

HEIKO G. RÖDEL, Bayreuth; HOLGER EBERSBACH, Halle; MICHAEL STUBBE, Halle

Nahrungsökologie des Steinmarders (*Martes foina*): Die Bedeutung erbeuteter Säugetiere*

Schlagworte/key words: Steinmarder, *Martes foina*, Nahrungsökologie, Hakel, Harzvorland

Einleitung

Der Steinmarder *Martes foina* (ERXLEBEN, 1777) ist eine der häufigsten Raubsäugerarten Eurasiens mit einer großflächigen Verbreitung. Er besiedelt ein Areal, das sich über große Teile Mittel- und Südeuropas sowie Klein- und Mittelasiens bis in die westliche Mongolei und nach China erstreckt (STUBBE 1993). Aufgrund der überwiegend nächtlichen Aktivität und der hohen Mobilität des Steinmarders beschränkten sich bisherige Freilanduntersuchungen größtenteils auf die Nahrungsspektren. Für Europa liegen hierzu zahlreiche Daten aus unterschiedlichen Regionen vor (z.B. WAECHTER 1975, DELIBES 1978, TESTER 1986, ANSORGE 1989, MARCHESI et al. 1989, LODE 1994, BERTOLINO & DORE 1995, MARTINOLI & PREATONI 1995). Die Untersuchungen belegen eine stark omnivore Ernährungsweise des Steinmarders, abhängig vom saisonalen und regionalen Nahrungsangebot. Erst der Einsatz radiotelemetrischer Untersuchungsmethoden ermöglichte gezieltere Aussagen zur Ernährung des Steinmarders unter Berücksichtigung seiner Habitatnutzung (SKIRNISSON 1986, GENOVESI et al. 1994).

Im Rahmen unserer Studie im Waldgebiet Hakel (Sachsen-Anhalt) und der umliegenden intensiv landwirtschaftlich bewirtschafteten Feldflur wurden Untersuchungen zur Ökologie des Steinmarders mittels Telemetrie und Habitatanalysen, Kotanalysen und Aufnahmen zur Nahrungsverfügbarkeit durchgeführt. Um Zusammenhänge zwischen Verfügbarkeit von Nahrungsressourcen und deren Nutzung durch den Steinmarder zu erfassen, wurden Nahrungsspektren und Raumnutzung von Einzeltieren untersucht.

In der vorliegenden Arbeit wird die Bedeutung verschiedener Säugetierarten als potentielle Beute für den Steinmarder dargelegt. Speziell Kleinnager, die während des ganzen Jahres aktiv und in schwankenden Dichten präsent sind, boten die Möglichkeit, Abhängigkeiten der Ernährung des Steinmarders von dieser Ressource zu prüfen. Darüber hinaus wurden Wechselwirkungen mit Verfügbarkeiten weiterer nachgewiesener Nahrungsbestandteile untersucht. Die beispielhafte Untersuchung der Ernährung einzelner Steinmarder stand dabei im Mittelpunkt.

Untersuchungsgebiet

Die Studie erfolgte im Naturschutzgebiet Hakel (Sachsen-Anhalt) sowie in dessen näherer Umgebung. Der Hakel (26° 53' N, 57° 60' E) liegt mit einer Gesamtfläche von 1300 ha als markante Waldinsel in großflächiger Agrar-

* Die Studie wurde gefördert durch das Kultusministerium des Landes Sachsen-Anhalt unter FKZ 009A 082182.

landschaft am westlichen Rand des Mittel-deutschen Trockengebietes. Als Hauptholzart kommt die Traubeneiche (*Quercus petraea*) vor. Sie ist in über 60% des Waldgebietes vergesellschaftet mit der Linde (*Tilia cordata*) und in 20% als Eichen-Hainbuchen-Mischwald (*Quercus spec. – Carpinus betulus*) vertreten (STUBBE 1971, MICHEL 1995). Erwähnenswert ist außerdem der hohe Anteil an Wildobstgehölzen (*Cerasus avium*, *Pyrus pyrastrer*). In Bereichen schwächerer Lößbodenauflage sind zwischen den umliegenden, großflächigen Äckern vereinzelt kleine Feldgehölze eingestreut. Ähnlich wie am Waldrand des Hakels findet sich dort ein charakteristisch hoher Anteil an Hecken mit fruchtetragenden Gehölzarten (*Cerasus avium*, *Crataegus spec.*, *Ligustrum vulgare*, *Prunus domestica*, *Prunus spinosa*, *Rosa canina*, *Sambucus nigra*, *Sorbus aucuparia*).

Material und Methoden

Kleinsäugerverfügbarkeit

Während des Untersuchungszeitraumes von April 1996 bis Juni 1997 wurden alle zwei Monate an drei Standorten im Waldgebiet (Altbestand, Stangenholz gleicher Altersklasse und Jungwuchs) und im Bereich Waldrand/Hecke

Kleinsäugerfänge durchgeführt. Zusätzliche Fänge in der Feldflur erfolgten im Mai/Juni und Juli/August 1996. Die verwendeten Fallenreihen mit jeweils 30 Schlagfallenpaaren wurden mit Erdnuß und Brot beködert. Bei täglicher Kontrolle und Köderergänzung waren die Fallen für 72 Stunden im Einsatz. Ziel der Fänge war (1) die Ermittlung der Kleinsäugerspektren, (2) die Aufnahme saisonaler Schwankungen der relativen Dichten verschiedener Kleinsäugerarten und (3) deren Standortabhängigkeit.

Um eine Unabhängigkeit der Fänge zu den verschiedenen Terminen zu erreichen, wurden die Fallenreihen jeweils um mindestens 50 m verlegt. Eine Auslagerung der Kleinsäugerfanggebiete aus den bekannten Streifgebieten der telemetrierten Steinmarder verhinderte eine Einflußnahme auf die untersuchten Tiere.

