvögel – Grundlagen der Bewirtschaftung. Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin, 184 S.
- STUBBE, M. (1980): Der Rotfuchs – *Vulpes vulpes* (L., 1758) in Europa. Beitr. Jagd- und Wildforschung, 11, 341–349.
- STUBBE, M. (1981): Der Fuchs *Vulpes vulpes* (L.). In: Buch der Hege (H. Stubbe, Ed.), Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin, 225–261.
- TULLAR, B. F. & BERCHIELLI, L. T. (1980): Movement of the Red Fox in Central New York. New York Game and Fish Journal, 27 (2), 178–204.
- UDVARDY, M. D. F. (1969): Dynamic Zoogeography – with Special Reference to Land Animals. Van Nostrand Reinhold Co., New York, 445 S.

- VOIGT, D. R. & MACDONALD, D. W. (1984): Variation in the Spatial and Social Behaviour of the Red Fox, *Vulpes vulpes*. Acta Zool. Fennica, 171, 261–265.
- VOIGT, D. R. & TINLINE, R. R. (1980): Strategies for Analyzing Radio Tracking Data. In: Amlaner & Macdonald (Ed.): A Handbook on Biotelemetry and Radio Tracking, Pergamon Press, Oxford, 387–404.
- WACHENDÖRFER, G. (1978): Zur Epidemiologie und Bekämpfung der Tollwut in Mitteleuropa. Z. f. Säugtk., 44, 36–46.
- WEBER, D. (1982): Lage und Verteilung der Fuchsbaue in verschiedenen Landschaften des Saarlandes. Zool. Anz., Jena 211, 3/4, 237–263.
- WEBER, D. (1985): Zur Baubenutzung und ihrer Funktion beim Fuchs (*Vulpes vulpes* L.). Z. f. Säugtk., 50, 356–368.
- WIESNER, H. (1975): Zur Neuroleptanalgesie bei Zootieren und Gatterwild unter Anwendung des Telinjekt-Systems. Kleintierpraxis, 20 (1), 18–24.
- WÖRNLE, P. (1981): Landschaftsanalyse Alpenpark Berchtesgaden. Nationalparkverwaltung Berchtesgaden.
- WÖRNLE, P. (1987): Tratten – eine Spezialität der Berchtesgadener Landschaft. Berchtesgadener Heimatkalender 1987 (Ed.: N. Hasenknopf), 141–145.
- ZIMEN, E. (1978): Der Wolf – Mythologie und Verhalten. München (Meyster), 333 S.
- ZIMEN, E. (Ed.) (1980): The Red Fox – Symposium on Behavior and Ecology. Biogeographica, Vol. 18.
- ZIMEN, E. (1981): Der anthropogene Einfluß auf stadtnahe und ländliche Fuchspopulationen im südlichen Saarland. Verh. d. Gesell. f. Ökologie, Berlin 1980, Band IX, 311–319.
- ZIMEN, E. (1982): Tollwut, Fuchs, Mensch – Forschungsergebnisse, Überlegungen und offene Fragen. In: Die Pirsch, Heft 6–8.
- ZIMEN, E. (1984): Long Range Movements of the Red Fox, *Vulpes vulpes* L.. Acta Zool. Fennica, 171, 267–270.

# Anhang

## Übersicht

- Tabelle 1: Variablenausprägung „Meereshöhe“
- Tabelle 2: Variablenausprägung „Neigungsstufe“
- Tabelle 3: Variablenausprägung „Exposition“
- Tabelle 4: Variablenausprägung „Landschaftstyp“
- Tabelle 5: Variablenausprägung „Zusammengefaßte Landnutzungseinheiten“

- Abb. 1a: Ausstattung der Homeranges für jeden Fuchs (AF341 bis JF370) nach Landschaftstypen in %.
- Abb. 1b: Ausstattung der Homeranges für jeden Fuchs nach Meereshöhe, Hangneigung und Exposition in %.
- Abb. 2a: Nutzungshäufigkeit der Landschaftstypen in % nach Tag und Nacht differenziert.
- Abb. 2b: Nutzungshäufigkeit der Höhen- und Neigungsstufen sowie der Expositionen in % nach Tag und Nacht differenziert.
- Abb. 3a: Präferenzindizes für die Landschaftstypen nach Tag und Nacht differenziert.
- Abb. 3b: Präferenzindizes für die Höhen- und Neigungsstufen sowie für Expositionen in % nach Tag und Nacht differenziert.

Tab. 1: Meereshöhe

-----+  
 | MAB-Projekt-6 |  
 -----+

Vorläufiges File A für das MAB-Projekt 6      STAND: Juli 1987

### FORMAT DES AUSWERTUNGSDATENSATZES (FILE A)

VARNR. = VARIABLENNUMMER  
 VAUS. = VARIABLENAUSPRÄGUNG

| VARNR. | VAUS.             | TEXT             |
|--------|-------------------|------------------|
| -----+ | -----+            | -----+           |
| 111032 | Meereshöhe (müNN) | MHOE             |
| 111032 | 00                | keine Angabe     |
| 111032 | 01                | 100 - 200 müNN   |
| 111032 | 02                | 201 - 300 müNN   |
| 111032 | 03                | 301 - 400 müNN   |
| 111032 | 04                | 401 - 500 müNN   |
| 111032 | 05                | 501 - 600 müNN   |
| 111032 | 06                | 601 - 700 müNN   |
| 111032 | 07                | 701 - 800 müNN   |
| 111032 | 08                | 801 - 900 müNN   |
| 111032 | 09                | 901 - 1000 müNN  |
| 111032 | 10                | 1001 - 1100 müNN |
| 111032 | 11                | 1101 - 1200 müNN |
| 111032 | 12                | 1201 - 1300 müNN |
| 111032 | 13                | 1301 - 1400 müNN |
| 111032 | 14                | 1401 - 1500 müNN |
| 111032 | 15                | 1501 - 1600 müNN |
| 111032 | 16                | 1601 - 1700 müNN |
| 111032 | 17                | 1701 - 1800 müNN |
| 111032 | 18                | 1801 - 1900 müNN |
| 111032 | 19                | 1901 - 2000 müNN |
| 111032 | 20                | 2001 - 2100 müNN |
| 111032 | 21                | 2101 - 2200 müNN |
| 111032 | 22                | 2201 - 2300 müNN |
| 111032 | 23                | 2301 - 2400 müNN |
| 111032 | 24                | 2401 - 2500 müNN |
| 111032 | 25                | 2501 - 2600 müNN |
| 111032 | 26                | 2601 - 2700 müNN |
| 111032 | 27                | 2701 - 2800 müNN |

Tab. 2: Hangneigungsstufen

-----+  
 | MAB-Projekt-6 |  
 -----+

| VARNR. | VAUS.                 | TEXT         |
|--------|-----------------------|--------------|
| 111030 | Neigungssstufe (Grad) | NEIGST       |
| 111030 | 0                     | keine Angabe |
| 111030 | 1                     | 0 - 9 GRAD   |
| 111030 | 2                     | 10 - 19 GRAD |
| 111030 | 3                     | 20 - 29 GRAD |
| 111030 | 4                     | 30 - 39 GRAD |
| 111030 | 5                     | 40 - 49 GRAD |
| 111030 | 6                     | 50 - 59 GRAD |
| 111030 | 7                     | >= 60 GRAD   |

Tab. 3: Hangexposition

| MAB-PROJEKT-6 |                  |
|---------------|------------------|
| 111031        | Exposition EXPOS |
| 111031        | 000 Keine Angabe |
| 111031        | 025 NNO          |
| 111031        | 050 NO           |
| 111031        | 075 ONO          |
| 111031        | 100 OST          |
| 111031        | 125 OSO          |
| 111031        | 150 SO           |
| 111031        | 175 SSO          |
| 111031        | 200 SüD          |
| 111031        | 225 SSW          |
| 111031        | 250 SW           |
| 111031        | 275 WSW          |
| 111031        | 300 WEST         |
| 111031        | 325 WNW          |
| 111031        | 350 NW           |
| 111031        | 375 NNW          |
| 111031        | 400 NORD         |

