



Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen (JKI)
Institut für Pflanzenschutz in Gartenbau und Forst, Arbeitsgruppe Wirbeltierforschung

Projekt ‚Umweltverträgliche Nagetierbekämpfung in der Landwirtschaft‘
FKZ 371367405 (UBA)

Aufgabenpaket 1 a): **Schadnagerprofile**



erstellt von

Angela Leukers, Jens Jacob

23.08.2013

Inhaltsverzeichnis

1 Übersicht.....	3
2 Wühlmäuse (Arvicolinae).....	4
2.1 Feldmaus (<i>Microtus arvalis</i>).....	4
2.2 Erdmaus (<i>Microtus agrestis</i>).....	7
2.3 Rötelmaus (<i>Myodes glareolus</i>).....	9
2.4 Schermaus (<i>Arvicola spec.</i>).....	12
3 Altweltmäuse (Murinae).....	17
3.1 Waldmaus (<i>Apodemus sylvaticus</i>).....	17
3.2 Gelbhalsmaus (<i>Apodemus flavicollis</i>)	19
3.3 Brandmaus (<i>Apodemus agrarius</i>).....	20
3.4 Hausratte (<i>Rattus rattus</i>)	22
3.5 Wanderratte (<i>Rattus norvegicus</i>).....	24
3.6 Hausmaus (<i>Mus musculus</i>)	27
Literaturverzeichnis	30

1 Übersicht

Die wichtigsten Schädner-Arten in der deutschen Landwirtschaft und im Vorratsschutz sollen in den folgenden biologisch-ökologischen Profilen vorgestellt werden (vgl. Abb. 1). Dabei wird neben Erkennungsmerkmalen der jeweiligen Art auf Nahrungs- und Habitatansprüche, mögliche Vorkommen auf landwirtschaftlichen Flächen sowie Kennzahlen der Populationsentwicklung eingegangen; bekannte Fressfeinde werden aufgelistet. Ein eigenes Kapitel stellt jeweils die Aufzählung der von Schädnerfraß betroffenen Kulturen und soweit bekannt das Ausmaß der Schäden dar (siehe auch Abb. 10, S. 15); Probleme im Vorrats- sowie Gesundheitsschutz werden angesprochen.

Feldnager-Systematik	
Ordnung: Nagetiere (Rodentia)	
Überfamilie: Mäuseartige (Muroidea)	
Familie: Wühler (Cricetidae)	
Unterfamilie:	Wühlmäuse (Arvicolinae)
Gattung:	<i>Microtus</i> Feldmaus (<i>Microtus arvalis</i>) Erdmaus (<i>Microtus agrestis</i>)
Gattung:	<i>Myodes</i> Rötelmaus (<i>Myodes glareolus</i>)
Gattung:	<i>Arvicola</i> Schermaus (<i>Arvicola spec.</i>)
Familie: Langschwanzmäuse (Muridae)	
Unterfamilie:	Altweltmäuse (Murinae)
Gattung:	<i>Apodemus</i> Waldmaus (<i>Apodemus sylvaticus</i>) Gelbhalsmaus (<i>Apodemus flavicollis</i>) Brandmaus (<i>Apodemus agrarius</i>)
Gattung:	<i>Rattus</i> Hausratte (<i>Rattus rattus</i>) Wanderratte (<i>Rattus norvegicus</i>)
Gattung:	<i>Mus</i> Hausmaus (<i>Mus musculus</i>)

Abb. 1: Systematik der hier behandelten Feldnager nach Familie, Gattung und Art. Quelle verändert nach: Wilson and Reeder (2005)

2 Wühlmäuse (Arvicolinae)

2.1 Feldmaus (*Microtus arvalis*)

2.1.1 Morphologie

Die Feldmaus zählt zu den Kurzschwanzmäusen und weist einen gedrungene Körperbau mit kleinen, angelegten Ohren und kleinen Augen auf (Braun and Dieterlen,



Abb. 2: Feldmaus (*Microtus arvalis*). Quelle: Julius Kühn-Institut (JKI)

2005). Die Kopf-Rumpflänge beträgt bei adulten Tieren 80-120 mm, die Schwanzlänge 30% der Kopf-Rumpflänge (Braun and Dieterlen, 2005). Das Fell der Feldmaus ist an der Oberseite dunkelgrau oder braun- bis gelbgrau gefärbt, aber nie mit rötlichbraunen Tönen (Niethammer and Krapp, 1982). Die Bauchunterseite ist dagegen grauweiß und ohne deutlichen Farbübergang von der Rückenpartie zur Bauchseite. Der Schwanz der Feldmaus ist einfarbig. Das Körpergewicht erwachsener Tiere variiert mit Alter, Region sowie Geschlecht und beträgt ca. 18-40 g (Stein, 1957; Niethammer and Krapp, 1982).