Radiotelemetrie der Steinmarder

Im Zeitraum Juni 1996 bis Juni 1997 konnten fünf Steinmarder in Holzkastenfallen (Durchlauf-Kastenfalle, Innenmaße: 22 x 22 x 120 cm) gefangen und mit Halsbandsendern (Wagener L-1/ER3 [A] Marder ext. Ant.) versehen werden. Die Ortung der Tiere erfolgte ein- bis dreimal pro Nacht. Verwendet wurde dazu ein portables Empfangsgerät (YAESU Ft-290 R/II)

Tabelle 1 Daten der telemetrierten Steinmarder

Tier ¹	Alter	Anzahl Fixpunkte	Zeitraum der telemetrischen Untersuchung	Fläche des Aktionsraumes	Anteile der Habitatstrukturen am Aktionsraum	
M1	adult	133	08/1996 – 04/1997	123,2 ha ²	Waldgebiet:	98,4%
					Hecke/Feldgehölz:	1,1%
					Feldflur:	0,5%
F1	adult	114	06/1996 – 01/1997	29,2 ha ²	Waldgebiet:	0,0%
					Hecke/Feldgehölz:	23,2%
					Feldflur:	76,8%
F2	adult	23	11/1996 – 01/1997	20,2 ha ³	Waldgebiet:	3,4%
					Hecke/Feldgehölz:	3,1%
					Feldflur:	93,5%
F3	adult	17	04/1997	14,0 ha ³	Waldgebiet:	6,1%
					Hecke/Feldgehölz:	4,0%
					Feldflur:	89,9%
F4	subadult	49	04/1997 – 06/1997	28,4 ha ²	Waldgebiet:	100,0%
					Hecke/Feldgehölz:	0,0%
					Feldflur:	0,0%

¹ F = ♀; M = ♂ ² Cluster Analyse (100%) ³ Minimum Convex Polygon (100%)

mit H-Handantenne. In Tabelle 1 sind die jeweiligen Untersuchungszeiträume der Einzeltiere aufgeführt. Aktionsraumgrößen wurden mittels Cluster Analyse und bei geringer Anzahl von Peilungen (< 25) mit Hilfe der Minimum Convex Polygon Methode abgeschätzt (WHITE & GARROTT 1990). Vom Untersuchungsgebiet wurde eine Karte mit den Habitatstrukturen Feldflur, Hecke/Feldgehölz und Waldgebiet, bestehend aus Altbestand, Jungwuchs, Stangenholz und Waldrand digitalisiert. In Tabelle 1 sind die errechneten Anteile der Habitatstrukturen an den ermittelten Aktionsräumen der Steinmarder aufgeführt. Alle Berechnungen zu den Aktionsräumen der Steinmarder erfolgten mit dem Computerprogramm RANGES V, Version 2.00 (KENWARD & HODDER 1995, Lizenz-Nr. 175). Für die Steinmarder M1, F1 und F4 war es aufgrund der Anzahl der Ortungen möglich Habitatpräferenzen zu ermitteln. Dabei zeigten sich bei Männchen M1 und Weibchen F4 für alle zweimonatigen Intervalle in den Untersuchungszeiträumen überproportionale Aktivitäten in den Strukturen Jungwuchs und Waldrand. Das Weibchen F1 präferierte die Struktur Hecke/Feldgehölz.

Sammlung und Analyse der Kotproben

Von April 1996 bis Juni 1997 wurden insgesamt 315 individuell zugeordnete Kotproben gesammelt (Tabelle 2). Dabei wurden alle zwei Wochen für mehrere Tage die bekannten Tagesverstecke der telemetrierten Tiere abgesucht. Bei Neuschnee war es teilweise möglich, ausgehend vom Tages Schlafplatz, auf den Spuren der bekannten Steinmarder Kotproben zu finden. Kotproben der Weibchen F1 und F3

wurden auch außerhalb der telemetrischen Untersuchungsperioden gesammelt. Ein Nachweis der Tiere erfolgte in dieser Zeit über Sichtbeobachtungen.

Die unterschiedlichen Passagezeiten der verschiedenen Nahrungsbestandteile durch das Verdauungssystem des Steinmarders können zu Fehlinterpretationen der gefundenen Nahrungsspektren führen (REYNOLDS & AEBISCHER 1991). Aufgrund dieser Tatsache erfolgte die Auswertung von einer bis maximal zwei Kotproben pro Tag, um die Unabhängigkeit der Einzelproben bezüglich der enthaltenen Nahrungsreste zu erreichen.

Die Proben wurden nach der Trockenmassebestimmung mit Hilfe eines feinen Siebes aufgetrennt und gewaschen. Die Rückstände konnten anschließend größtenteils makroskopisch mittels Vergleichssammlungen identifiziert und den entsprechenden Nahrungskategorien zugeordnet werden. Reste von Säugetieren wurden aufgrund des weitgehenden Fehlens von Knochenteilen und Zähnen mikroskopisch anhand vorhandener Grannenhaare bestimmt (DAY 1966, REYNOLDS & AEBISCHER 1991, TEERNIK 1991). Die Aufnahme von Regenwürmern konnten durch das Auftreten der charakteristischen Regenwurmborsten nachgewiesen werden. Für jeden identifizierten Nahrungsbestandteil wurde außerdem der Volumenanteil an der gesamten Kotmenge abgeschätzt und einer Volumenkategorie zugeordnet ($<1/8$, $1/8$ - $8/8$). Bestandteile mit einem Volumen kleiner als $1/8$ der Gesamtprobe fanden bei der weiteren Auswertung keine Berücksichtigung. Als Maß für das Volumen unverdauter Regenwurmreste diente bei Nachweis von Regenwurmborsten die vorhandene Menge an Boden- und Laubstreu (SKIRNISSON 1986).

Tabelle 2 Anzahl monatlich gesammelter Kotproben der untersuchten Steinmarder (1996/97)

[illegible]

Für die Auswertung wurden die identifizierten Nahrungsbestandteile den Kategorien Säuger, Aas, Vögel, Insekten, Regenwürmer, Früchte, Getreide und Sonstiges zugeordnet. Die Nahrungskategorie Säuger umfaßt dabei alle identifizierten Säugetierarten, die sich aufgrund ihrer Größe dem Steinmarder als potentielle Beute zuordnen lassen. Reste größerer Säugetiere, wie etwa von Schalenwild, wurden dagegen als Aas aufgenommen.

Die Auswertung erfolgte mittels der relativen Häufigkeiten ($F\%$) der verschiedenen Nahrungsbestandteile zur Gesamtzahl der monatlich gesammelten Kotproben. Da die Mengen unverdauter Reste in den verschiedenen Kotproben und auch die Trockenmasse der Einzelproben stark variieren, wurde zusätzlich der von TESTER (1986) verwendete Trockenmasseanteil ($G\%$) für jede Nahrungskategorie nach der Formel

$$G\% = \frac{\sum_{j=1}^n V_j \times m_j}{m_{\text{ges}}} \times 100\%$$

berechnet. Hierbei wurden monatlich der Volumenanteil ($1/8-8/8$) einer Nahrungskategorie V_j mit der Trockenmasse der jeweiligen Kotprobe m_j multipliziert und nach Aufsummierung anteilig zur monatlichen Gesamtmasse m_{ges} dargestellt. Der Trockenmasseanteil $G\%$ hat jedoch aufgrund der unterschiedlichen Verdaulichkeit der verschiedenen Nahrungsbestandteile nur bedingte Aussagekraft. Diese Darstellungsform wurde daher nur ergänzend zur relativen Häufigkeit $F\%$ in der Auswertung verwendet.