Tab. 4: Landschaftstypen

| MAB-PROJEKT-6  |  |
|--|--|
| 111040   | Realnutzungs- und Bodenbedeckungstyp RNTYP             |
| 111040   | 00000 Keine Angabe                                     |
| Vegetation und Standorte oberhalb der alpinen Waldgrenze |  |
| 111040   | 124 01010 Gletscher, ewiger Schnee                     |
| 111040   | 001 01020 Fels, Karrenfelder                           |
| 111040   | 002 01021 Fels mit alpinen Rasengesellschaften         |
| 111040   | 003 01022 Fels mit einzelnen Latschengruppen           |
| 111040   | 004 01023 Fels mit einzelnen Bäumen                    |
| 111040   | 005 01030 Gesteinsschutt                               |
| 111040   | 014 01031 Gesteinsschuttfluren                         |
| 111040   | 015 01032 Gesteinsschutt mit einzelnen Latschengruppen |
| 111040   | 006 01040 Alpine Rasen                                 |
| 111040   | 009 01041 Alpine Rasen, erosionsbeeinträchtigt         |
| 111040   | 140 01042 Alpine Rasen als Degradationsstadium         |
| 111040   | 010 01050 Latschengebüsch                              |
| 111040   | 011 01051 Mosaik aus Latschen und alpinen Rasen        |
| 111040   | 012 01060 Zwergstrauchheiden                           |
| 111040   | 013 01070 Grünerlengebüsch                             |
| 111040   | 188 01080 Skipiste im Latschenbereich                  |
| Gewässer und gewässerbegleitende Nutzungstypen           |  |
| 111040   | 126 02010 Königssee                                    |
| 111040   | 034 02011 Obersee                                      |
| 111040   | 136 02012 Hintersee                                    |
| 111040   | 850 02013 Funtensee                                    |
| 111040   | 851 02014 Grünsee                                      |
| 111040   | 852 02015 Schwarzsee                                   |
| 111040   | 853 02016 Seeleinsee                                   |
| 111040   | 127 02020 Weiher                                       |
| 111040   | 138 02021 Temporäres Stillgewässer                     |
| 111040   | 128 02030 Teich  |
| 111040   | 190 02031 Teichanlage für Fischzucht                   |
| 111040   | 130 02040 Rückhaltebecken                              |
| 111040   | 038 02050 Stauee, Flußstau                             |
| 111040   | 118 02060 Flußlauf                                     |
| 111040   | 032 02070 Bachlauf                                     |
| 111040   | 137 02071 Temporäres Fließgewässer                     |
| 111040   | 129 02080 Altwasser                                    |
| 111040   | 037 02090 Kanal  |
| 111040   | 036 02100 Graben                                       |
| 111040   | 131 02110 Quelle, ungefaßt                             |
| 111040   | 033 02120 Quellflur                                    |
| 111040   | 030 02130 Hoch- und/oder Übergangsmoor                 |
| 111040   | 075 02140 Niedermoorstandort, Naßwiese                 |
| 111040   | 080 02150 Röhricht, Großseggenried                     |
| 111040   | 035 02160 Weidengebüsch                                |
| 111040   | 122 02170 Verlandungszonen an Stillgewässern           |
| 111040   | 031 02180 Gehölzsaum, Uferfluren an Fließgewässern     |
| 111040   | 139 02181 Hochstaudensaum an Fließgewässern            |
| 111040   | 133 02190 Schotterbank                                 |
| Kleinstrukturen  |  |
| 111040   | 147 03010 Einzelbaum                                   |
| 111040   | 023 03020 Baumgruppe, Nadelgehölze                     |
| 111040   | 024 03021 Baumgruppe, Laubgehölze                      |

Tab. 4: Landschaftstypen, Fortsetzung

| MAB-Projekt-6                    |     |  |
|----------------------------------|-----|--|
| 111040                           | 025 | 03022 Baumgruppe, Laub- und Nadelgehölze                                   |
| 111040                           | 066 | 03030 Baumreihe  |
| 111040                           | 141 | 03040 Gebüsch (Sträucher)  |
| 111040                           | 142 | 03041 Gemischter Baum- und Strauchbestand                                  |
| 111040                           | 143 | 03050 Baumreiche Hecke, geschlossen  |
| 111040                           | 144 | 03051 Baumreiche Hecke, lückig   |
| 111040                           | 145 | 03052 Strauchhecke, geschlossen  |
| 111040                           | 146 | 03060 Waldmantel   |
| 111040                           | 027 | 03070 Größeres Feldgehölz/Nadelbaumarten                                   |
| 111040                           | 028 | 03080 Größeres Feldgehölz/Laub- o. Laub- u. Nadelbäume                     |
| 111040                           | 026 | 03090 Tratte   |
| 111040                           | 070 | 03100 Böschung   |
| 111040                           | 202 | 03110 Steinriegel  |
| 111040                           | 203 | 03200 Felskopf   |
| 111040                           | 204 | 03210 Felswand   |
| 111040                           | 205 | 03220 Einzelne Doline  |
| 111040                           | 206 | 03360 Dolinenfeld  |
| Wald-/Forstgesellschaften        |     |  |
| 111040                           | 016 | 04010 Dichte Nadelgehölzgruppe auf Fels                                    |
| 111040                           | 017 | 04011 Dichte Laubgehölzgruppe auf Fels                                     |
| 111040                           | 078 | 04020 Niedriger Baumbestand auf Fels                                       |
| 111040                           | 068 | 04030 Lockerer Lärchenbestand auf Fels                                     |
| 111040                           | 169 | 04040 Mosaik aus Lärchen, Zirben, Latschengebüsch auf Fels                 |
| 111040                           | 055 | 04050 Lichter Lärchenwald über Latschen, Zwergstrauchheiden, alpinen Rasen |
| 111040                           | 057 | 04060 Lichter Lärchenwald auf Gesteinsschutt                               |
| 111040                           | 054 | 04070 Lärchenwald  |
| 111040                           | 056 | 04100 Lichter Bergmischwaldbestand über Latschen                           |
| 111040                           | 058 | 04110 Lichter Bergmischwald auf Gesteinsschutt                             |
| 111040                           | 134 | 04120 Schneeheide-Kiefernwald  |
| 111040                           | 067 | 04130 Aufgelichteter Bergmischwald auf erodiertem Standort                 |
| 111040                           | 123 | 04140 Aufgelichteter Waldbestand a. Feuchtstandort                         |
| 111040                           | 052 | 04150 Schluchtwald   |
| 111040                           | 049 | 04200 (Berg-)Mischwald   |
| 111040                           | 050 | 04210 (Berg-)Mischwald, überwiegend Laubholz                               |
| 111040                           | 051 | 04220 (Berg-)Mischwald, überwiegend Nadelholz                              |
| 111040                           | 135 | 04230 Fichten-Lärchenwald  |
| 111040                           | 053 | 04300 Nadelforst (Fichte)  |
| 111040                           | 077 | 04400 Gehölzsukzession   |
| 111040                           | 039 | 04410 Kahlschlag-, Windwurf-, Schneebruchflächen                           |
| 111040                           |     | 04411 Nicht aufgeräumte Windwurf-, Schneebruchflächen im Nationalpark      |
| 111040                           | 117 | 04500 Naturverjüngung  |
| 111040                           | 040 | 04510 Aufforstung, Sämlingsstadium   |
| 111040                           | 041 | 04520 Aufforstung, Nadelgehölze  |
| 111040                           | 042 | 04530 Aufforstung, Laubgehölze   |
| 111040                           | 043 | 04540 Mischwaldaufforstung   |
| 111040                           | 044 | 04600 Waldrand Nadelgehölze  |
| 111040                           | 045 | 04610 Waldrand aus Laub- oder Mischwaldarten                               |
| 111040                           | 046 | 04700 Aufgelichteter Nadelwald   |
| 111040                           | 047 | 04710 Aufgelichteter Laubwald  |
| 111040                           | 048 | 04720 Aufgelichteter Mischwald   |
| 111040                           | 125 | 04800 Straßenbegleitgrün - Gehölzplanzung                                  |
| Land-/Almwirtschaftliche Flächen |     |  |
| 111040                           | 020 | 05010 Beweidete, gepflegte Almfläche                                       |
| 111040                           | 021 | 05020 Beweidete, gepflegte Almfl., zugleich Skipiste                       |
| 111040                           | 022 | 05030 Almfläche in Sukzession  |
| 111040                           | 189 | 05040 Verkarstete Almfläche  |
| 111040                           | 008 | 05050 Hochstauden-, Unkraut-, Lägerfluren                                  |
| 111040                           | 007 | 05060 Verarmte Almflächen (Nardeten)                                       |
| 111040                           | 095 | 05100 Magerrasen, u.a. auf Buckelwiesen                                    |
| 111040                           | 119 | 05110 Beweidete Buckelwiesen   |
| 111040                           | 096 | 05120 Hutungen   |
| 111040                           | 074 | 05130 Extensiv bewirtschaftete Wiesen, Mähweiden                           |
| 111040                           | 180 | 05140 Schafweiden  |
| 111040                           | 097 | 05200 Streuwiesen  |
| 111040                           | 071 | 05300 Mähweiden mittlerer Intensität                                       |
| 111040                           | 072 | 05310 Mähweiden starker Intensität   |
| 111040                           | 073 | 05400 Dauerweiden  |
| 111040                           | 181 | 05500 Mähweiden mittl. Intensität mit Skibetrieb                           |
| 111040                           | 182 | 05510 Extensiv bewirtschaftete Mähweiden, Weiden mit Skibetrieb            |
| 111040                           | 076 | 05600 Futtermaisbau  |
| 111040                           | 183 | 05610 Enzianbau  |
| 111040                           | 185 | 05700 Begrünte Skipiste (evtl. beweidet)                                   |

