©Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL)

Ber. ANL | 12 | 189–195
Nov. 1988

Stellen Straßen eine Ausbreitungs-Barriere für Kleinsäuger dar?

Horst Korn und Christine Pitzke

1. Einleitung

Im Jahre 1976 betrug der Anteil der Verkehrsfläche an der Gesamtfläche der Bundesrepublik Deutschland 4,7% (MADER 1979) und die Tendenz ist durch Neubaumaßnahmen, besonders im Straßenbereich, immer noch steigend. Trotzdem ist der Einfluß, den besonders die Straßen als mögliche Barrieren für Kleinsäuger bilden, nur unzureichend dokumentiert. Speziell für den europäischen Raum sind MADER (1979) und MADER & PAURITSCH (1981) bisher die einzigen, die durch ihre Arbeiten versucht haben eine Barrierewirkung zu untersuchen und mögliche Effekte zu diskutieren.
Da die Verinselung der Landschaft möglicherweise einen sehr negativen Einfluß auf die Tierwelt ausübt (für eine zusammenfassende Darstellung siehe MADER 1979, 1984) sehen wir es für wichtig an, die bisher spärlich vorhandenen Daten zu ergänzen. Deshalb wurde die Studie hauptsächlich im Winter und Frühling, also einem bisher nicht bearbeiten Teil des Jahres durchgeführt. Zudem werden erstmalig auch Daten für die Waldmaus *(Apodemus sylvaticus)* präsentiert.

2. Beschreibung der Untersuchungsgebiete

Die Untersuchungen fanden in zwei benachbarten Gebieten nahe des Fachbereichs Biologie der Philipps-Universität in Marburg/Lahn statt (Abb. 1).

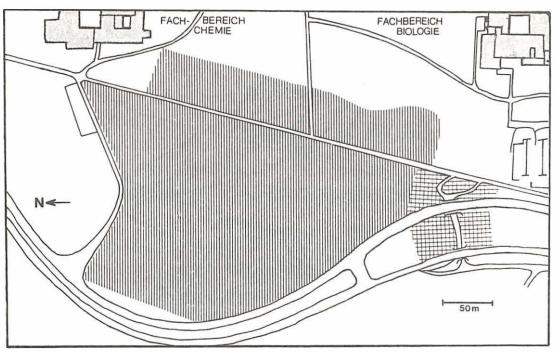


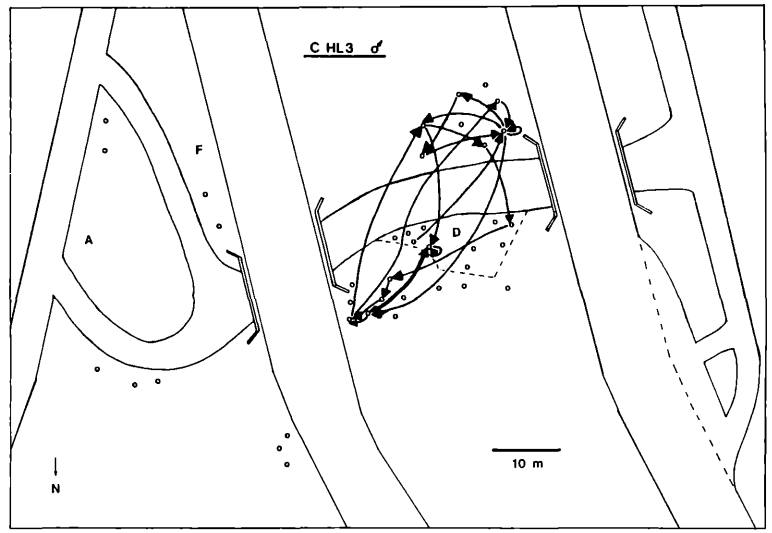
Abbildung 1

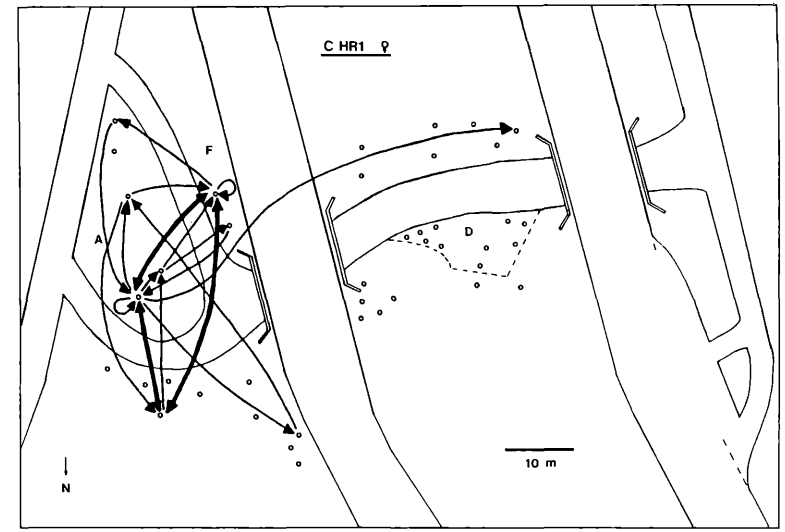
Karte der Untersuchungsgebiete.
Gerastert: Untersuchungsgebiet 1 mit der Straße und den geteerten Fußwegen.
Gestreift: Untersuchungsgebiet 2 mit dem geteerten Holzabfuhrweg im oberen Viertel.