Ergebnisse

Die Nahrungsspektren der untersuchten Tiere werden von verschiedenen Nahrungskategorien dominiert (Tabelle 3). In den Kotproben des Männchens M1 fanden sich am häufigsten Reste von Regenwürmern ($F\% = 57,2$). Diese Nahrungskomponente tritt regelmäßig in allen Monaten der Untersuchungsperiode auf (Abb. 3). Der hohe Anteil an der gesamten Trockenmasse der Kotproben ($G\% = 43,1$) und die Tatsache, daß mehrere der gefundenen Proben zu 100% aus Regenwurmresten bestanden, geben

Hinweise auf eine auch quantitative Bedeutung dieser Ressource.

Im Nahrungsspektrum des Weibchens F1 dominieren Früchte mit einer relativen Häufigkeit von durchschnittlich 63,6%. Der hohe Anteil an der Trockenmasse der unverdaulichen Reste ($G\% = 56,7$) stützt dieses Ergebnis.

In den Kotproben des Weibchens F2 wurden während des untersuchten Zeitraumes in den Wintermonaten am häufigsten ($F\% = 48,9$) und mit hohem Anteil an der unverdauten Kottrockenmasse ($G\% = 38,1$) Aasreste (*Sus scrofa*, *Cervus dama*) nachgewiesen. Nach unseren Beobachtungen stammten diese von einem nahe dem Tagesschlafplatz angelegten Luderplatz. Beim Weibchen F3 dominieren von April bis Juni Vögel das Nahrungsspektrum ($F\% = 38,8$; $G\% = 30,7$). Dagegen treten in den untersuchten Kotproben des Weibchens F4 im Mittel Insekten am häufigsten auf ($F\% = 47,8$). Einen deutlich höheren Anteil an der Kottrockenmasse nehmen allerdings Vögel und Regenwürmer ein (Tabelle 3). Da die Nahrungsspektren der verschiedenen Steinmarder methodisch bedingt über unterschiedliche Zeitperioden ermittelt wurden, ist ein direkter Vergleich nur eingeschränkt möglich. Die Häufigkeit erbeuteter Säugetiere liegt jedoch in allen Nahrungsspektren im Mittel über 20%. Säuger repräsentieren damit die einzige Nahrungskategorie, die bei allen Tieren unabhängig von der Untersuchungszeit in dieser Häufigkeit nachgewiesen werden konnte.

Habitatabhängige Unterschiede

Innerhalb der Gruppe der Säugetiere, die aufgrund ihrer Größe dem Beuteschema des Steinmarders entsprechen, dominieren in den untersuchten Nahrungsspektren die Nagetiere (Tabelle 4). Dabei zeigen sich Unterschiede entsprechend den in Tabelle 1 dargestellten Habitatanteilen an den Aktionsräumen der Steinmarder. Für die Tiere M1 und F4 mit einer fast ausschließlichen Raumnutzung im Waldgebiet läßt sich hauptsächlich die Aufnahme von *Apodemus spec.* mit monatlichen Häufigkeiten von über 10% nachweisen. Da während der Untersuchungsperiode mittels Fallenfängen im Waldgebiet und auch am Standort Waldrand/Hecke nur die beiden Kleinsäugerar-

Tabelle 3 Relative Häufigkeit der verschiedenen Kategorien im Nahrungsspektrum der untersuchten Steinmarder.

Nahrungskategorie	M1		F1		F2		F3		F4	
	Sep 96 - Mär 97		Mär 96 - Dez 96		Nov 96 - Jan 97		Feb 97 - Jun 97		Apr 97 - Jun 97	
	F%	G%	F%	G%	F%	G%	F%	G%	F%	G% ⁴
Säuger ⁵	35,9	25,9	21,3	12,1	20,7	22,3	34,1	23,3	23,3	14,6
Aas	5,6	3,7	2,4	0,4	48,9	38,1	20,0	0,9	0,0	0,0
Vögel	9,7	3,5	7,1	2,6	17,0	14,2	35,8	30,7	33,3	38,2
Insekten	25,7	5,5	24,4	6,3	0,0	0,0	12,6	12,6	47,8	19,8
Regenwürmer	57,2	43,1	28,1	9,0	6,3	6,7	14,2	10,0	36,7	26,4
Früchte	25,0	12,9	63,6	56,7	20,7	18,0	11,6	6,0	0,0	0,0
Getreide	0,0	0,0	10,4	5,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sonstiges ⁶	15,9	5,2	3,3	2,2	0,0	0,0	6,9	1,5	3,3	0,9

⁴ Mittel der monatlichen Werte (F%, G%)⁵ Rodentia, Insectivora, Lagomorpha⁶ Bodenstreu, Abfälle

Tabelle 4 Relative Häufigkeiten (F%) potentiell erbeuteter Säugetiere im monatlichen Nahrungsspektrum der untersuchten Steinmarder.

Tier Beute		rel. Häufigkeiten [%]														
		Mär/Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun
M1	<i>Apodemus spec.</i>						70	62,5	16,7	11,1	12,5	18,8	13,3			
	<i>Clethrionomys glareolus</i>						0	0	8,3	0	25	0	13,3			
	<i>Sorex araneus</i>						0	0	0	0	0	0	6,3			
F1	<i>Apodemus spec.</i>	14,3	10	5,9	0	0	5,0	3,8	13,6	29,4						
	<i>Clethrionomys glareolus</i>	0	0	0	0	0	5,0	7,7	0	0						
	<i>Lepus europaeus</i>	0	40	0	0	0	0	0	0	0						
	<i>Microtus spec.</i>	35,7	0	0	0	0	0	11,5	4,5	0						
	<i>Rattus spec.</i>	0	0	0	0	0	0	3,8	0	0						
	<i>Sorex araneus</i>	0	0	0	0	0	0	3,8	0	0						
	<i>Talpa europaea</i>	0	0	0	0	0	0	3,8	0	0						
F2	<i>Apodemus spec.</i>								0	0	11,1					
	<i>Clethrionomys glareolus</i>								20	0	0					
	<i>Microtus spec.</i>								0	0	11,1					
F3	<i>Apodemus spec.</i>										33,3	0	16,7	0	0	0
	<i>Lepus europaeus</i>										0	0	16,7	14,3	0	0
	<i>Microtus spec.</i>										33,3	37,5	0	14,3	0	0
	<i>Sorex araneus</i>										0	0	0	16,7	0	0
	<i>Talpa europaea</i>										0	0	0	16,7	0	0
F4	<i>Apodemus spec.</i>													20	16,7	33,3

ten Gelbhalsmaus (*Apodemus flavicollis*) und Rötelmaus (*Clethrionomys glareolus*) nachgewiesen wurden, handelt es sich mit großer Wahrscheinlichkeit ausschließlich um Reste der Gelbhalsmaus.