Tab. 4: Landschaftstypen, Fortsetzung

MAB-PROJEKT-6

Siedlung

|        |     |       |  |
|--------|-----|-------|--|
| 111040 | 501 | 06010 | Bauernhof (Lehen), zugeh. Garten m. Gehölzen   |
| 111040 | 502 | 06011 | Bauernhof (Lehen), zugeh. Garten o. Gehölze  |
| 111040 | 505 | 06020 | Weiler, zugehörige Gärten mit Gehölzen   |
| 111040 | 506 | 06021 | Weiler, zugehörige Gärten ohne Gehölze   |
| 111040 | 510 | 06030 | Landhaus/Villa, zugeh. Garten mit Gehölzen   |
| 111040 | 512 | 06031 | Landhaus/Villa, zugeh. Garten ohne Gehölze   |
| 111040 | 530 | 06040 | Ein-o. Zweifamilienhaus im Einzelstand, zugehöriger Garten mit großem Gehölzbestand        |
| 111040 | 511 | 06041 | Ein-o. Zweifamilienhaus im Einzelstand, zugehöriger Garten mit geringem Gehölzanteil       |
| 111040 | 520 | 06050 | Ein-u. Zweifamilienhaussiedl. Bauj. nach 1973  |
| 111040 | 521 | 06051 | Ein-u. Zweifamilienhaussiedl. Bauj. zw. 1955 und 1973, unterschiedl. Ausrichtung d. Häuser |
| 111040 | 522 | 06052 | Ein-u. Zweifamilienhaussiedl. Bauj. zw. 1955 und 1973, einheitliche Ausrichtung d. Häuser  |
| 111040 | 525 | 06053 | Ein-u. Zweifamilienhaussiedlung, Baujahr zwischen 1930 und 1954                            |
| 111040 | 526 | 06054 | Ein-u. Zweifamilienhaussiedlung, Baujahr zwischen 1930 und 1945                            |
| 111040 | 527 | 06055 | Ein-u. Zweifamilienhaussiedlung, Baujahr zwischen 1900 und 1945                            |
| 111040 | 540 | 06060 | Reihenhaussiedlung   |
| 111040 | 550 | 06070 | Geschoßbausiedlung   |
| 111040 | 603 | 06080 | Ortskern Schönau am Königssee, 2-geschoßige Bebauung mit unversiegelten Freiflächen        |
| 111040 | 601 | 06081 | Ortskern Schönau am Königssee, 2-geschoßige Bebauung, ohne Freiflächen                     |
| 111040 | 602 | 06082 | Ortskern Schönau am Königssee, 3-geschoßige Bebauung                                       |
| 111040 | 700 | 06083 | Ortskern Ramsau, 2-geschoßige Bebauung, ohne Freiflächen                                   |
| 111040 | 701 | 06084 | Ortskern Ramsau, 2-geschoßige Bebauung, mit unversiegelten Freiflächen                     |
| 111040 | 703 | 06085 | Ortskern Bischofswiesen, geringer verdichtet   |
| 111040 | 702 | 06086 | Ortskern Bischofswiesen, stark verdichtet  |
| 111040 | 706 | 06087 | Ortskern Markt Schellenberg  |
| 111040 | 704 | 06090 | Ortskern Berchtesgaden, geringer verdichtet  |
| 111040 | 705 | 06091 | Ortskern Berchtesgaden, stärker verdichtet   |

Dienstleistung

|        |     |       |  |
|--------|-----|-------|--|
| 111040 | 175 | 07010 | Öffentliche Gebäude  |
| 111040 | 163 | 07020 | Rathaus  |
| 111040 | 177 | 07030 | Schule   |
| 111040 | 611 | 07031 | Schule mit Internatsgebäuden                               |
| 111040 | 178 | 07040 | Krankenhaus  |
| 111040 | 186 | 07050 | Postamt  |
| 111040 | 176 | 07060 | Kirche   |
| 111040 | 153 | 07100 | Hotel (Normalausstattung)                                  |
| 111040 | 610 | 07101 | Hotel mit gehobener Ausstattung                            |
| 111040 | 150 | 07110 | Gaststätte   |
| 111040 | 154 | 07120 | Berghütte (Alm-, Dienst-, Jagd-, Alpenvereinssh.)          |
| 111040 | 155 | 07021 | Berghütte mit Übernachtungsmöglichkeit                     |
| 111040 | 151 | 07400 | Sport- u. Freizeithalle                                    |
| 111040 | 093 | 07410 | Campingplatz   |
| 111040 | 094 | 07420 | Freibad  |
| 111040 | 802 | 07421 | Hallenbad Berchtesgaden                                    |
| 111040 | 194 | 07430 | Tennisplatz  |
| 111040 | 179 | 07440 | Golfplatz  |
| 111040 | 200 | 07450 | Bob- und Rodelbahn Königssee                               |
| 111040 | 092 | 07460 | Sportplatz   |
| 111040 | 191 | 07470 | Sonstige Sport- und Freizeitflächen                        |
| 111040 | 112 | 07500 | Öffentliche Grünanlage                                     |
| 111040 | 113 | 07600 | Friedhof   |
| 111040 | 801 | 07701 | Hofbräuhaus Berchtesgaden                                  |
| 111040 | 803 | 07702 | Salzbergwerk Berchtesgaden                                 |
| 111040 | 800 | 07703 | Gebäude und Freizeiteinrichtungen der amerikanischen Armee |
| 111040 | 804 | 07704 | Kehlsteinhaus  |
| 111040 | 805 | 07705 | Kirche St. Bartholomä                                      |
| 111040 | 806 | 07706 | Gaststätte St. Bartholomä                                  |

Gewerbe/Industrie/Entnahmestellen

|        |     |       |                                       |
|--------|-----|-------|---------------------------------------|
| 111040 | 062 | 08010 | Industriegebiet/Gewerbegebiet, Bauhof |
| 111040 | 106 | 08020 | Sägewerk/Holzindustrie                |
| 111040 | 108 | 08030 | Lagerhalle, Werfthalle                |
| 111040 | 152 | 08040 | Einkaufszentrum                       |
| 111040 | 149 | 08050 | Tankstelle                            |
| 111040 | 109 | 08100 | Kleingewerbe, Handwerk                |
| 111040 | 148 | 08110 | Erwerbsgärtnerei                      |
| 111040 | 201 | 08200 | Steinbruch                            |
| 111040 | 079 | 08210 | Entnahmestelle, trocken               |
| 111040 | 184 | 08220 | Entnahmestelle, naß                   |

Tab. 4: Landschaftstypen, Fortsetzung

| MAB-PROJEKT-6 |     |         |   |
|---------------|-----|---------|---|
|               |     |         | Ver- und Entsorgung                                 |
| 111040        | 105 |         | 09010 Kläranlage                                    |
|               |     |         | Verkehr   |
| 111040        |     |         | 10001 Bundesstraße ohne Bepflanzung                 |
| 111040        |     |         | 10002 Bundesstraße mit Baumreihe, einseitig         |
| 111040        |     |         | 10003 Bundesstraße mit Allee                        |
| 111040        |     |         | 10004 Bundesstraße mit Begleitgrün (Gehölze)        |
| 111040        |     |         | 10005 Staatsstraße ohne Bepflanzung                 |
| 111040        |     |         | 10006 Staatsstraße mit Baumreihe, einseitig         |
| 111040        |     |         | 10007 Staatsstraße mit Allee                        |
| 111040        |     |         | 10008 Staatsstraße mit Begleitgrün (Gehölze)        |
| 111040        |     |         | 10009 Kreisstraße ohne Bepflanzung                  |
| 111040        |     |         | 10010 Kreisstraße mit Baumreihe, einseitig          |
| 111040        |     |         | 10011 Kreisstraße mit Allee                         |
| 111040        |     |         | 10012 Kreisstraße mit Begleitgrün (Gehölze)         |
| 111040        | 101 | 911 912 | 913 10014 Ortsverbindungsstraße, Sammelstraße       |
| 111040        |     |         | 102 10020 Befestigter Weg                           |
| 111040        |     |         | 104 10021 Feldweg                                   |
| 111040        |     |         | 914 10022 Wanderweg, breit (4-5 m)                  |
| 111040        |     |         | 915 10023 Wanderweg, schmal (1-1.5 m)               |
| 111040        |     |         | 10024 Steig   |
| 111040        |     | 064     | 10030 Forststraße                                   |
| 111040        |     | 065     | 10040 Parkplatz, versiegelt                         |
| 111040        |     | 165     | 10041 Parkplatz, versiegelt, Grünstreifen m. Bäumen |
| 111040        |     | 166     | 10042 Parkplatz, nur Fahrstreifen versiegelt        |
| 111040        |     | 167     | 10043 Als Parkplatz genutzte Wiese                  |
| 111040        |     | 168     | 10044 Temporärer Parkplatz auf Folie (Winter)       |
| 111040        |     | 604     | 10045 Parkplatz auf Schotterrasen                   |
| 111040        |     | 159     | 10100 Fußgängerzone ohne Bäume                      |
| 111040        |     | 605     | 10101 Fußgängerzone mit Bäumen                      |
| 111040        |     | 090     | 10200 Bahnlinie                                     |
| 111040        |     | 091     | 10210 Bahnhofsgebäude                               |
| 111040        |     | 650     | 10211 Bahngelände                                   |
| 111040        |     | 158     | 10300 Schiffsanlegestelle Königssee                 |
| 111040        |     | 156     | 10400 Bergbahnstation, Liftstation                  |
|               |     |         | Sonderstandorte                                     |
| 111040        |     | 115     | 11010 Militärischer Übungsplatz                     |
| 111040        |     | 192     | 11020 Kaserne                                       |
| 111040        |     | 110     | 11100 Mülldeponie                                   |
| 111040        |     | 116     | 11200 Leitwerk, Wehr                                |
| 111040        |     | 120     | 11300 Hangverbauung                                 |
| 111040        |     | 111     | 11400 Bodenaufschüttung                             |

Tab. 5: Zusammengefaßte Landnutzungseinheiten.