2.1.2 Verbreitung

Die Feldmaus *Microtus arvalis* zählt zu den häufigsten Säugetieren in Europa. Sie ist auf dem gesamten Festland von der französischen Atlantikküste bis Zentral-Russland vertreten. Isolierte Populationen bis zu einer Höhe von 3.000 m über NN kommen auf der Iberischen Halbinsel vor (Braun and Dieterlen, 2005). Im Mittelmeerraum, Skandinavien, Nord-Russland und den Britischen Inseln ist die Feldmaus nicht vorzufinden. Eine Ausnahme bilden die Orkney-Inseln, wo sie etwa 2.000 Jahre v. Chr. eingeführt wurde, dort hat sich eine eigene Unterart gebildet (Haynes *et al.*, 2003).

2.1.3 Biologie

Feldmäuse weisen ein polygyenes Paarungssystem (Stein, 1957; Heise, 1991) mit weiblicher Philopatrie und männlich-basierter Dispersion auf (Frank, 1956; Borkowska, 2011). Je nach Siedlungsdichte schließen sich weibliche Tiere zu Nestgemeinschaften zusammen, während die Männchen einen größeren Aktionsradius haben (Stein, 1957; Le Galliard *et al.*, 2012). Der Aktionsradius männlicher Feldmäuse beträgt etwa 1.200-1.500 m², derjenige weiblicher Feldmäuse 300-400 m² (Niethammer and Krapp, 1982). Feldmäuse haben einen Kurzzeit-Rhythmus, der von Sonnenaufgang und -untergang synchronisiert wird (Daan and Slopsema, 1978; Blumenberg, 1986). Diese Wühl-

mausart weist ein hohes Reproduktionspotential auf, Weibchen sind bereits ab dem 11. Lebensstag fortpflanzungsfähig und bringen nach einer Tragezeit von 20 Tagen ca. sieben Junge zur Welt (Frank, 1956; Heise *et al.*, 1991). Bei guten Witterungsbedingungen kann Reproduktion ganzjährig stattfinden, ist aber in der Regel auf April bis Oktober beschränkt (Stein, 1957). Das erreichbare Lebensalter einer Feldmaus im Freiland beträgt durchschnittlich vier Monate (Jacob and Brown, 2000). Die Populationsgröße steigt generell über den Sommer hin an und erreicht im Herbst ein jährliches Maximum, während die Populationen im Winter dezimiert werden (Jacob and Tkadlec, 2010). Das hohe Fortpflanzungspotential ist eine Grundlage für die Massenvermehrungen der Feldmaus, die in Mitteleuropa alle zwei bis fünf Jahre auftreten (Frank, 1957; Mackin-Rogalska and Nabaglo, 1990). Bei Massenvermehrungen können mehr als 2.000 Individuen auf einem Hektar vertreten sein (Bryja *et al.*, 2001). Für Gesamteuropa wurden in den letzten Jahren bei Feldmäusen allerdings gedämpfte Populationszyklen festgestellt - vermutlich aufgrund von Klimaänderungen - dies gilt jedoch nicht für Deutschland und Polen (Cornulier *et al.*, 2013).

2.1.4 Habitat und Lebensweise

Der bevorzugte Lebensraum von *Microtus arvalis* ist offenes, höchstens mäßig feuchtes Grasland mit mittlerer Vegetationshöhe (Niethammer and Krapp, 1982). Als sekundäres Habitat nutzt sie jedoch auch Landwirtschaftsflächen und Weiden, wo sie hohe Populationszahlen erreichen kann. Als Überwinterungshabitat dienen sowohl mehrjährige Futterkulturen als auch Brachland, Feldraine (Pelikán, 1955) und Ausgleichspflanzungen (Ylönen *et al.*, 1991). Feldmäuse legen unterirdische Gangsysteme mit etwa 3,5 cm Durchmesser an; Nester werden in 8-20 cm Tiefe platziert (Kratochvil, 1959). Die Baueingänge befinden sich oft an Böschungen oder kleinen Hügeln, wo sie vor Wasser-



Abb. 3: Baugang der Feldmaus in Vegetation. Quelle: JKI

eintritt geschützt sind (Stein, 1958). Oberirdisch werden die Eingänge durch ein Wechselsystem verbunden, auf dem sich die Feldmäuse schnell fortbewegen können (Niethammer and Krapp, 1982). Als Nahrung dienen der Feldmaus Gräser und krautige Dicotyle, daneben auch Samen und unterirdische Pflanzenteile, gelegentlich nimmt sie auch Rinde und Moose sowie Arthropoden zu sich (Niethammer and Krapp, 1982a). Demnach kann sie sowohl oberirdische Pflanzenteile als auch Wurzeln konsumieren.