Die Steinmarder F1, F2 und F3, mit überwiegendem Habitatanteil von Feldflur und Hecke/Feldgehölz am ermittelten Aktionsraum, wei-

sen neben Resten von *Apodemus spec.* und *Clethrionomys glareolus* zusätzlich Reste von *Microtus spec.* (*Microtus agrestis*/*Microtus arvalis*) im Nahrungsspektrum auf. Vor allem in den Monaten Februar bis April konnte *Microtus spec.* in Häufigkeiten von über 30% nachgewiesen werden. Aufgrund der Habitatansprüche der beiden in Frage kommenden Arten

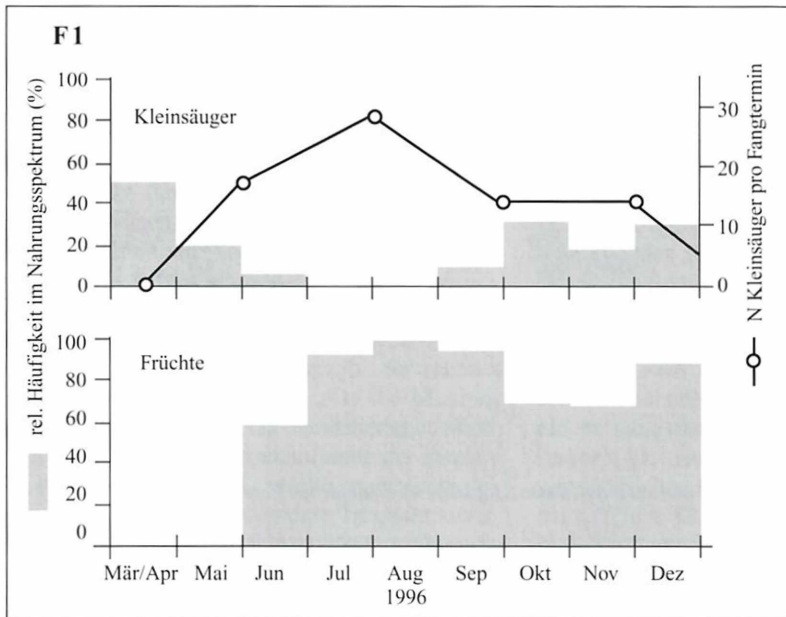


Abb. 1 Relative Häufigkeiten der Nahrungskategorien Kleinsäuger und Früchte im Nahrungsspektrum des Steinmarderweibchens F1. Schwankungen der relativen Kleinsäuger-dichten (*Apodemus flavicollis* und *Clethrionomys glareolus*) sind durch Fangergebnisse (zweimonatige Intervalle) am Standort Waldrand/Hecke angegeben.

der Gattung *Microtus* dürfte es sich dabei vor allem um Feldmäuse (*M. arvalis*) handeln. Im Frühjahr wurden außerdem Reste von Feldhasen (*Lepus europaeus*) in monatlichen Häufigkeiten bis 40% in den Kotproben gefunden. Insectivora (*Talpa europaea*, *Sorex araneus*) erscheinen dagegen nur punktuell und in geringer Häufigkeit.

Wechselwirkungen zwischen Nahrungsgruppen

Die Hypothese möglicher Präferenzen des Steinmarders für bestimmte Nahrungsgruppen wurde beispielhaft für zwei Steinmarder überprüft. Die untersuchten Kriterien waren Wechselwirkungen zwischen Verfügbarkeit und Nutzung der jeweils dominierenden Nahrungskategorie und den erbeuteten Kleinsäufern.

Abb. 1 zeigt die relativen Häufigkeiten der Früchte im Nahrungsspektrum des Weibchens F1. Das Tier nutzte diese von Juni bis Dezember fast ausschließlich als Nahrungsquelle. Die im Kot nachgewiesenen Früchte von *Cerasus avium*, *Prunus domestica*, *Rosa canina* und *Crataegus spec.* standen während dieser Zeit im Aktionsraum in großen Mengen zur Verfüg-

ung. Während Früchte entsprechend der Ressourcenverfügbarkeit aufgenommen wurden, stand die Erbeutung von Kleinsäufern in einem signifikant negativen Zusammenhang zur relativen Dichte (Abb. 2). Die in Abb. 1 dargestellten Ergebnisse der Kleinsäugerfänge

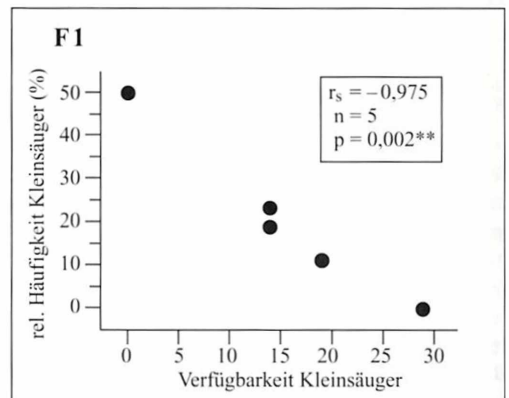


Abb. 2 Korrelation der Verfügbarkeit von Kleinsäufern (gemessen als Anzahl gefangener Tiere am Standort Hecke/Waldrand) mit der Ressourcennutzung (gemessen als relative Häufigkeit von Kleinsäufern im Nahrungsspektrum) durch das Steinmarderweibchen F1. Den Einzelwerten liegen zweimonatige Intervalle zugrunde.