| Nr. | Bezeichnung               | Nr. | Bezeichnung           |
|-----|---------------------------|-----|-----------------------|
| 2   | Straße                    | 18  | Gewerbe               |
| 3   | Felsgesellschaften        | 19  | Baumbestand auf Fels  |
| 4   | Gesteinsschutt            | 20  | Lärchenwälder         |
| 5   | Stillgewässer             | 21  | Nadelwälder           |
| 6   | Fließgewässer             | 22  | Mischwälder           |
| 7   | Feuchtstandorte           | 23  | Laubwälder            |
| 8   | Uferfluren                | 24  | Jungwälder            |
| 9   | Wald auf Feuchtstandorten | 25  | Kahlschlagflächen     |
| 10  | Bauernhöfe                | 26  | Baumgruppen           |
| 11  | Einzelhäuser              | 27  | Strauchgesellschaften |
| 12  | Siedlungen                | 28  | Almflächen            |
| 13  | Berghütten                | 29  | Buckelwiesen/Hutungen |
| 14  | Ortskerne                 | 30  | Wiesen/Weiden         |
| 15  | Sportanlagen              | 31  | Alpine Rasen          |
| 16  | Campingplätze             | 33  | Grünanlagen           |
| 17  | Parkplätze                |     |                       |

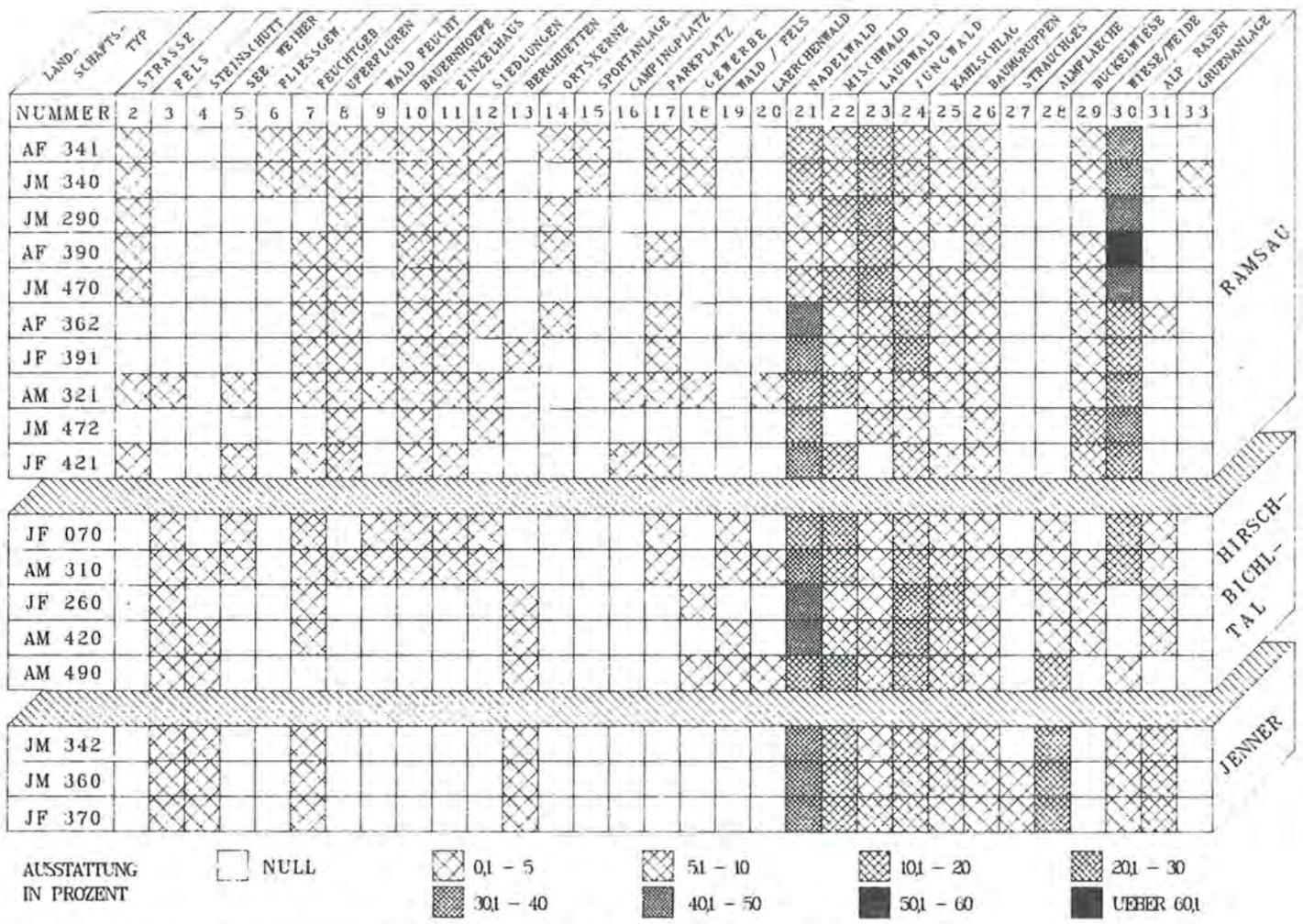


Abb. 1a: Ausstattung der Homeranges für jeden Fuchs (AF341 bis JF370) nach Landschaftstypen in %.

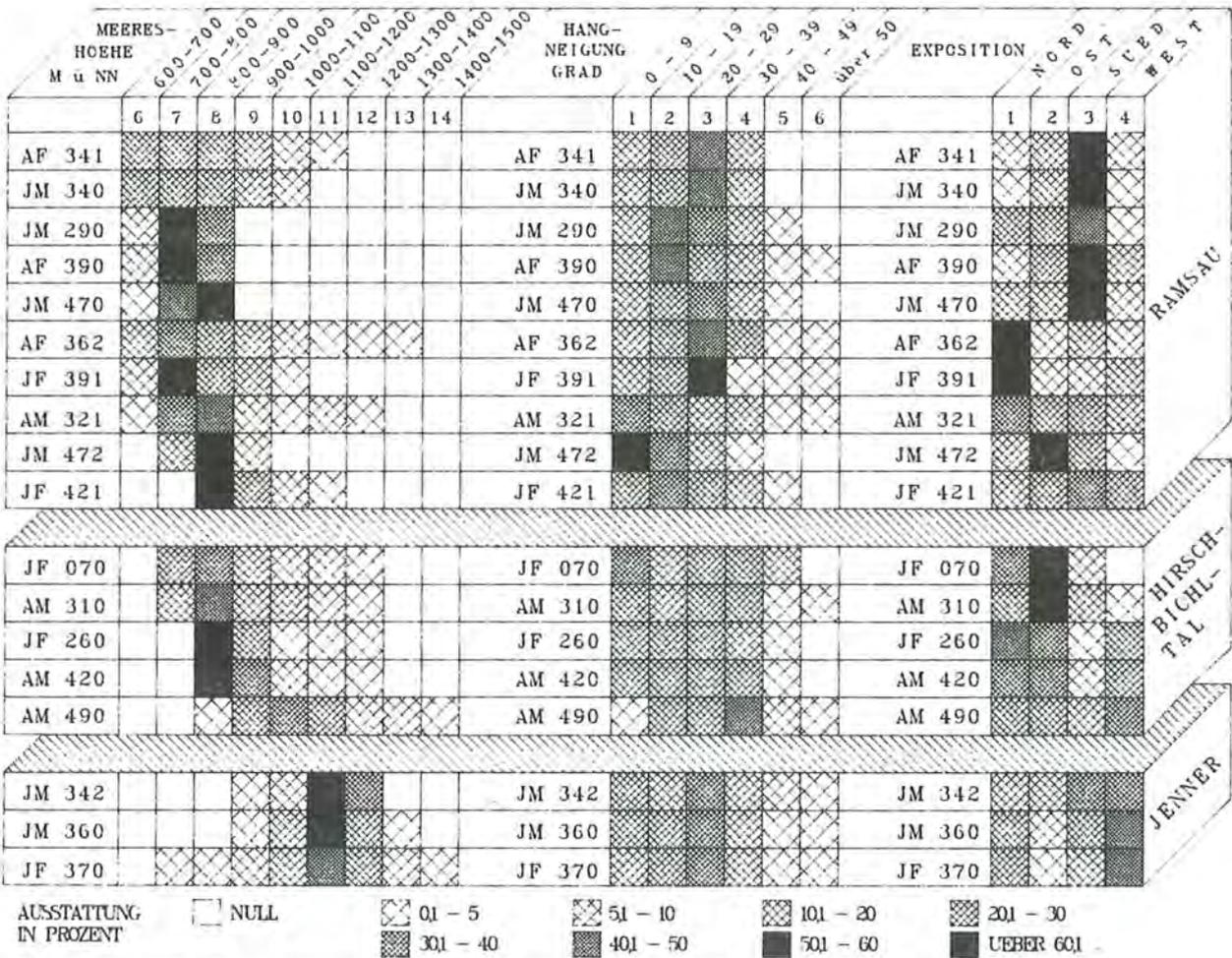


Abb. 1b: Ausstattung der Homeranges für jeden Fuchs nach Meereshöhe, Hangneigung und Exposition in %.