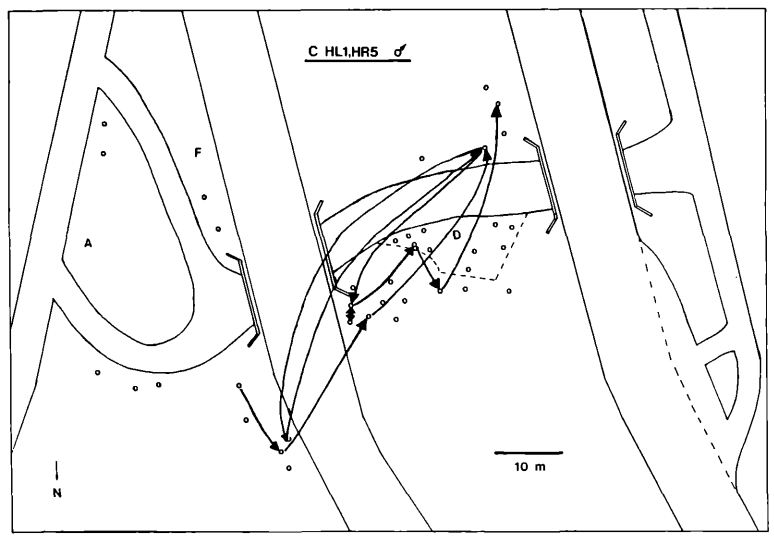
Das Untersuchungsgebiet 1 (Abb. 1) mit einer Größe von ca. 1 ha besteht aus sechs Teilgebieten unterschiedlicher Größe (A—F), die weitgehend voneinander isoliert sind.
Die Trennung der einzelnen Teilgebiete ist durch eine zweispurige Schnellstraße, die 8 m breit ist und je 3 m Randbegrenzung aufweist (nachfolgend als Straße bezeichnet) und durch 3 m breite asphaltierte Fußwege (nachfolgend als Wege bezeichnet) bedingt (Abb. 2). Unterhalb der Schnellstraße verläuft eine asphaltierte Fußgängerunterführung (11 m lang, 7 m breit), die die ganze Nacht beleuchtet ist.
Die Fußwege werden tagsüber viel frequentiert; die Schnellstraße hatte im April 1985 tagsüber ein durchschnittliches Verkehrsaufkommen von 420 Fahrzeugen/Std. (Hess. Straßenverkehrsamt, Marburg). Nachts wurde die Straße weniger befahren.
Die Teilgebiete A, B, F (siehe Abb. 2) weisen nur geringe Baumbedeckung mit wenig Unterwuchs auf; die Gebiete C, D, E haben einen dichten Bewuchs aus Kiefern, Birken und Buchen mit überwiegend Brom- und Himbeeren als Unterwuchs.
Angrenzend an das Untersuchungsgebiet 1 befindet sich westlich der Schnellstraße ein Buchenwald mit nur geringem Unterwuchs; östlich der Straße grenzt Untersuchungsgebiet 2 an.
Die Größe dieses Untersuchungsgebietes ist 5,4 ha, wobei etwa 1 ha auf einen 40 m breiten Streifen jenseits des geteerten Holzabfuhrweges entfallen (Abb. 1). Das gesamte Gebiet ist vielfältig strukturiert. Baumbestände verschiedenen Alters und verschiedener Arten wechseln mit Waldlichtungen und Kahlschlägen in verschiedenen Sukzessionsstadien ab. Keines dieser Teilstücke ist wesentlich größer als 0,5 ha. Der geteerte Waldweg hat eine Breite von 3 m. Beidseitig zieht sich ein etwa 50 cm tiefer Entwässerungsgraben entlang, der jedoch meistens trocken liegt und mit Gras bewachsen ist. Die Entfernung zwischen den Baumreihen, die den Weg umrahmen, beträgt 10 m.

3. Material und Methoden

Im Untersuchungsgebiet 1 erstreckte sich der Untersuchungszeitraum von 15. Dezember 1984 bis zum 31. August 1985.
Von insgesamt 55 Fallenstandorten (Abb. 2) wurden durchschnittlich 37 an 60 Fangtagen bzw. -nächten mit fängig gestellten Lebendkastenfallen bestückt. Die Standorte der Fallen richtete sich nach den von Kleinsäugern bevorzugten Habitatstrukturen. Die Abstände zwischen den Fallenstandorten waren unterschiedlich. Die Fallen, die als Wetterschutz mit einem wachsbeschichteten Pappdeckel abgedeckt waren, wurden mit Haselnüssen beköder t. Sie wurden spätnachmittags oder am frühen Abend aufgestellt und zwischen 21 und 1 Uhr das erstemal und zwischen 6 und 8 Uhr das zweitemal kontrolliert. Außerdem wurden die Fallen bei einsetzendem Regen sofort geschlossen um Fallenmortalitäten zu vermeiden. Insgesamt wurden 84 Individuen der Arten *Clethrionomys glareolus, Apodemus flavicollis* und *A. sylvaticus* 283 mal gefangen. Von 28 Tieren, die mindestens viermal gefangen wurden, sind Karten angelegt worden, auf der die zeitliche Reihenfolge der Fänge mit Pfeilen markiert ist (Abb. 2). So konnten aufgrund der notierten Fangplätze der einzelnen Tiere die jeweils zurückgelegten Mindestüberquerungen protokolliert werden.
Die Feldarbeiten im Untersuchungsgebiet 2 wurden vom 19. Nov. 1982 bis zum 20. Mai 1983 durchgeführt. An 62 Fangnächten wurden bei 2070 Fängen insgesamt 412 Individuen aus sechs Kleinsäuger-Arten *(Clethrionomys glareolus, Apodemus sylvaticus, A. flavicollis, Microtus agrestis, Sorex araneus* und *S. minutus)* gefangen. Hier sollen jedoch nur die Arten Rötelmaus *(C. glareolus)* und Waldmaus *(A. sylvaticus)* betrachtet werden. Und von diesen Tieren auch nur diejenigen, die