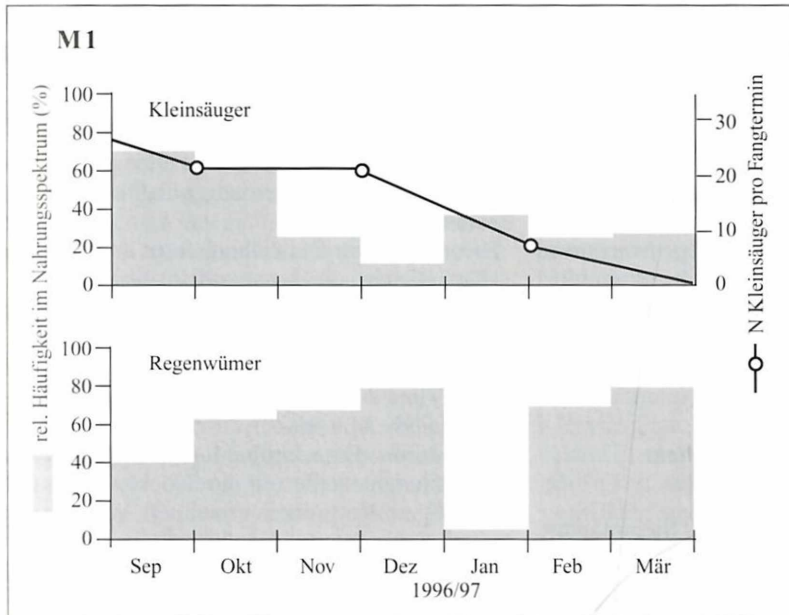


Abb. 3 Relative Häufigkeiten der Nahrungskategorien Regenwürmer und Kleinsäuger im Nahrungsspektrum des Steinmardermännchens M1. Schwankungen der relativen Kleinsäuger-dichten (*Apodemus flavicollis* und *Clethrionomys glareous*) sind durch Fangergebnisse (zweimonatige Intervalle) an den Standorten Waldrand/Hecke und Jungwuchs angegeben.

zeigen Spitzenwerte in den Sommermonaten Juli/August. In dieser Zeit erreichten jedoch die monatlichen Häufigkeiten der im Kot nachgewiesenen Kleinsäuger (Abb. 1) Minimalwerte. Die Häufigkeit der im Kot gefundenen Kleinsäugerreste steht dabei während des Untersuchungszeitraumes in einem signifikant negativen Zusammenhang ($r_s = -0,597$; $n = 9$; $p = 0,045^*$) zur relativen Häufigkeit nachgewiesener Früchte.

In Abb. 3 ist die Häufigkeit nachgewiesener Kleinsäuger im Nahrungsspektrum des Männchens M1 angegeben. Der Verlauf der monatlichen Werte unterliegt entsprechend der sinkenden Kleinsäugerverfügbarkeit einer rückläufigen Tendenz. Innerhalb der Kategorie Säuger dominieren beim Männchen M1 Gelbhalsmäuse (*Apodemus flavicollis*) mit einer durchschnittlichen Gesamthäufigkeit von 29,3%. Zumindest für diese Art zeigt sich der Trend eines positiven Zusammenhangs zwischen deren Verfügbarkeit als Beute und ihrer Nutzung durch den Steinmarder (Abb. 4). Bei abnehmender Häufigkeit von Kleinsäugern im Nahrungsspektrum von M1 steigt jedoch die Häufigkeit aufgenommener Regenwürmer signifikant an ($r_s = -0,847$; $n = 7$; $p = 0,0081^{**}$).

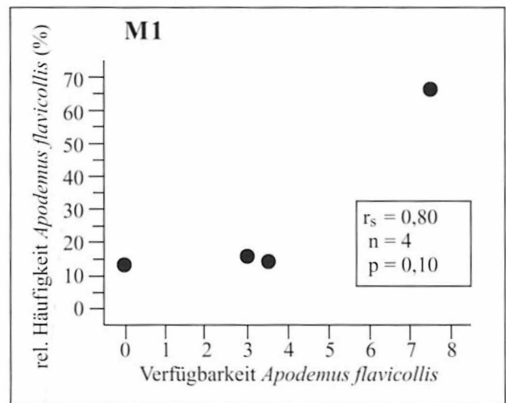


Abb. 4 Korrelation der Verfügbarkeit von *Apodemus flavicollis* (gemessen als gemittelte Anzahl gefangener Tiere an den Standorten Hecke/Waldrand und Jungwuchs) mit der Ressourcennutzung (gemessen als relative Häufigkeit von *Apodemus flavicollis* im Nahrungsspektrum) durch das Steinmardermännchen M1. Den Einzelwerten liegen zweimonatige Intervalle zugrunde.

LUTHARDT und HOFMANN (unpubl.) wiesen für das Waldgebiet Hakel eine in den Wintermonaten stark herabgesetzte Verfügbarkeit von Lumbricidae nach. Somit werden Regenwürmer in einer Zeit niedriger Verfügbarkeit als

häufigste Nahrungsquelle genutzt. Dagegen werden sie im September/Oktober, in Zeiten höherer Verfügbarkeit, zugunsten von Gelbhalsmäusen in geringerer Häufigkeit aufgenommen. Die Verfügbarkeit der Gelbhalsmäuse erreicht während dieser Zeit die höchsten Werte innerhalb des Untersuchungszeitraumes des Tieres M1. Die niedrige relative Häufigkeit der im Kot nachgewiesenen Regenwurmreste im Januar (siehe Abb. 3) läßt sich auf eine Regenwurmverfügbarkeit in diesem Monat von annähernd Null aufgrund hoher Schneeeauflage und permanenten Bodenfrosts zurückführen.

Selektive Nahrungswahl zwischen alternativen Kleinsäugerarten

Eine selektive Nahrungswahl des Steinmarders zwischen alternativen Kleinsäugerarten/-artgruppen kann anhand einer disproportionierten Präsenz der Beutearten im Nahrungsspektrum im Verhältnis zur Beuteverfügbarkeit nachgewiesen werden. Dieser Zusammenhang läßt sich mit Hilfe des von JACOBS (1974) modifizierten IVLEV'S INDEX OF ELECTIVITY nach der Formel

$$D = \frac{r - p}{r + p - 2rp}$$

berechnen. Hierbei repräsentiert r den Anteil einer Beute am Nahrungsspektrum und p den Anteil dieser Beute an der Dichte der Beutearten im Streifgebiet des Steinmarders.

Die Überprüfung einer möglichen Selektivität der Steinmarder erfolgte für die Kleinsäuger *Apodemus spec.* (*A. flavicollis* / *A. sylvaticus*) und *Clethrionomys glareolus*. Als Maß der Kleinsäugerdichten dienen Fangergebnisse aus Habitatstrukturen, in welchen die untersuchten Steinmarder M1, F1 und F4 bevorzugt Akti-

vitäten zeigten. Der Beuteanteil am Nahrungsspektrum wurde mittels der monatlichen relativen Häufigkeiten ($F\%$) berechnet (vgl. Tabelle 4).

Die Ergebnisse in Tabelle 5 zeigen, daß die untersuchten Steinmarder in fast allen untersuchten Zeitintervallen bevorzugt Gelbhals-/Waldmaus erbeuten.