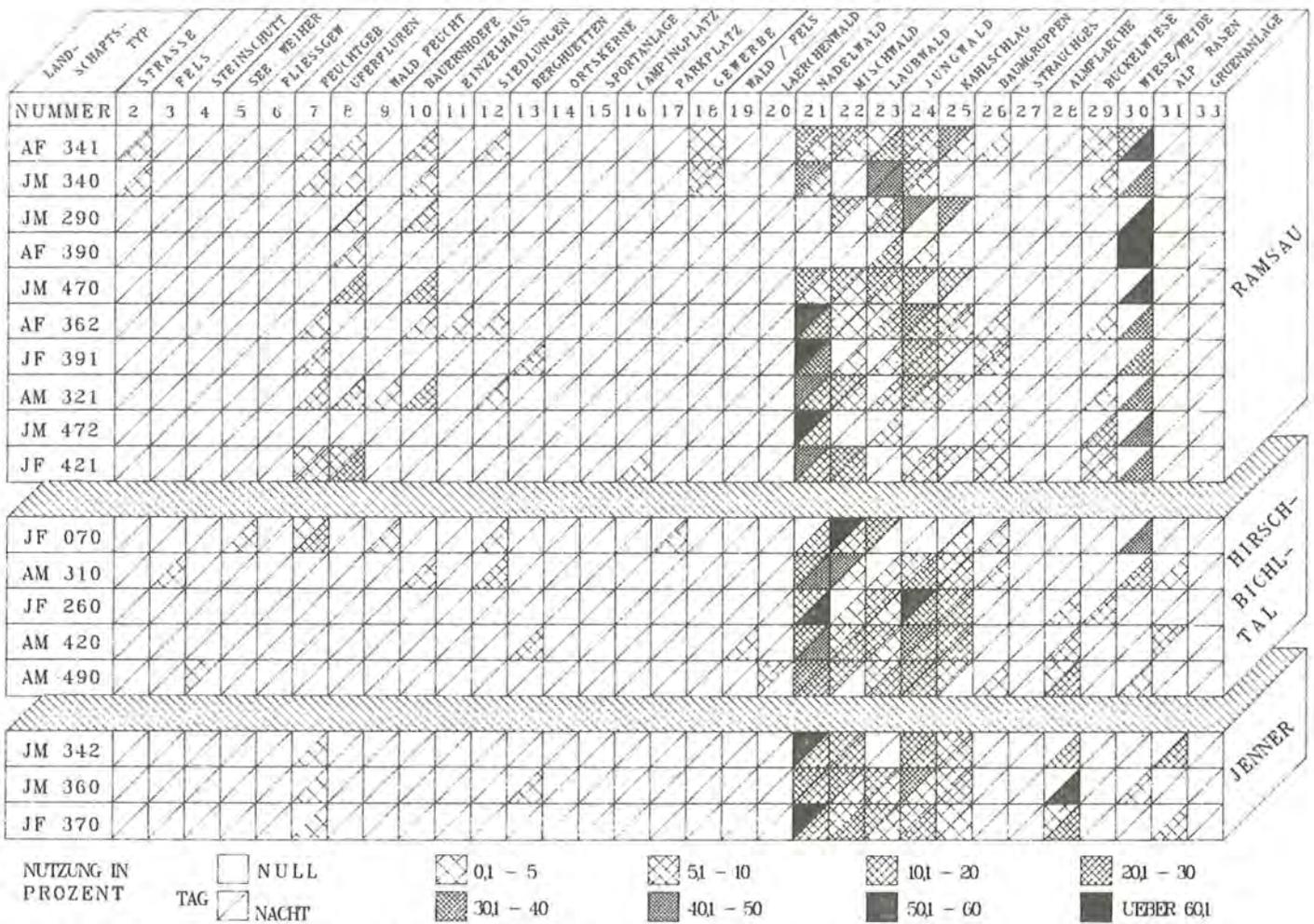


Abb. 2a: Nutzungshäufigkeit der Landschaftstypen in % nach Tag und Nacht differenziert.

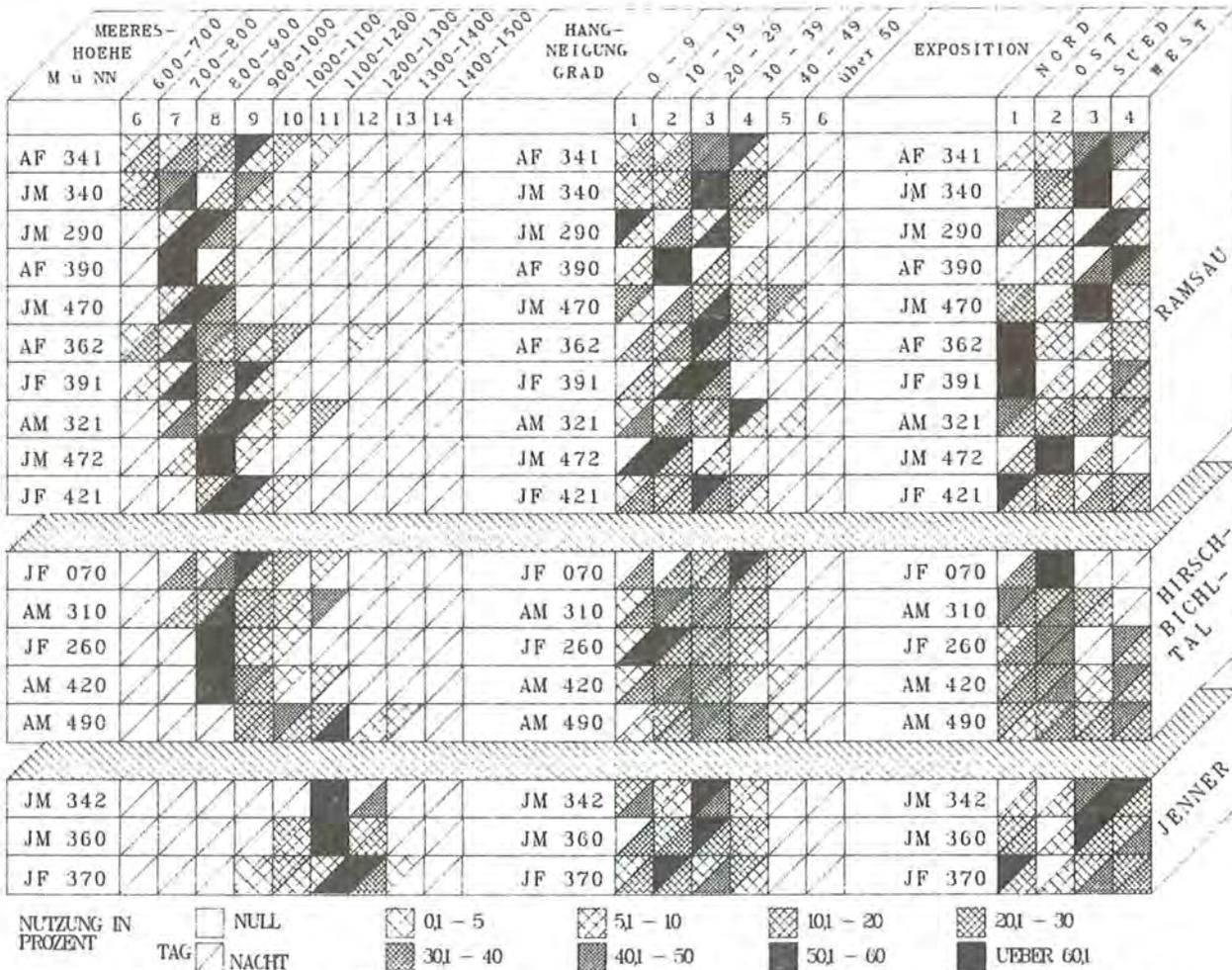


Abb. 2b: Nutzungshäufigkeit der Höhen- und Neigungsstufen sowie der Expositionen in % nach Tag und Nacht differenziert.