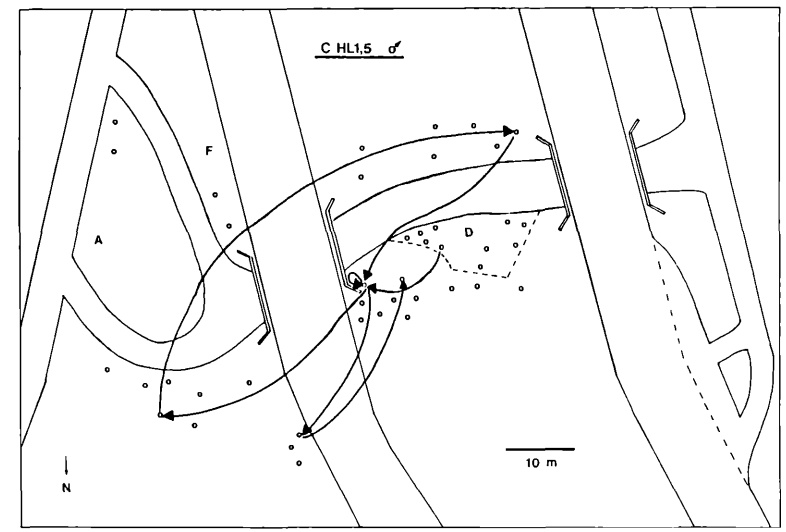


Abbildung 2

Mobilitätsdiagramme ausgewählter Tiere im Untersuchungsgebiet 1, deren Aktionsraum die Straße oder den Weg überspannte. Die Pfeile verbinden aufeinanderfolgende Fangorte. Mehrfach zurückgelegte Strecken werden durch dikkere Pfeile angedeutet.

u. l.: C. glareolus, 12 Fänge zwischen dem 27. 5. und 27. 8. 85

u. r.: C. glareolus, 8 Fänge zwischen dem 22. 6. und 24. 8. 85

o. l.: C. glareolus, 21 Fänge zwischen dem 8. 2. und 11. 4. 85

o. r.: C. glareolus, 24 Fänge zwischen dem 26. 2. und 25. 6. 85

©Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL)

©Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL)

Tabelle 1

Verteilung der Tiere, deren Aktionsraum an den Holzabfuhrweg angrenzte bzw. diesen überspannte, und der Anteil dieser Tiere an der Gesamtpopulation im Untersuchungsgebiet 2. Nur Tiere mit mindestens 8 Fängen wurden berücksichtigt.

	Clethrionomys glareolus		Apodemus sylvaticus	
	♂	♀	♂	♀
Aktionsraum angrenzend	9	7	5	4
Aktionsraum übergreifend	6	1	6	2
Summe übergreifend und angrenzend	15	8	11	6
Anzahl Tiere in der Gesamtpopulation	24	23	19	13
Prozent angrenzend oder übergreifend	62	35	58	46

im Bereich des Holzabfuhrweges lebten und mindestens 8mal gefangen wurden. Die Anzahl dieser Tiere und ihr Anteil an der Gesamtpopulation sind der Tab. 1 zu entnehmen.

Wie im obigen Fall waren auch hier die Fallenabstände variabel und richteten sich nach Strukturen, die von Kleinsäugern bevorzugt werden. 45 der 251 Fallenstandorte wurden mit einem Zufallsgenerator ausgewählt und mit ein oder zwei Lebendfallen bestückt. 35 Fallen wurden zurückbehalten, um sie im Verlauf des Abends gegen gefüllte Fallen auszutauschen. Bedingt durch das Winterwetter wurden die Fallen bis Mitternacht etwa alle zwei Stunden kontrolliert. Danach wurden sie geschlossen, um keine weiteren Tiere mehr zu fangen. In beiden Untersuchungsgebieten wurden die besetzten Fallen durch frisch beköderte ersetzt und die gefangenen Tiere ins nahegelegene Labor gebracht, wo jedes Tier durch »toeclipping« individuell markiert, bzw. an seinem Code identifiziert wurde. Diese Markierung hat keinen meßbaren Einfluß auf das Körpergewicht der Wald- und Rötelmäuse (KORN 1987), woraus geschlossen wird, daß die Tiere nicht in ihrem normalen Verhalten behindert waren. Das Geschlecht und das Körpergewicht der Individuen wurde protokolliert. Nach Beendigung der jeweiligen Fangperiode (im Gebiet 1 am frühen Morgen, im Gebiet 2 nach Mitternacht) wurden die Tiere an ihrem jeweiligen Fangort wieder freigelassen.

4. Ergebnisse

4.1 Überquerungen der Wege und der Straße im Untersuchungsgebiet 1

Aus den Tabellen 2 und 3 ist ersichtlich, wie oft die einzelnen Tiere der drei untersuchten Arten, aufgeschlüsselt nach Geschlechtern, die Straße bzw. die Wege überquert haben.
20 der insgesamt 28 registrierten Tiere, die jeweils mindestens 4mal gefangen werden konnten, haben die Fußwege mehr oder minder regelmäßig überquert.
Dabei konnte ein 19maliges Überqueren der Wege im Untersuchungszeitraum durch ein Rötelmausweibchen registriert werden.