Die verwendete Darstellungsform der relativen Häufigkeiten, die zur anteiligen Erfassung der Kleinsäugerart im Nahrungsspektrum verwendet wurde, läßt jedoch keine Aussagen zur tatsächlich aufgenommenen Anzahl der erbeuteten Tiere zu. Es wurden daher zusätzlich kategorisierte Massen der unverdauten Kleinsäugerreste pro Einzelprobe durch Multiplikation der Volumenanteile mit der Trockenmasse der jeweiligen Kotproben errechnet. Wir gingen von der Annahme aus, daß der Steinmarder pro aufgenommenem Kleinsäuger die annähernd gleiche Masse unverdauten Materials ausscheidet. Die mittleren Massen der unverdauten Reste von *Apodemus spec.* liegen sowohl beim Weibchen F1 ($n_{Apod.} = 15$; $\bar{x}_{Apod.} = 2,7$ g; $n_{Cleth.} = 4$; $\bar{x}_{Cleth.} = 1,3$ g), als auch beim Männchen M1 ($n_{Apod.} = 21$; $\bar{x}_{Apod.} = 2,1$ g; $n_{Cleth.} = 8$; $\bar{x}_{Cleth.} = 1,3$ g) über den Werten für *Clethrionomys glareolus*. Ein Mittelwertvergleich (MWU-Test: $U = 40,0$; $Z = -2,15$; $p = 0,032^*$) zeigt bei M1 entsprechende signifikante Unterschiede.

Für das Weibchen F4 wurden keine Reste von *Clethrionomys glareolus* nachgewiesen. Diese Ergebnisse lassen den Schluß zu, daß *Apodemus spec.* durchschnittlich in zumindest gleicher oder höherer Individuenzahl wie *Clethrionomys glareolus* pro Häufigkeitsnachweis im Kot aufgenommen wurden, und sie stützen damit die gefundene Präferenz für *Apodemus spec.*.

Tabelle 5 JACOBS INDEX, berechnet für *Apodemus spec.*. Positive Werte drücken eine Präferenz von *Apodemus spec.* gegenüber *Clethrionomys glareolus* aus.

Tier	JACOBS INDEX (<i>Apodemus spec.</i>)					
	Jul/Aug 96	Sep/Okt 96	Nov/Dez 96	Jan/Feb 97	Mär/Apr 97	Mai/Jun 97
M1		1,0	0,87	0,12	⁷ 0,0	
F1	—	0,064	1,0			
F4					⁸ 1,0	1,0

⁷ nur März ⁸ nur April

Diskussion

Wie schon von TESTER (1986) und GENOVESI et al. (1996) beschrieben, kann die Ernährung des Steinmarders, selbst innerhalb einer Population, aufgrund individuell unterschiedlicher Ressourcenverfügbarkeiten stark variieren. Erwartungsgemäß läßt sich auch bei unseren untersuchten Tieren keine einheitlich dominierende Nahrung feststellen. Dennoch war, trotz saisonaler Unterschiede, in allen Nahrungsspektren ein hoher Anteil an Säugetieren (Rodentia, Insectivora, Lagomorpha) in durchschnittlichen Häufigkeiten von über 20% zu finden. Kleinnager repräsentieren dabei den Hauptanteil. Auch bei einer saisonalen Dominanz anderer Nahrungskomponenten scheint Säugetieren für den Steinmarder die Bedeutung einer regelmäßigen Grundnahrung zuzukommen. Die Ergebnisse von SERAFINI und LOVARI (1993) bestätigen diese Hypothese. Auch CLEVINGER (1994) fand bei seiner zusammenfassenden Studie zur Ernährung des Steinmarders in 12 von 14 Untersuchungen Säuger in durchschnittlichen Häufigkeiten von über 10%. In unserer Studie waren habitatabhängige Unterschiede im Artenspektrum erbeuteter Kleinnager nachweisbar. In den Nahrungsspektren von Steinmardern im Waldgebiet konnten *Apodemus spec.* (*A. flavicollis* / *A. sylvaticus*) und *Clethrionomys glareolus* gefunden werden. Zusätzlich war bei Tieren in der Feldflur die Erbeutung von *Microtus spec.* (vermutlich *Microtus arvalis*) nachweisbar. CLEVINGER (1994) hebt in seiner Untersuchung vor allem Feldmäuse als eine vom Steinmarder hauptsächlich erbeutete Säugetierart hervor. Wir fanden vor allem im Frühjahr *Microtus spec.* in monatlichen Häufigkeiten bis über 30%. Das habitatabhängige und unregelmäßige Auftreten von Insectivora (*Talpa europaea*, *Sorex araneus*) in geringen Häufigkeiten spricht für eine eher zufällige Erbeutung. Der ausschließliche Nachweis von Feldhasen kurz nach der Setzzeit läßt vermuten, daß vor allem Junghasen erbeutet wurden.

Um die Bedeutung der Nahrungsgruppe Säuger für den Steinmarder zu erfassen, wurden Wechselwirkungen mit weiteren Nahrungsgruppen untersucht. Die Ergebnisse unserer Untersuchung geben dabei eine Abschätzung

möglicher Nahrungspräferenzen anhand von Einzelstudien. ANDERSSON und ERLINGE (1977) definierten einen generalistischen Prädatoren als ein Tier, das ein breites Nahrungsspektrum nutzt und in der Lage ist, zu einer anderen Nahrungsressource zu wechseln, sobald die genutzte Nahrungsquelle knapp wird. Unabhängig von variierenden Ressourcenverfügbarkeiten sind jedoch nach BEGON et al. (1991) Nahrungspräferenzen selbst bei polyphagen Arten wie dem Steinmarder nicht auszuschließen.

Wir fanden bei einem Steinmarder Indizien für eine Nahrungspräferenz für Früchte gegenüber Kleinsäugetern. In einem Gebiet mit saisonal hohem Angebot an reifen Früchten stand die Häufigkeit aufgenommener Früchte in einem signifikant negativen Zusammenhang zur Häufigkeit aufgenommener Kleinsäuger. Beide Verfügbarkeiten lagen dabei etwa zeitgleich im Jahresmaximum. Für Kleinsäuger zeigt sich jedoch ein negativer Zusammenhang zwischen Ressourcennutzung und -verfügbarkeit. Bei Untersuchungen in Norditalien fanden MARTINOLI und PREATONI (1995) einen negativen Zusammenhang zwischen der Nutzung der beiden Hauptnahrungskomponenten Rodentia und Früchte (Rosaceae).