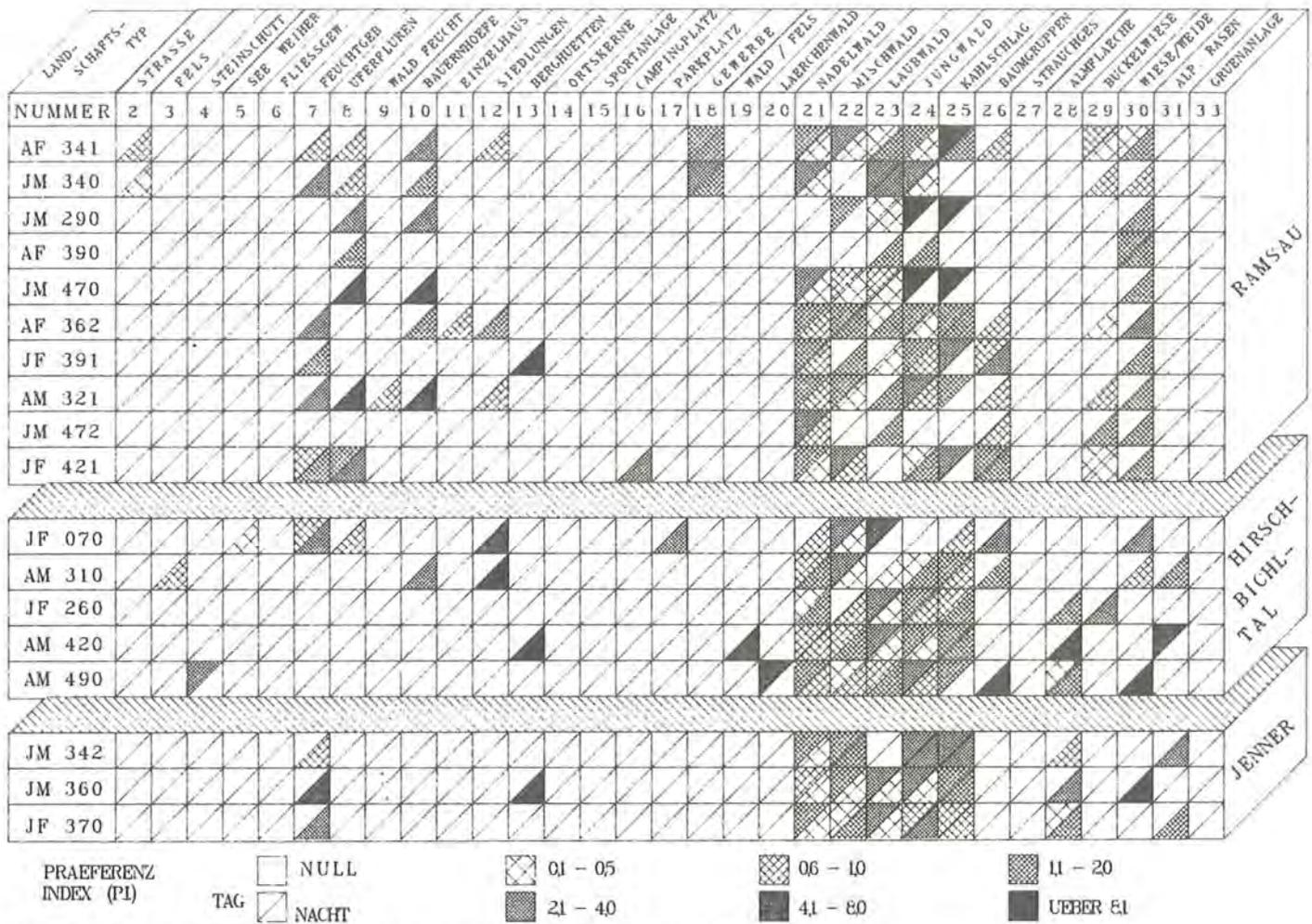


Abb. 3a: Präferenzindizes für die Landschaftstypen nach Tag und Nacht differenziert.

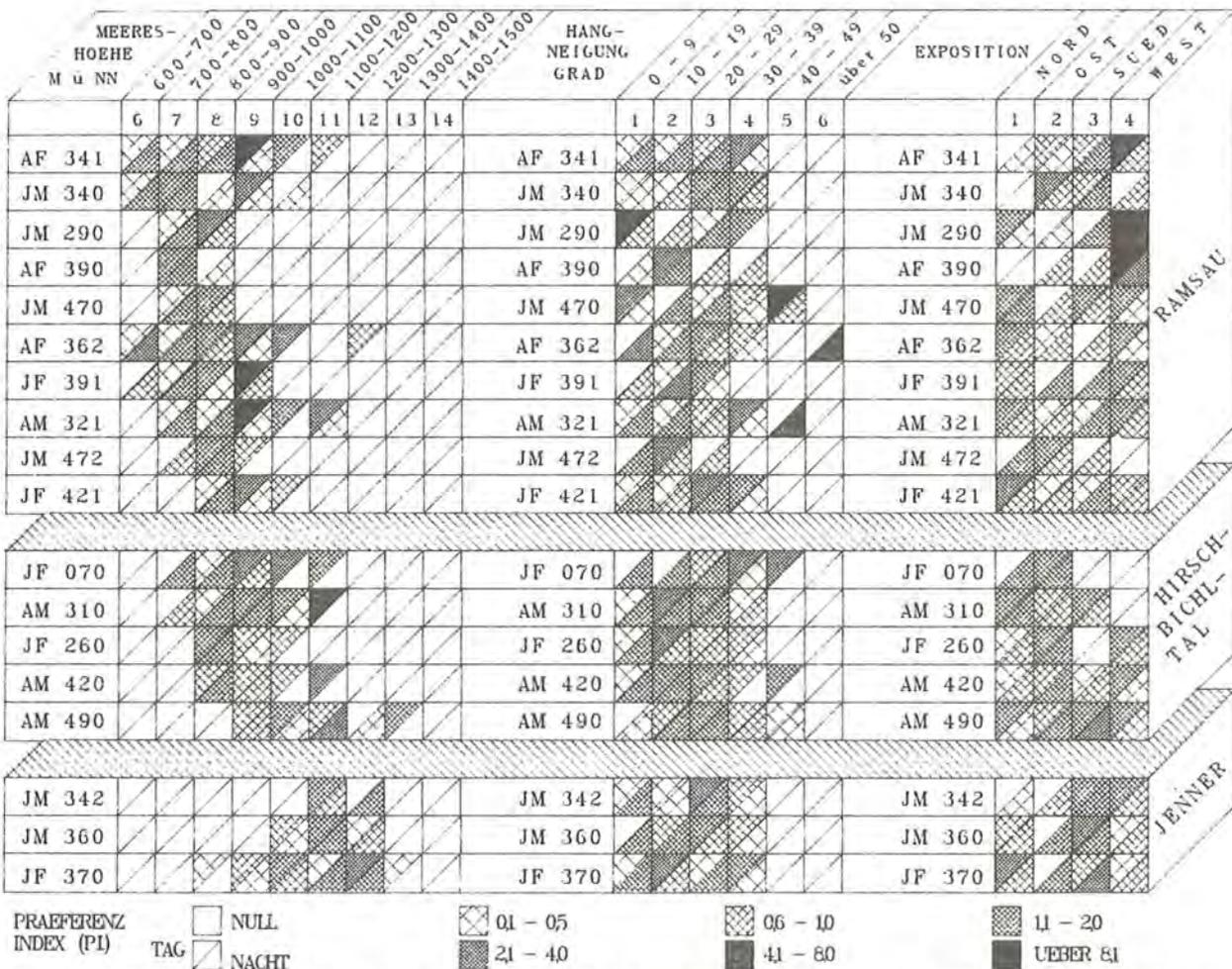


Abb. 3b: Präferenzindizes für die Höhen- und Neigungsstufen sowie für Expositionen in % nach Tag und Nacht differenziert.

# Danksagung

Mein herzlicher Dank gilt Herrn Prof. Moeller für die wissenschaftliche Betreuung des Themas und für das erste Gutachten der Arbeit. In mehreren Gesprächen hat er mir wertvolle Unterstützung vermittelt.

Herrn Prof. Ludwig gilt mein Dank für die Übernahme des zweiten Gutachtens.

Ganz besonders möchte ich Herrn Dr. Röben (†) danken, der durch sein persönliches Engagement die Untersuchungen ermöglicht hat.

Dem Leiter der Nationalparkverwaltung, Herrn Dr. Zierl, gebührt Dank für die Erlaubnis zur Durchführung der Arbeit im Nationalpark Berchtesgaden und für die Bereitstellung der notwendigen finanziellen Mittel.

Herr Dr. d'Oleire-Oltmanns hat mich in meiner Arbeit durch unzählige Diskussionen fruchtbar unterstützt und dankenswerterweise viele bürokratische Notwendigkeiten erledigt. Darüber hinaus hat er, gemeinsam mit Herrn Dr. Wunder und Frau Dr. Schuster, die Durchsicht des Manuskriptes übernommen. Ebenfalls möchte ich meinem Vater, Frau Müller und Frau Michel für ihre kritische Durchsicht des Manuskriptes danken. Allen Mitarbeitern der Nationalparkverwaltung gilt mein Dank für deren tägliche Unterstützung. Ganz besonders möchte ich Herrn Krüger für seine große Hilfsbereitschaft auf technischem Gebiet danken; sein engagierter und persönlicher Einsatz reichte in alle Bereiche der Arbeit hinein. Herr Vogt hat die Bereitstellung klimatologischer Daten ermöglicht und war in vielen Gesprächen bei der Lösung edv-technischer Schwierigkeiten sehr behilflich.

Für die gemeinsame Kontrolle der Fallen ist Herrn Dr. Föhrenbach wie Herrn Stanggassinger und Herrn Rasp (†) zu danken. An dieser Stelle ist auch die hilfreiche Mitarbeit der Jägerschaft hervorzuheben, insbesondere sind hier die Berufsjäger Herr Aschauer, Herr Gimmelsberger, Herr Gröll, Herr Obraczka, Herr Piatke und Herr Schellmoser zu nennen, die mir auch die ihnen bekannten Fuchs- und Dachsbau im Gelände zeigten. Herr Gröll hat dankenswerterweise während meiner Untersuchungen die Jagd auf den Fuchs in seinem Revier eingestellt. Ebenso ist allen Mitarbeitern des Forstamtes Berchtesgaden zu danken, die u.a. die Benützung der Diensthütten ermöglicht haben.

Herrn Dr. Langenscheidt sei für seine mühevollen und zeitintensive Bestimmung der geologischen und geomorphologischen Verhältnisse der Baugebiete und für zahlreiche Diskussionen zu diesem Thema gedankt. Herr Dr. Haslett hat die Korrektur des englischen Summary übernommen. Herr Seeger hat mich während vieler Wochen bei der Feldarbeit sehr hilfreich und engagiert unterstützt.