Tabelle 2

Häufigkeitsverteilung der Straßen- bzw. Wegüberquerungen in beiden Untersuchungsgebieten (nach Art und Geschlecht aufgeschlüsselt).

			1x	2x	3x	4x	5x	6x	19x	Tiere ges.
Untersuchungsgebiet 1 Wegüberquerungen	Clethrionomys glareolus	♂	2	1	3	-	1	2	-	9
		♀	1	2	-	-	-	-	1	4
	Apodemus flavicollis	♂	1	1	-	-	-	-	-	2
		♀	2	-	1	-	-	-	-	3
	Apodemus sylvaticus	♂	-	1	-	-	-	-	-	1
		♀	-	1	-	-	-	-	-	1
Straßenüberquerungen	Clethrionomys glareolus	♂	3	1	1	1	-	-	-	6
		♀	2	-	-	-	-	-	-	2
	Apodemus flavicollis	♂	1	-	-	-	-	-	-	1
		♀	-	-	-	-	-	-	-	-
	Apodemus sylvaticus	♂	1	-	-	-	-	-	-	1
		♀	1	-	-	-	-	-	-	1
Untersuchungsgebiet 2 Wegüberquerungen	Clethrionomys glareolus	♂	3	1	1	1	-	-	-	6
		♀	-	1	-	-	-	-	-	1
	Apodemus sylvaticus	♂	1	3	1	-	1	-	-	6
		♀	-	-	-	-	-	2	-	2

11 der 28 Tiere wurden auf beiden Seiten der Straße gefangen und haben damit nachweislich die 2spurige Straße passiert.
Beispielhaft sind in Abb. 2 ausgewählte »Mobilitätsdiagramme« von vier Rötelmäusen aufgezeichnet.

4.2 Überqueren des Holzabfuhrweges

Die Anzahl der Tiere beider Arten *(Clethrionomys glareolus* und *Apodemus sylvaticus)* und Geschlechter, deren Aktionsraum an den Weg angrenzte, bzw. den Weg überspannte, ist aus Tab. 1 ersichtlich.

©Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL)

Tabelle 3

Ergebnisse des Markierungsfanges mindestens 4mal gefangener Tiere im Untersuchungsgebiet 1, unter schwerpunktmäßiger Betrachtung der Straßen- bzw. Wegüberquerungen (Wegbreite: 2-3 m, Straßenbreite: 8 m + jeweils 3 m Randstreifen).

	Clethrionomys glareolus		Apodemus flavicollis		Apodemus sylvaticus	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀
Gesamtzahl der Tiere	11	8	3	4	1	1
Gesamtzahl der Fänge	113	89	21	26	4	5
Fänge pro Tier (Ø)	10,2	11,1	7	6,5	4	5
Anzahl der Wiederfänge	102	81	18	22	3	4
Anzahl der Straßenüberquerungen	12	2	1		1	1
%-Anteil der Straßenüberquerungen an allen Ortsveränderungen	11,8	2,5	5,5		*	*
Anzahl der Individuen, die die Straße überquerten	6	2	1		1	1
%-Anteil der Individuen, die die Straße überquerten	54,5	25,0	*		*	*
Anzahl der Wegüberquerungen	30	24	3	5	2	2
%-Anteil der Wegüberquerungen an allen Ortsveränderungen	29,4	29,6	16,7	22,7	*	*
Anzahl der Individuen, die die Wege überquerten	9	4	2	3	1	1
%-Anteil der Individuen, die die Wege überquerten	81,8	50,0	*	*	*	*

* wegen der geringen Probengröße wurden keine Prozentzahlen ermittelt.

Die Häufigkeit, mit der die individuellen Tiere den Holzabfuhrweg überquerten ist in Tab. 2 dargestellt. Tab. 4 zeigt, welchen Prozentsatz diese Überquerungen an der Gesamtzahl der Wiederfänge einnehmen. Wie oben sind in der Abb. 3 die »Mobilitätsdiagramme« repräsentativer Tiere jeder Gruppe dargestellt. Dazu gehören sowohl Tiere, für die der Weg mit der Grenze des Aktionsraumes identisch ist, als auch solche, deren Aktionsraum den Weg überspannt.
Der Zeitraum zwischen dem ersten und letzten Fang eines Tieres erstreckte sich bei den Rötelmäusen durchschnittlich über 115 ± 10 Tage (Durchschnitt ± Standardfehler) und betrug bei den Waldmäusen 111 ± 9 Tage. Unterschiede zwischen den Geschlechtern konnten hier, wie bei der durchschnittlichen Fanghäufigkeit (Tab. 4), nicht festgestellt werden (Man + Whitney U-Test).