Ein weiterer Steinmarder nutzte bei niedriger Kleinsäugerverfügbarkeit vor allem Regenwürmer als Nahrung. Die Aufnahme von Regenwürmern steht dabei im negativen Zusammenhang zur aufgenommenen Häufigkeit von Kleinsäugetern. Zumindest für die im Nahrungsspektrum dominierende Art *A. flavicollis* zeigt sich dabei bei diesem Tier innerhalb seiner Hauptnahrungskomponenten Säuger der Trend einer positiven Beziehung zwischen Verfügbarkeit und Nutzung. Nach ANGELSTAM et al. (1985, zit. in KÖRPIÄKI et al. 1990) kann somit die Nutzung von Regenwürmern als alternative Nahrungsquelle (*alternative food*) bei niedriger Kleinsäugerverfügbarkeit angenommen werden. Die Berücksichtigung der Nutzung von Regenwürmern entgegen ihrer Verfügbarkeit läßt uns hier auf eine Nahrungspräferenz dieses Steinmarders für Kleinsäuger gegenüber Regenwürmern schließen.

Um die gefundenen Nahrungspräferenzen zu werten, ist unter anderem eine Betrachtung der Energiebudgets pro Such- und Handhabungs-

zeit der verschiedenen Beutearten entscheidend. Zumindest bei der Ressource Regenwurm läßt der hohe Anteil an Darminhalt und die Menge der durch den Steinmarder mit aufgenommenen Bodenstreu auf eine geringere energetische Wertigkeit schließen. Die hohe Mobilität der Kleinsäuger bringt bei der Erbeutung einen höheren Energieaufwand mit sich, als bei einer Suche nach reifen Früchten. Genaue Aussagen erfordern jedoch auch Untersuchungen zur Verdaulichkeit und damit zum effektiven Energiegewinn durch verschiedene Nahrungskategorien.

Eine Selektivität des Steinmarders zwischen zwei Beutearten/-artgruppen innerhalb einer Nahrungskategorie konnte bei drei untersuchten Tieren festgestellt werden. Wir fanden im Waldgebiet und in der Feldflur eine überproportionale Erbeutung von *Apodemus spec.* (*A. flavicollis* / *A. sylvaticus*) gegenüber *Clethrionomys glareolus*.

Inwieweit diese gefundenen Präferenzen der beiden vom Energiegehalt annähernd gleichwertigen Beutearten in unterschiedlichen Energiebudgets bei der Erbeutung begründet sind, oder ob Geschmackspräferenzen des Steinmarders den Ausschlag geben, kann anhand von Freilanduntersuchungen nicht ausreichend beantwortet werden. Auf jeden Fall sind Unterschiede im Aktivitätsmuster der Beutetierarten mit einzubeziehen. Beide *Apodemus*-Arten sind während des ganzen Jahres überwiegend in der Nacht und damit während der Aktivitätszeit des Steinmarders aktiv (GÖRNER & HACKETHAL 1987). Dagegen zeigen nach PALISSA (1991) Rötelmäuse eine jahreszeitlich abhängige, heterophasische Tagesrhythmik. Die Aktivitätsmaxima während des Sommers liegen in der Nacht und verschieben sich bei ganztägiger Aktivität während des Herbstes im Winter in die Tagstunden. Gegen die Hypothese einer überdurchschnittlichen Erbeutung von *Apodemus spec.* aufgrund eines angereicheren Aktivitätsmusters mit dem des Steinmarders spricht jedoch die Tatsache, daß die Bevorzugung (JACOBS INDEX) von *Apodemus spec.* gegenüber *C. glareolus* bei M1 von September bis März tendenziell abnahm (siehe Tabelle 5).

Die Ergebnisse zeigen, daß der Steinmarder nicht ausschließlich unselektiv Nahrung ent-

sprechend ihrer Verfügbarkeit aufnimmt. Vielmehr besitzen für ihn verschiedene Nahrungsgruppen und Beutearten unterschiedliche Wertigkeiten. Eine Selektivität im Nahrungssuchverhalten des Steinmarders ist daher anzunehmen. Die Betrachtung von Wechselwirkungen der Nahrungsaufnahmen und Nahrungsverfügbarkeiten ermöglichen weitere Einblicke. Erbeutete Säuger scheinen dabei durch ihre konstante Präsenz eine Schlüsselposition zu besetzen.

Zusammenfassung

Die Nahrungsökologie von Steinmardern wurde im mitteldeutschen Waldgebiet Hakel und der umgebenden Feldflur untersucht. Dabei wurden individuelle Nahrungsspektren von fünf sendermarkierten Steinmardern mittels Kotanalyse aufgenommen. Im Mittelpunkt dieser Studie standen erbeutete Säugetiere und deren Wechselwirkungen mit anderen aufgenommenen Nahrungskomponenten. Bei allen untersuchten Steinmardern waren erbeutete Säuger als regelmäßige Grundnahrung von Bedeutung. In den einzelnen Nahrungsspektren, die in ihrer Zusammensetzung und Saisonalität stark variierten, lagen die nachgewiesenen Häufigkeiten dieser Nahrungskomponente bei über 20%. Nagetiere repräsentieren dabei den Hauptanteil. Es wurden weiterhin habitatabhängige Unterschiede im Spektrum der aufgenommenen Kleinsäuger nachgewiesen.

Durch die Bestimmung von Nahrungsverfügbarkeiten konnte die Ressourcennutzung der Steinmarder bestimmt werden. Bei einzelnen Tieren ließen sich Präferenzen für Früchte gegenüber Kleinsäufern und für Kleinsäuger gegenüber Regenwürmern nachweisen. Es zeigte sich weiterhin eine Präferenz für *Apodemus spec.* gegenüber *Clethrionomys glareolus*. Diese Ergebnisse sprechen gegen ein rein opportunistisches und unspezialisiertes Nahrungssuchverhalten des Steinmarders und lassen auf grundsätzlich mögliche Nahrungspräferenzen schließen.

Summary

Title of the paper: Feeding ecology of the Stone Marten (*Martes foina*): The importance of mammalian prey

The feeding ecology of stone martens was studied in the *Hakel*, a wooded area surrounded by an agricultural region in Central Germany. Individual diets of five radio tracked stone martens were assessed by faecal analysis. In the study, we focused on mammalian prey and reciprocal effects on other ingested food items. In all analysed samples, which varied considerably in composition of diet during different seasons, the frequency of mammals ingested was higher than 20%. Rodents represented the major portion of mammals ingested. We also discovered local variations in the occurrence of small mammals in individual diets.

By measuring food availability we could quantify stone martens' resource utilization. For individual animals we proved preferences for fruits compared to small mammals and for small mammals compared to earthworms. Compared to *Clethrionomys glareolus*, *Apodemus* spec. were preferred by the stone martens. The results support the hypothesis, that foraging behaviour of stone martens is not only opportunistic and unspecialised, we can also conclude stone martens show food preferences.