Danken möchte ich der Firma ESRI und ihren Mitarbeitern, die ihre EDV-Anlage zur Erstellung von Karten zur Verfügung gestellt hat. Hervorheben möchte ich die große Hilfsbereitschaft von Herrn Breit, Herrn Puff und Herrn Jung, die mir bei der Anwendung der ARC/INFO-Software größtmögliche Unterstützung zuteil werden ließen.

Am Schluß möchte ich mich ganz besonders herzlich bei Frau Hacker und Frau Auer für ihre stets rasche Erledigung all der vielen bürokratischen Arbeiten bedanken, die mit meiner Arbeit verbunden waren.

Allen auch hier nicht genannten Personen, die mich in den Jahren meiner Untersuchungen hilfreich begleitet haben, sei hier von Herzen gedankt.

# Anwendung der Untersuchungen über das Raum-Zeit-Verhalten des Rotfuchses für die Tollwutimpfung im Nationalpark Berchtesgaden

W. d'Oleire-Oltmanns

## 1. Auftreten der Tollwut

Nachdem die Tollwut erstmals in den siebziger Jahren das Untersuchungsgebiet erreicht hatte, war nach einem heftigen Ausbruch wieder vollständige Ruhe eingekehrt. Auffällig war in den letzten Jahren ein sporadisches Auftreten im weiteren Umfeld des Nationalparks. Erst im Jahre 1987 kam es zu einer deutlichen Erhöhung der Fälle, besonders in den südlichen und östlichen Gebieten. Dabei bildeten die Gebirgsstöcke des Hagengebirges und des Steinernen Meeres sicher ein wichtiges Hindernis für das seuchenhafte Eindringen erkrankter Tiere in den Talkessel von Berchtesgaden. Anfang 1988 traten recht plötzlich in kurzer Zeit eine Reihe von Tollwutfällen im Gebiet auf. Ein Schwerpunkt bildete dabei der östliche Teil, insbesondere in Gebieten mit einer sehr reich strukturierten Landschaft und großen Anteilen an Feld-Waldgrenzen. Diese Naturräume haben hohe Anteile an nutzbaren Flächen sowohl hinsichtlich der Ruhebedürfnisse als auch für den Nahrungserwerb der Füchse (Berberich, 1989).

## 2. Lebensraumverteilung im Nationalpark und Umland

Das räumliche Muster der tageszeitlich unterschiedlich vom Fuchs genutzten Lebensraumelemente ist von großer Bedeutung für die Dichte einer Fuchspopulation. Dabei können für den Bereich der Gebirge einige Grundsätzlichkeiten hervorgehoben werden.

Für die Dichte der Fuchspopulation ist das Verhältnis der einzelnen Nutzungsgebiete zueinander von großer Bedeutung. So finden wir in den großen zusammenhängenden Waldgebieten Jugoslawiens nur geringe Fuchsdichten (Cop, mündl. Mitt.). Die Fuchsdichte nimmt in großen geschlossenen Waldgebieten offenbar mit zunehmender Entfernung von den besiedelten Räumen ab. Dabei bleibt die Dichte im Gebirge, bedingt durch die zunehmende Höhenlage nach oben hin, gering; der Waldrand an der Waldgrenze hat keinen dichtefördernden Effekt. Am höchsten erscheint die Fuchsdichte im Übergangsbereich zwischen den mittelalterlichen Rodungen und dem hangbegleitenden Waldgürtel. Hier findet der Fuchs auf engstem Raum sowohl im Wald das notwendige Sicherheitsbedürfnis erfüllt, als auch auf den Wiesen und Almen und an den Höfen die notwendige Nahrung.

Kleine Wald- und Felsinseln in den Rodungsgebieten erhöhen den Strukturreichtum zusätzlich. Obwohl der Gebirgswald nur einen Streifen entlang der Hänge bildet, ist er in seiner Wirkung als Lebensraum mit der darüberliegenden waldfreien Zone einem großen Waldkomplex vergleichbar. Nur dort, wo durch die Almwirtschaft in diesem Gürtel Rodungsinseln geschaffen wurden, sind ähnliche Verhältnisse wie im Tal.

Diese für Gebirgsgebiete als allgemeingültig anzunehmenden Verteilungsstrukturen des Fuchses (vergl. Boitani et al., 1984) bedingen, daß im Nationalpark von dessen 21 000 ha Fläche vom Fuchs etwa 9 500 ha genutzt werden (Tab. 1). Auf den restlichen Flächen kommt der Fuchs nur sporadisch vor. Die Nutzung durch den Fuchs auf den Flächen des Untersuchungsgebietes ist in Abb. 1 dargestellt. Da im Vorfeld die Siedlungen und auch die daran angegliederten Wälder liegen, ergeben sich die hohen Nutzungsanteile. Dies unterstreicht die These, daß Wälder mit den darüberliegenden alpinen Gebieten wie große Waldkomplexe betrachtet werden können.

Tab. 1: Im Nationalpark Berchtesgaden vom Fuchs genutzte Flächen (Berberich, 1989).

|                         | Hektar | %    |
|-------------------------|--------|------|
| überwiegend am Tag      | 4099,4 | 19,7 |
| überwiegend nachts      | 1433,0 | 6,9  |
| am Tag und in der Nacht | 3895,5 | 18,7 |
| total                   | 9427,9 | 45,3 |

## 3. Jagdsituation

Seit der Gründung des Nationalparks ruht die Jagd auf den Füchse. Die Nutzung des Gebietes durch den Fuchs zeigt jedoch, daß größere Teile der Population in das Vorfeld wechseln, insbesondere subadulte Rüden während der herbstlichen Migrationsphase, und hier einem gewissen Jagddruck unterliegen.

Dennoch kann man davon ausgehen, daß große Anteile der Nationalparkpopulation in territorial und sozial stabilen Verhältnissen leben (vergl. Macdonald, 1979, 1987; Zimen, 1982).

Lediglich durch die Abwanderung der Jungtiere in das bejagte Gebiet ist die Situation einer selbstregulierenden Population nicht gegeben. Für den Nationalpark war es eine wichtige Entscheidung, nach dem Auftreten der Tollwut am Rand des Gebietes sofort an einer Feld-Immunsierung teilzunehmen, um ein eventuelles Eindringen der Seuche in den Nationalpark möglichst zu verhindern.

## 4. Die Durchführung der Feld-Immunsierung im Nationalpark Berchtesgaden

Aufgrund der Tollwutfälle wurde eine Impfkation durch die Veterinärverwaltung – nach deren Richtlinien – veranlaßt. Da bereits in der Planungsphase seitens der Veterinärverwaltung Kontakt zur Natio-

NATIONALPARK BERCHTESGADEN  
TOLLWUT – FELDIMMUNISIERUNG  
1988

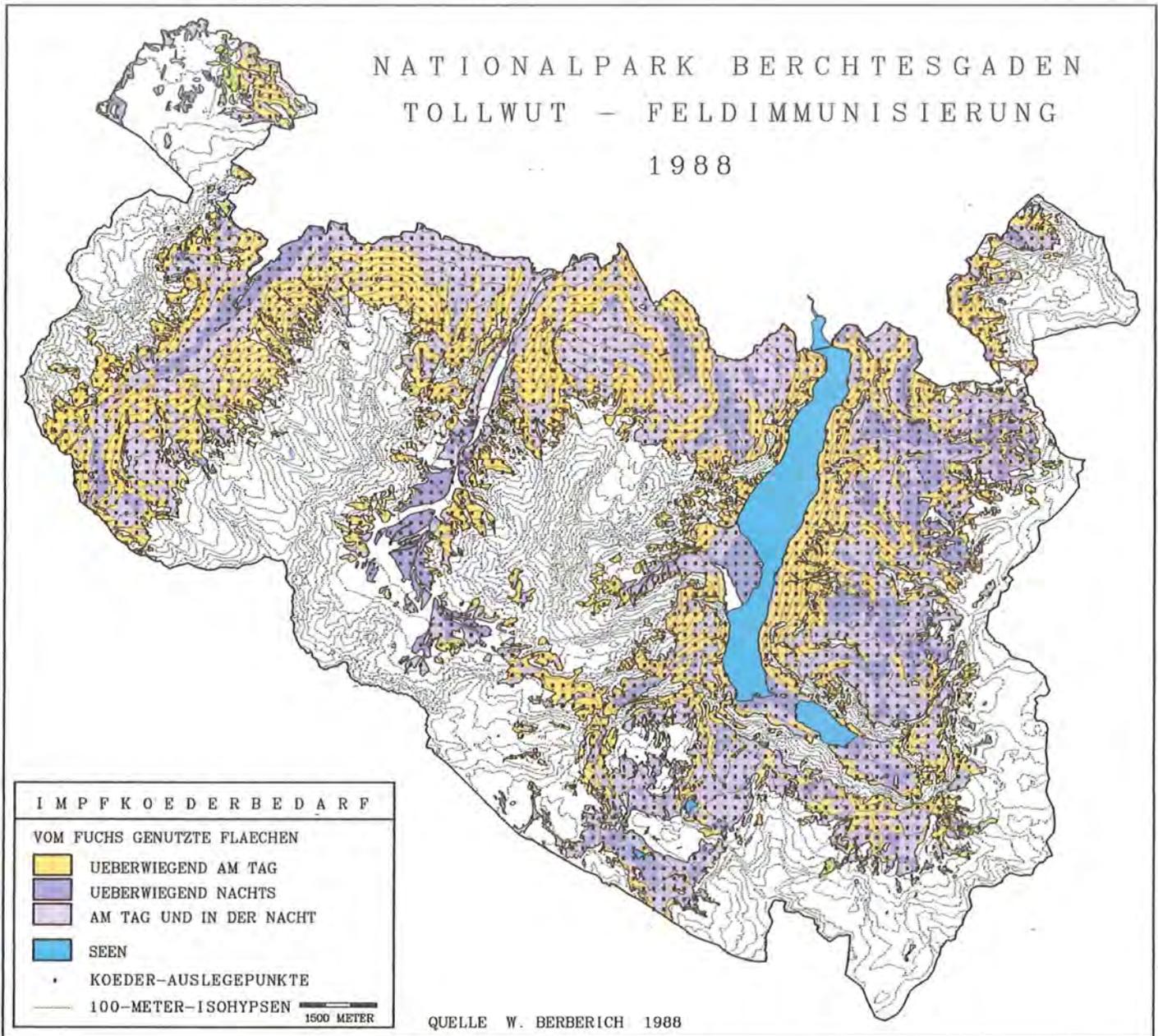


Abb. 1: Im Nationalpark Berchtesgaden vom Fuchs genutzte Flächen mit Köder-Auslegungspunkte.