5. Diskussion

Eine Verkehrsverbindung kann für Tiere in zweierlei Hinsicht eine Barriere bilden. Einmal durch ihre andersartige Struktur, die nicht dem normalen Lebensraum der Tiere entspricht und daher abschreckend wirkt, und zum anderen durch den Verkehr, der auf dem Verkehrsweg vonstatten geht. Über den Verkehrstod von Tieren, speziell auf Autostraßen, gibt es bereits eine große Anzahl von Arbeiten, die in unserem Zusammenhang nicht weiter betrachtet werden sollen. Sie beweisen jedoch eines sehr deutlich: Ein Tier, das von einem Auto überfahren wird, wäre durch die physisch andersartige Struktur der Straße nicht gehindert worden, diese zu überqueren. ADAMS und GEIS (1983) berichten, daß die Kleinsäugermortalität auf »Interstate Highways« am häufigsten bei den Arten ist, die in der größten Dichte in der Nähe des Straßenrandes leben. Auch TAMM (1976) geht davon aus, daß Kleinsäuger entsprechend ihrer Abundanz überfahren werden. Meistens läßt sich der eine Faktor nicht vom anderen trennen, jedoch hatte der Autoverkehr für unsere Arbeit nur geringe Bedeutung. Der Holzabfuhrweg und die Fußwege waren von vornherein autofrei und die Straße war zur Hauptaktivitätszeit unserer dämmerungs- und nachtaktiven Versuchstiere wenig befahren. Wir haben auch nie einen überfahrenen Kleinsäuger auf dieser Straße gefunden.
Bei der vergleichenden Betrachtung des möglichen Barriereeffektes von Verkehrswegen verschiedener Breite haben wir den prozentualen Anteil der Überquerungen an den Wiederfängen als Vergleichsgröße herangezogen, denn nur bei einem mindestens zweimaligen Fang eines Tieres läßt sich eine Ortsveränderung nachweisen. Bisher wurde immer nur der Anteil der Überquerungen an der Gesamtzahl der Fänge angegeben (KOZEL & FLEHARTY 1979, OXLEY, et al. 1974) bzw. der prozentuale Anteil der Individuen, die einen Verkehrsweg überquerten (GIGER 1973, MASSEY & VANDENBERGH 1980, SWIHART & SLADE 1984, WILKINS 1982). Obwohl die Ergebnisse aller bisher vorliegenden Arbeiten wegen der unterschiedlichen Methodik nicht direkt miteinander vergleichbar sind, ergibt sich jedoch deutlich folgende Tendenz: Je breiter die Straße bzw. der Weg, desto größer die Barrierewirkung (Tab 3). KOZEL & FLEHARTY (1979) konnten bei nordamerikanischen Kleinsäugern keine Überquerung auf zwei- oder vierspurigen Schnellstraßen beobachten, während bei Schotterstraßen einige Überquerungen nachgewiesen werden konnten. Die Probengröße für die einzelnen Arten ist

©Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL)

Tabelle 4

Ergebnisse des Markierungsfanges mindestens 8mal gefangener Tiere im Untersuchungsgebiet 2, mit besonderer Betrachtung der Holzabfuhrwegüberquerungen (Wegbreite 3 m, beidseitiger Randstreifen und trockener Graben jeweils 3 m).

	Clethrionomys glareolus		Apodemus sylvaticus	
	♂	♀	♂	♀
Gesamtzahl der Tiere	15	8	11	6
Gesamtzahl der Fänge	279	157	102	75
Fänge pro Tier (Ø)	18.6	19.6	9.3	12.5
Anzahl der Wiederfänge	264	149	91	69
Anzahl der Wegüberquerungen	12	2	15	12
%-Anteil der Wegüberquerungen an allen Wiederfängen	4.5	1.3	16.5	17.4
Anzahl der Individuen, die den Weg überquerten	6	1	6	2
%-Anteil der Individuen, die den Weg überquerten	40	13	55	33

jedoch so gering, daß eine quantitative Aussage zweifelhaft wäre. Bei *Sigmodon hispidus* konnte WILKINS (1982) einen deutlichen Abfall der Überquerungen von einspurigen bis vierspurigen Straßen feststellen, während *Baiomys taylori* nachweislich nur einspurige Straßen überquerte. Die bisher umfassendste Arbeit auf diesem Gebiet ist die von OXLEY et al. (1974), die vor allem für die Maus *Peromyscus leucopus* und das Streifenhörnchen *Tamias striatus* quantitative Aussagen zur Überquerungshäufigkeit in Abhängigkeit von der Straßenbreite einschließt. Unglücklicherweise wird in dieser Arbeit jedoch nicht zwischen der eigentlichen Straße und dem Randstreifen unterschieden, so daß jeweils immer nur die Gesamtbreite angegeben ist. Die Überquerungshäufigkeit reicht bei der Maus *P. leucopus* von 11,8% der Individuen bei 11 und 14,5 m breiten, geschotterten Straßen, über 4,4% bei 19 und 27 m breiten, geteerten Straßen geringer Verkehrsdichte und 1,8% bei 30 und 31 m breiten »Highways« hoher Verkehrsdichte, bis zu 0% bei neuen »Highways«, die einschließlich Randstreifen 118,3 und 137 m breit waren. 13,6% der Streifenhörnchen *Tamias striatus* überquerten die Straßen kleinster Kategorie, jedoch kein Tier eine breite, geteerte Straße. Demgegenüber fanden SWIHART & SLADE (1984), daß eine Schotterung und Verbreiterung ihres 3 m breiten Feldweges auf 3,6 m keinen Anstieg der Barrierewirkung zur Folge hatte. Dieser Eingriff beinhaltete jedoch nur eine vergleichsweise geringfügige Veränderung, wenn man die gesamte Bandbreite der bisher untersuchten Straßen und Wege betrachtet. 8% ihrer *Microtus ochrogaster* und 18,5% ihrer *Sigmodon hispidus* überquerten den Weg mindestens einmal. Andere Arbeiten berichten von der Fähigkeit jeweils einer Art relativ große und vielbefahrene Straßen zu übequeren. So waren fast 5% aller registrierten Ortsveränderungen von *Sigmodon hispidus*-Überquerungen einer 15 m breiten, geteerten Straße (JOULE & CAMERON 1974), und WILKENS (1982) fand bei 1532 markierten Tieren der gleichen Art, daß immerhin 5,6% der Tiere mehr als 10 m breite Straßen überquerten. Drei (= 7%) markierte junge Maulwürfe, *Scapanus townsendii,* migrierten über geteerte Straßen, wobei einer eine Hauptstraße überquerte, die auf einem Damm verlief. Von einer experimentellen Population der Hausmaus *(Mus musculus),* die auf einer Verkehrsinsel einer Autobahnauffahrt etabliert wurde, wurden 3 von 200 markierten Tieren (= 1,5%) auf einer anderen Straßenseite wiedergefangen. In Europa konnte MADER (1979) bei 79 Wiederfängen der Arten *Apodemus flavicollis* und *Clethrionomys glareolus* keine Straßenüberquerung nachweisen, während MADER & PAURITSCH (1981) an einem 3 m breiten Forstweg bei 39 Wiederfängen 2 Überquerungen eines Individuums ungenannter Artzugehörigkeit feststellten. Durch die geringe Probengröße entsprechen die Überquerungen jedoch schon 5,1% aller Wiederfänge und liegen somit in der gleichen Größenordnung wie die Überquerungsraten am Holzabfuhrweg in unserer Untersuchung (Tab. 4). Die tatsächlichen Überquerungshäufigkeiten der Kleinsäuger bei allen diesen Arbeiten, einschließlich unserer eigenen (Tab. 3 und 4), liegen sicherlich wesentlich höher, da wir höchstwahrscheinlich nur einen Bruchteil der Überquerungen erfassen konnten. Es handelt sich somit immer um Minimalwerte. Wie häufig die Tiere tatsächlich die Hindernisse überqueren, kann nur mit neuen Methoden (Telemetrie, Lichtschranken o. ä.) ermittelt werden. Versuche mit markiertem Futter ergaben, daß die Überquerungen mit einer gewissen Regelmäßigkeit erfolgten (KORN, BORK & JACOBS, in Vorbereitung). Eine umfassende, weiterführende Arbeit auf diesem Gebiet wird im Moment durchgeführt (BORK, in Vorbereitung).