Literatur

ANDERSSON, M.; ERLINGE, S. (1977): Influence of predation on rodent populations. – *Oikos* **29**: 591-597.

ANSORGE, H. (1989): Die Ernährungsökologie des Steinmarders *Martes foina* in den Landschaftstypen der Oberlausitz. – Populationsökologie marderartiger Säugetiere: Wiss. Beitr. Univ. Halle 1989/37 (P39): 473-493.

BEGON, M.; HARPER, J.L.; TOWNSEND, C.R. (1991): Ökologie. – Birkhäuser Verlag, Basel.

BERTOLINO, S.; DORE, B. (1995): Food habits of the stone marten *Martes foina* in „La Mandria“ Regional Park (Piedmont Region, North-Western Italy). – Proc. II It. Symp. on Carnivores, Hystrix, (n.s.) 7(1-2): 105-111.

CLEVENGER, A.P. (1994): Feeding ecology of Eurasian pine martens and stone martens in Europe. – In: BUSKIRK, S.W., HARESTAD, H.S.; RAPHAEL, M.G.; POWELL, R.A. (Eds): The biology and conservation of martens, sables and fishers. Cornell University Press: 326-340.

DAY, M.G. (1966): Identification of hair and feather re-

mains in the gut and faeces of stoats and weasels. – *J. Zool., Lond.* **148**: 201-217.

DELIBES, M. (1978): Feeding habits of the Stone Marten, *Martes foina* (Erxleben, 1777), in northern Burgos, Spain. – *Z. Säugetierk.* **43**: 282-289.

GENOVESI, P.; SECCI, M.; BOITANI, L. (1996): Diet of stone martens: an example of ecological flexibility. – *J. Zool., Lond.* **238**: 545-555.

GÖRNER, M. & HACKETHAL, H. (1987): Säugetiere Europas. – Neumann Verlag, Leipzig, Radebeul.

JACOBS, J. (1974): Quantitative measurement of food selection: a modification of the forage ratio and Ivlev's Electivity index. – *Oecologia* **14**: 413-417.

KENWARD, R.; HODDER, K. (1995): Ranges V. An analysis system for biological location data. – Institute of Terrestrial Ecology, Wareham, Dorset, 66 pp.

KOPRIMÄKI, E.; HUHTALA, K.; SULKAVA, S. (1990): Does the year-to-year variation in the diet of eagles and Ural owls support the alternative prey hypothesis? – *Oikos* **58**: 47-54.

KRUUK, H.; PARISH, T. (1981): Feeding specialization of the European badger *Meles meles* in Scotland. – *J. Animal Ecol.* **50**: 773-788.

LODE, T. (1994): Feeding habits of the stone marten *Martes foina* and environmental factors in western France. – *Z. Säugetierk.* **59**: 189-191.

MARCHESI, P.; LACHAT, N.; LIENHARD, R.; DEBIÈVE, PH.; MERMOD, C. (1989): Comparaison des régimes alimentaires de la fouine (*Martes foina* Erxl.) et de la martre (*Martes martes* L.) dans une région du Jura suisse. – *Revue Suisse Zool.* **96**(2): 281-296.

MARTINOLI, A.; PREATONI, D.G. (1995): Food habits of the stone marten (*Martes foina*) in the Upper Aveto Valley (Northern Apennines, Italy). – Proc. II It. Symp. on Carnivores, Hystrix, (n.s.) 7(1-2): 137-142.

MICHEL, S. (1995): Untersuchungen zu Struktur und Dynamik der Laubmischwälder des Hakels (nordöstliches Harzvorland). – Diplomarbeit Biologie, Martin-Luther-Univ. Halle-Wittenberg.

PALISSA, A. (1991): Zur Ethökologie der Rötelmaus *Clethrionomys glareolus*. – Populationsökologie von Kleinsäugerarten, Wiss. Beitr. Univ. Halle 1990/34 (P42): 123-144.

REYNOLDS, J.C.; AEBISCHER, N.J. (1991): Comparison and quantification of carnivore diet by faecal analysis: a critique, with recommendations, based on a study of the Fox *Vulpes vulpes*. – *Mammal Rev.* **21**(3): 97-122.

SERAFINI, P.; LOVARI, S. (1993): Food habits and trophic niche overlap of the red fox and the stone marten in a Mediterranean rural area. – *Acta theriol.* **38**(3): 233-244.

SKIRNISSON, K. (1986): Untersuchungen zum Raum-Zeit-System freilebender Steinmarder (*Martes foina* Erxleben, 1777). – *Beitr. Wildbiologie* **6**: 1-200.

STUBBE, M. (1971): Wald-, Wild- und Jagdgeschichte des Hakel. – *Arch. Forstwes.* **20**: 115-204.

STUBBE, M. (1993): *Martes foina* (Erxleben, 1777) – Haus, Steinmarder. In: STUBBE, M.; KRAPP, F.: Handbuch der Säugetiere. Band 5: Raubsäuger-Carnivora (Fissipedia), Teil I: Canidae, Ursidae, Procyonidae, Mustelidae 1, Aula Verlag Wiesbaden: 427-479.

TEERNIK, B.J. (1991): Hair of West-European mammals. – Cambridge Univ. Press, Cambridge.

- TESTER, U. (1986): Vergleichende Nahrungsuntersuchung beim Steinmarder *Martes foina* (Erxleben, 1777) in großstädtischem und ländlichem Habitat. – Säugetierk. Mitt. **33**: 37-52.
- WAECHTER, A. (1976): Ecologie de la fouine en Alsace. – Terre et Vie **29**: 399-457.
- WHITE, G.C.; GARROTT, R.A. (1990): Analysis of Wildlife radiotracking data. – Academic Press, London, New York.

Anschriften der Verfasser:

DIPL.-BIOL. HEIKO G. RÖDEL
Lehrstuhl für Tierphysiologie
Universität Bayreuth
D - 95440 Bayreuth

DIPL.-BIOL. HOLGER EBERSBACH
PROF. DR. MICHAEL STUBBE
Institut für Zoologie
Martin-Luther-Universität
Domplatz 4, Postfach Universität
D - 06099 Halle

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Beiträge zur Jagd- und Wildforschung](#)

Jahr/Year: 1998

Band/Volume: [23](#)

Autor(en)/Author(s): Rödel Heiko G., Ebersbach Holger, Stubbe Michael

Artikel/Article: [Nahrungsökologie des Steinmarders \(*Martes foina*\): Die Bedeutung erbeuteter Säugetiere 219-230](#)