nationalparkverwaltung hergestellt wurde, konnten die Ergebnisse der Fuchsstudie für die Planung der Feld-Immunsierung in dem Gebiet des Nationalparks herangezogen werden. Nach den Richtlinien der Veterinärverwaltung sollte pro vier Hektar ein Köder ausgelegt werden. Für das Gebiet des Nationalparks wären somit 5250 Köder notwendig gewesen. Da jedoch große Flächen des Gebietes vom Fuchs nur sporadisch oder nicht genutzt werden, andere dagegen sehr häufig, erschien dieses Vorgehen nicht empfehlenswert. Durch die tageszeitlich bedingten „Wanderungen“ der Füchse aus den höherliegenden Waldgebieten in die Täler und auf die Almen, ergab sich die Möglichkeit, in den „Transitgebieten“ mit einer verdichteten Beköderung eine hohe Annahmerate der Köder zu erreichen.

Die Fläche, die zu beködern war, reduzierte sich somit auf die vom Fuchs genutzten Flächenanteile. Die Auslegungspunkte im Übergangsbereich zu den Rodungsgebieten der Tallagen wurden verdichtet. Nach diesem Verfahren ergab sich ein Köderbedarf von

2400 Stück (Abb. 1). Damit wurde die Anzahl der auszubringenden Köder auf weniger als die Hälfte reduziert.

##### 5. Die Übertragbarkeit der Methode auf andere Gebiete

Die Übertragung der angewandten Methode auf alpine Lebensräume scheint weitgehend gegeben. Die räumliche Verteilung der unterschiedlichen Lebensraumanteile ist im Grundsatz ähnlich. Der siedelnde Mensch nutzt die Täler oder unteren Hanglagen je nach den geomorphologischen Gegebenheiten. Somit ist die Ausgangssituation im Prinzip wie in den Untersuchungsgebieten von Berberich (1989). Es ergeben sich daraus einige Kombinationsmöglichkeiten: In einem Fall liegt die Siedlung im Talbereich und darüber der Wald mit anschließendem Hochgebirge; im anderen Fall liegen Siedlungsstrukturen auf einer Verebnung am Hang, ober- und unterhalb von Wald begrenzt. Diese beiden Extreme können verschieden abgewandelt sein, etwa so, daß auf eine Siedlung ein

breiter Waldstreifen, dann ein Almgebiet, erneut ein Waldstreifen und wieder ein Almgebiet folgt. Der Rotfuchs nutzt die Waldgebiete während des Tages.

Diese Landschaften mit möglicherweise mehrfach unterbrochenen Wäldern haben einen entsprechend hohen Wald-Feld-Grenzindex. Hier ist mit einer erhöhten Fuchsdichte zu rechnen. Liegt über der Siedlungsfläche lediglich der Waldgürtel mit nach oben angrenzender alpiner Region, werden die unteren Randgebiete des Waldes intensiver genutzt. Daraus leiten sich die entsprechenden Strategien für die Ausbringung der Impfköder ab. An allen Wald-Feldgrenzen ist eine intensive Beköderung notwendig, die die Waldstreifen vollständig erfassen sollte. Desweiteren sind die Ränder aller Linearstrukturen wie Wege, Bäche u.a. gut mit Impfköder zu versehen, da diese Strukturen vom Fuchs überproportional genutzt werden.

Durch die Anwendung der Ergebnisse aus der Untersuchung zum Raum-Zeit-System des Fuchses im Bergland ist es möglich, einige Grundsätze für die Verteilung von Füchsen in diesem Lebensraum zu beschreiben. Die Kenntnis dieses Raum-Zeit-Systems ermöglicht es, Gebiete unterschiedlicher Nutzungsintensität festzulegen. Daraus können im Gebirge oder in großen Waldgebieten Räume beschrieben werden, auf denen bei einer Feld-Immunsierung eine Ausbringung der Köder besonders er-

folgversprechend erscheint. Große zusammenhängende Waldkomplexe und alpine Bereiche mit hoher Reliefenergie scheinen als Barrieren für die Ausbreitung der Tollwut gewertet werden zu müssen. Somit können Impfgürtel besonders effektiv entlang der großen Flußläufe und Talschaften gelegt werden. Da es sich stets um vergleichbar geringe Flächenanteile des Gesamtgebietes handelt und zudem um die meist besser erreichbaren, kann der Aufwand für eine Feld-Immunsierung hinsichtlich der Köderzahl, des Zeitaufwandes für die Ausbringung und der Kosten deutlich reduziert werden.

#### Literatur

- BERBERICH, W. (1989): Das Raum-Zeit-System des Rotfuchses. Nationalpark Berchtesgaden, Forschungsbericht 17, 71 S.
- BOITANI, L. et al. (1984): Ranging Behaviour of the Red Fox in the Gran Paradiso National Park (Italy). *Boll. Zool.* 51:275-284.
- MACDONALD, D. W. (1979): „Helpers“ in Fox Society. *Nature*, Lond., 282, 69-71.
- MACDONALD, D. W. (1987): *Running with the Fox*. Unwin Hyman. Lond., 224 S.
- ZIMEN, E. (1982): Tollwut, Fuchs, Mensch – Forschungsergebnisse, Überlegungen und offene Fragen. *Die Pirsch*, Heft 6, 7, 8.

In der Reihe der Forschungsberichte sind erschienen:

- Nr. 1 G. Enders  
**Theoretische Topoklimatologie**
- Nr. 2 R. Bochter, W. Neuerburg, W. Zech  
**Humus und Humusschwund im Gebirge**
- Nr. 3 Herausgeber Nationalparkverwaltung  
**Zur Situation der Greifvögel in den Alpen**
- Nr. 4 G. Enders  
**Kartenteil: Theoretische Topoklimatologie**
- Nr. 5 O. Siebeck  
**Der Königssee – eine limnologische Projektstudie**
- Nr. 6 R. Bochter  
**Böden naturnaher Bergwaldstandorte auf carbonatreichen Substraten**
- Nr. 7 Herausgeber Nationalparkverwaltung  
**Der Funtensee**
- Nr. 8 H. Schmid-Heckel  
**Zur Kenntnis der Pilze in den Nördlichen Kalkalpen**
- Nr. 9 R. Boller  
**Diplopoden als Streuzersetzer in einem Lärchenwald**
- Nr. 10 E. Langenscheidt  
**Höhlen und ihre Sedimente in den Berchtesgadener Alpen**
- Nr. 11 Herausgeber Nationalparkverwaltung  
**Das Bärenseminar**
- Nr. 12 H. Knott  
**Geschichte der Salinenwälder von Berchtesgaden**
- Nr. 13 A. Manghabati  
**Einfluß des Tourismus auf die Hochgebirgslandschaft**
- Nr. 14 A. Spiegel-Schmidt  
**Alte Forschungs- und Reiseberichte aus dem Berchtesgadener Land**
- Nr. 15 H. Schmid-Heckel  
**Pilze in den Berchtesgadener Alpen**
- Nr. 16 L. Spandau  
**Angewandte Ökosystemforschung im Nationalpark Berchtesgaden**
- Nr. 17 W. Berberich  
**Das Raum-Zeit-System des Rotfuchses**
- Nr. 18 U. Mäck, R. Bögel  
**Untersuchungen zur Ethologie und Raumnutzung von Gänse- und Bartgeier**
- Nr. 19 B. Dittrich, U. Hermsdorf  
**Biomonitoring in Waldökosystemen**
- Nr. 20 F. Kral, H. Rall  
**Wälder – Geschichte, Zustand, Planung**
- Nr. 21 M. Klein, R.-D. Negele, E. Leuner, E. Bohl, R. Leyerer  
**Fischbiologie des Königssees: Fischereibiologie und Parasitologie**
- Nr. 22 W. Traunspurger  
**Fischbiologie des Königssees: Nahrungsangebot und Nahrungswahl – Bd. I**
- Nr. 23 R. Gerstmeier  
**Fischbiologie des Königssees: Nahrungsangebot und Nahrungswahl – Bd. II**