Da es immer wieder zu Straßenüberquerungen durch Kleinsäuger kommt (MADER & PAURITSCH 1981, OXLEY et al. 1974, KOZEL & FLEHARTY 1979, KORN 1986a, MASSEY & VANDENBERGH 1980, SWIHART & SLADE 1984, BOURQUIN & MEYLAN 1982, BUCKNER 1957, GIGER 1973), scheinen generell also Straßen keine unüberwindlichen Hindernisse für Nager aus vielen Arten zu sein. Deshalb stimmen wir mit KOZEL & FLEHARTY (1979) überein,

©Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL)

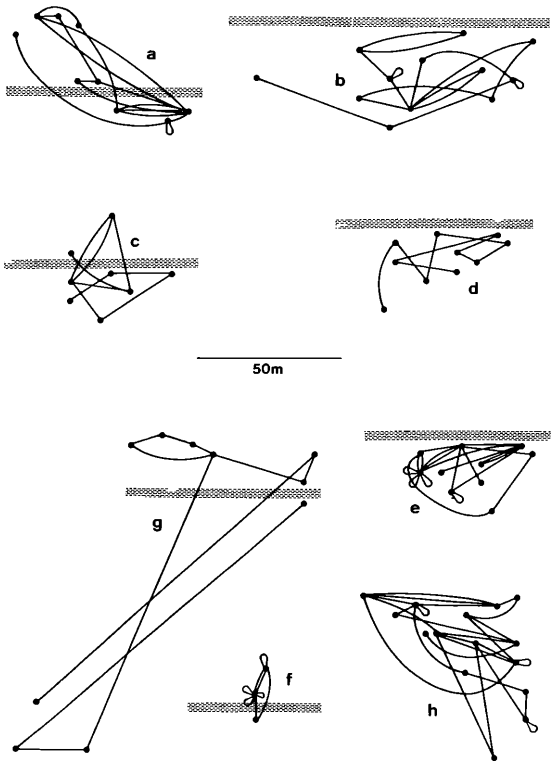


Abbildung 3

Mobilitätsdiagramm ausgewählter Tiere im Untersuchungsgebiet 2, deren Aktionsraum am geteerten Holzabfuhrweg endete bzw. den Weg überspannte.

a) A. sylvaticus, weiblich,
16 Fänge zwischen dem 16. 12. 82 und 20. 5. 83
b) A. sylvaticus, weiblich,
17 Fänge zwischen dem 11. 12. 82 und 6. 5. 83
c) A. sylvaticus, männlich,
9 Fänge zwischen dem 13. 12. 82 und 5. 5. 83
d) A. sylvaticus, männlich,
10 Fänge zwischen dem 14. 12. 82 und 20. 5. 83
e) C. glareolus, weiblich,
25 Fänge zwischen dem 14. 12. 82 und 20. 5. 83
f) C. glareolus, weiblich,
9 Fänge zwischen dem 16. 12. 82 und 31. 3. 83
g) C. glareolus, männlich,
11 Fänge zwischen dem 19. 12. 82 und 27. 4. 83
h) C. glareolus, männlich,
29 Fänge zwischen dem 1. 12. 82 und 6. 5. 83

daß das Wort »Barriere«, das ja eine gewisse Unüberwindlichkeit impliziert, durch das Wort »Hindernis« (inhibitor) ersetzt werden sollte. Nur im Falle der »highways«, die unseren Autobahnen und Schnellstraßen gleichkommen (OXLEY et al. 1974, KOZEL & FLEHARTY 1979) könnte von einer Barriere geredet werden.

Daß eine Straße oder ein Weg ein Hindernis für die Ausbreitung von Kleinsäugern darstellt, ist unbestritten, und wir stimmen in dieser Hinsicht mit MADER (1979) überein. Ob dieses Hindernis jedoch schon ausreicht, um den Genfluß zwischen den beiden Teilpopulationen auf beiden Seiten der Straße bzw. des Weges zu unterbrechen, muß in jedem Einzelfall untersucht werden. Bei der Betrachtung der Mobilitätsdiagramme wird deutlich, daß die Fußwege wahrscheinlich keine Beeinträchtigung für die Tiere der dort behandelten Arten darstellen (Abb. 2). Auch der Holzabfuhrweg (Abb. 3) und die Straße (Abb. 2) scheinen keine den Genfluß unterbrechende Wirkung zu haben, da ein großer Teil der Individuen straßen- und wegüberspannende Aktionsräume zu besitzen scheint (Tab. 1, siehe dazu auch BUCKNER 1957). Wir können also davon ausgehen, daß es sich in unserem Fall um einheitliche Populationen mit regelmäßigem Individuenaustausch handelt, bei denen viele Tiere die Hindernisse mehrfach überqueren. Da zwischen diesen Überquerungen einzelner Tiere oftmals Wochen liegen, war es notwendig, die Individuen über einen möglichst langen Zeitraum zu verfolgen. Über einzelne Tiere haben wir Daten von mehr als 6 Monaten und der Durchschnitt liegt bei knapp 4 Monaten. Nur dadurch war es uns möglich, solche detaillierten individuellen Mobilitätsdiagramme zu erstellen (Abb. 2, 3).

Über größere Straßen liegen bisher keine derartig detaillierten Untersuchungen vor. Dort müßte das Augenmerk darauf liegen, wie gut, und ob überhaupt eine Integration eines Tieres in eine bestehende Population erfolgt, wenn es ein solches Hindernis überquert. Von einem regelmäßigen Austausch kann dort sicherlich nicht ausgegangen werden.

Trotz all dieser oben angedeuteten Generalisierung sollte man jedoch nicht übersehen, daß es auch Artunterschiede gibt (Tab. 3, 4).
Dazu sei auch noch einmal auf den Vergleich von *Peromyscus leucopus* und *Tamias striatus* hingewiesen (OXLEY et al. 1974). Man sollte also in jedem Fall die Art betrachten und nicht nur von »Mäusen« reden wie MADER und PAURITSCH (1981). Was für eine Art ein Hindernis ist, mag für eine andere schon eine unüberwindliche Barriere sein! Außer den Artunterschieden lassen sich zudem noch Geschlechtsunterschiede feststellen. So ist es auffällig, daß Rötelmaus-Weibchen *(C. glareolus)* zu einem geringeren Teil die Straße und den Forstweg überquerten als die Männchen. Dieses bezieht sich sowohl auf die prozentuale Überquerungshäufigkeit, als auch auf die Anzahl der entsprechenden Tiere. Einzige Ausnahme ist der prozentuale Anteil der weiblichen Rötelmäuse an der Überquerung der Fußwege. Die hohe Zahl ist jedoch durch das 19malige Überqueren der Wege von nur einem Weibchen bedingt. Dies ist ein weiterer Hinweis dafür, daß es sich hier nicht um ein bedeutendes Hindernis handeln kann.
Der deutliche Unterschied zwischen den Geschlechtern kann mit der unterschiedlichen Aktionsraumgröße und Mobilität erklärt werden. So haben weibliche Rötelmäuse oft winzig kleine Territorien, die nur einem Bruchteil der Größe eines Männchen-Aktionsraumes entsprechen (KORN 1986b). Weiterhin wird dies durch die Tatsache deutlich, daß von der Gesamtpopulation im Untersuchungsgebiet 2 viel weniger Weibchen in der Nähe des Weges lebten, obwohl das Geschlechtsverhältnis im gesamten Untersuchungsgebiet ausgeglichen war (Tab. 1). WILKINS (1982), der die Straßenüberquerung ebenfalls nach Geschlechtern aufteilte, fand bei *Sigmodon hispidus* und *Baiomys taylori* keine Unterschiede.
Wenn wir nun erste Vorstellungen davon haben, wie sich einige unserer häufigeren Kleinsäugerarten gegenüber Verkehrswegen verhalten, können wir daraus noch lange nicht schließen, wie die Situation z. B. bei Spitzmäusen, Maulwürfen oder Bilchen aussieht, geschweige denn bei Tieren anderer systematischer Zugehörigkeit. Was wir brauchen, sind Untersuchungen an jeder in Frage kommenden Art unter den unterschiedlichsten Bedingungen, wobei die Sozialstruktur und das intraspezifische Verhalten mit eingeschlossen werden sollten. Die Forderung ist sicherlich hoch gesteckt, scheint uns aber im Hinblick auf die enorme Bedeutung und Dichte unseres Straßennetzes durchaus gerechtfertigt.

©Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL)

6. Danksagung

Prof. Dr. H. Remmert unterstützte die Arbeit finanziell und durch kritische Bemerkungen zum Manuskript. Prof. Dr. Frank Golley korrigierte die »Summary«. Beiden sie an dieser Stelle recht herzlich gedankt.

7. Zusammenfassung

In dieser Studie wurde die Hypothese getestet, daß geteerte Straßen und Wege Ausbreitungsbarrieren für waldlebende Kleinsäuger der Arten *Apodemus sylvaticus, A. flavicollis* und *Clethrionomys glareolus* darstellen. Die Ortsveränderungen der individuell markierten Nager wurden durch Lebendfang an drei verschieden breiten Verkehrswegen, einem 3 m breiten Fußweg ohne Seitenstreifen, einem 3 m breiten Holzabfuhrweg mit Gräben und Böschungen an beiden Seiten, sowie einer 8 m breiten Landstraße mit 3 m breiten Randstreifen, festgestellt.
Ein direkter Zusammenhang zwischen der Straßenbreite und der Überquerungshäufigkeit konnte festgestellt werden, jedoch war der »Barriere-Effekt« auch bei der Landstraße nicht groß genug, um einen regelmäßigen Individuenaustausch zwischen den beiden Straßenseiten zu verhindertn. Daraus wird geschlossen, daß nur sehr breite Straßen (z. B. Autobahnen) mit viel Nachtverkehr in der Lage sind, Überquerungen dieser Arten zu verhindern und die Populationen aufzuspalten.
Da es Art- und Geschlechtsunterschiede in der Überquerungshäufigkeit gab, müßte in Zukunft das Artenspektrum erweitert sowie Geschlechtsunterschiede näher untersucht werden.

Summary

The hypothesis that hard-covered roads and foot paths prevent movements of free living woodland rodents *(Apodemus sylvaticus, A. flavicollis, Clethrionomys glareolus)* was tested in this study. Movement of rodents was detected by live trapping on three different roads; a 3 m wide footpath without a border, a 3 m wide logging road with ditches and clear slopes on both sides, and a 8 m wide highway with a 3 m wide cleared right of way on each side.
A direct relationship was observed between road with and a decrease in movements across the road. Nevertheless even in the largest road the barrier effect was not strong enough to prevent a regular exchange of individuals between habitats on each side of the road. It was concluded that only large highways with much night traffic probably interrupt small mammal movements and separate populations. The influence of roads on movements of different species and sexes needs further investigations.

8. Literatur

ADAMS, L. W. & GEIS, A. D. (1983):
Effects of roads on small mammals. Journal of Applied Ecology 20: 403–415.

BOURQUIN, J. D. & MEYLAN, A. (1982):
Les peuplements de micromammifères de longdes autoroutes: Inventaire faunistique et examples d'occupation par *Microtus arvalis* (Pallas). Revue suisse Zool. 89: 977–991.

BUCKNER, C. H. (1957):
Population studies on small mammals of southeastern Manitoba. Journal of Mammalogy 38: 87–97.

GIGER, R. D. (1973):
Movements and homing in Townsend's mole near Tillamook, Oregon. Journal of Mammalogy 54: 648–659.

JOULE, J. & CAMERON, G. N. (1974):
Field estimation of demographic parameters: influence of *Sigmodon hispidus* population structure. Journal of Mammalogy 55: 309–318.

KOZEL, R. M. & FLEHARTY, E. D. (1979):
Movements of rodents across roads. The Southwestern Naturalist 24: 239–248.

KORN, H. (1986a):
Sequential live-trapping and snap-trapping of rodents on a wooded island surrounded by roads. Säugetierkundliche Mitteilungen 33: 74–78.

—— (1986b):
Changes in home range size during growth and maturation of the wood mouse *(Apodemus sylvaticus)* and the bank vole *(Clethrionomys glareolus)*. Oecologia (Berlin) 68: 623–628.

—— (1987):
Effects of live-trapping and toe-clipping on body weight of European and African rodent species. Oecologia (Berlin) 71: 597–600.

MADER, H. J. (1979):
Die Isolationswirkung von Verkehrsstraßen auf Tierpopulationen, untersucht am Beispiel von Arthropoden und Kleinsäugern der Waldbiozönose. Schriftenreihe Landschaft und Naturschutz 19: 1–126.

—— (1984):
Animal habitat isolation by roads and agricultural fields. Biological Conservation 29: 81–96.

MADER, H. J. & PAURITSCH, G. (1981):
Nachweis des Barriere-Effektes von verkehrsarmen Straßen und Forstwegen auf Kleinsäuger der Waldbiozönose durch Markierungs- und Umsetzungsversuche. Natur und Landschaft 56: 451–454.

MASSEY, A. & VANDENBERGH, J. G. (1980):
Puberty delay by a urinary cue from female house mice in feral populations. Science 209: 821–822.

OXLEY, D. J., FENTON, M. B. & CARMODY, G. R. (1974):
The effects of roads on populations of small mammals. Journal of Applied Ecology 11: 51–58.

SWIHART, R. K. & SLADE N. A. (1984):
Road crossing in *Sigmodon hispidus* and *Microtus ochrogaster*. Journal of Mammalogy 65: 357–360.

TAMM, J. (1976):
Choriozönosen auf und an Autostraßen. Versuch einer Charakterisierung. Naturwissenschaftliche Rundschau 29: 197–202.

WILKINS, K. T. (1982):
Highways as barriers to rodent dispersal. The Southwestern Naturalist 27: 459–460.

ZAR, J. H. (1984):
Biostatistical Analysis. Second Edition. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs.

Anschrift der Verfasser:
Dr. Horst Korn
Christine Pitzke
Fachbereich Biologie-Zoologie
Philipps-Universität
D-3550 Marburg/Lahn

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte der Bayerischen Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL)

Jahr/Year: 1988

Band/Volume: 12_1988

Autor(en)/Author(s): Korn Horst, Pitzke-Widdig Christine

Artikel/Article: Stellen Straßen eine Ausbreitungs-Barriere für Kleinsäuger dar? 189-195