2.1.5 Rolle im Ökosystem

Durch ihre Futterwahl kann die Feldmaus Einfluss auf die Vegetationszusammensetzung nehmen und trägt zur Verbringung von Pflanzensamen sowie zur Düngung bei (Boye, 1996). Ihre Bautätigkeit fördert die Bodenbelüftung und bietet Habitat für Arthropoden und Reptilien (Boye, 1996). Die Feldmaus selbst ist Nahrungsgrundlage für eine Vielzahl von Räubern wie Mauswiesel und Schleiereule (Jacob and Pelz, 2005). Für nachtaktive Jäger wie Waldkauz, Schleier- und Waldohreule stellt die Feldmaus neben der Erdmaus die wichtigste Nahrungsquelle während der Jungenaufzucht dar (Braun and Dieterlen, 2005). Im Ökosystem kann die Feldmaus bei Massenbefall als Nesträuber auftreten (Bures, 1997). Bei Populationseinbrüchen dagegen müssen stark gewachsene Populationen der Fressfeinde auf Alternativbeute ausweichen, wovon beispielsweise geschützte Arten wie der Wiesenbrüter betroffen sein können.

2.1.6 Pflanzenschäden

Pflanzenschäden treten vor allem bei Massenvermehrungen der Feldmaus auf. Sowohl Grünland (Lauenstein, 1979; Richter, 1985) als auch Ackerbau (Barten, 2008) und Obstanlagen (BBA, 1978) können betroffen sein. Betroffene Kulturen sind vor allem mehrjähriges Grünland, Weizen und Raps, ebenso können bei Massenvermehrung Fraßschäden an Luzerne, Klee, Mais, Rüben und anderen Kulturen entstehen. Generell bevorzugt die Feldmaus Kulturen, die ihrem natürlichen Habitat nahekommen und Deckung im Unterwuchs bieten. Bei einer bereits erfolgten Ausbreitung auf dem Acker sind auch die Keimlinge von Winterneueinsaat gefährdet. Die durch die Feldmaus verursachte Schadenshöhe kann dabei zwischen beispielsweise 60% Ernteverlust in Luzerne (Babinska-Werka, 1979) und Totalverlust variieren (Richter, 1985). Neben dem reinen Ernteverlust (vgl. Abb. 5) können auch Folgekosten für Neueinsaat oder Futterzukauf entstehen. Das Ausmaß des Feldmausbefalls kann



Abb. 4: Feldmausaktivität auf dem Acker. Quelle: JKI

regional und lokal variieren, Hauptbefallsgebiete in Deutschland sind vor allem Sachsen, Sachsen-Anhalt, Thüringen, Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz (vgl. Tab. 1, S. 15).

Neben Problemen im Pflanzenschutz kann die Feldmaus auch Gesundheitsgefährdungen hervorrufen, sie gilt z.B. als Überträger von Viren (Tula-Virus, durch Zecken übertragene Enzephalitiden, Kuhpocken) und Bakterien (Listerien, Borrelien, Tularämie) (Ulrich *et al.*, 2009a).

	Anbaufläche	Befall	Befall	Ertrag			Verlust	Verlust	Gesamtverlust
	1000 ha	%	1000 ha	dt/ha	€/dt	€/ha	%	€/ha	
Weizen/Körnermais	7103	5%	355	80	21	1680	10%	168	59.665.200 €
Kartoffeln	274	5%	14	450	30	13500	10%	1350	18.495.000 €
Zuckerrüben	358	5%	18	550	3	1650	10%	165	2.953.500 €
Raps/Rübsen	1429	5%	71	40	43	1720	25%	430	30.723.500 €
Grün- und Silomais	1346	5%	67	150	15	2250	10%	225	15.142.500 €
Dauergrünland	4667	4%	187			200	25%	50	9.334.000 €
SUMME									136.313.700 €

Zusammenstellung nach Barten (2008) und
http://www.smul.sachsen.de/ff/publikationen/download/3019_1.pdf
http://deposit.ddb.de/cgi-bin/okserv?idn=973325437&dok_var=d1&dok_ext=pdf&filename=973325437.pdf
http://www.bayercropscience.de/imperia/md/content/de/pf/de/infothek/2007/bruschuere/sonstige/leitfaden_mais.pdf
http://www.db-acw.admin.ch/pubs/wa_arb_05_pub_926_d.pdf
 Landwirtschaftliches Wochenblatt Westfalen-Lippe Heft 4446
<http://www.landwirtschaftskammer.de/fachangebot/beratung/pdf/wettbewerbsstellung-zuckerrueben.pdf>
<http://www.zmp.de/>

Abb. 5: Schätzung von Vorernteschäden durch die Feldmaus. Zusammenstellung: Jacob, 2012

2.2 Erdmaus (*Microtus agrestis*)

2.2.1 Morphologie

Morphologisch ist die Erdmaus sehr ähnlich zur Feldmaus mit einem gedrungeneren Körperbau. Die Kopf-Rumpflänge variiert zwischen 70 und 125 mm, der Mittelwert liegt bei 100 mm. Die Schwanzlänge beträgt ebenfalls etwa 30% der Körperlänge (Braun and Dieterlen, 2005). Dagegen ist die Fellfärbung weniger grau als bei der Feldmaus;



Abb. 6: Erdmaus (*Microtus agrestis*).
 Quelle: Dr. Richard Kraft,
www.kleinsauereger-bayern.de

am Rücken ist die Erdmaus rot- bis dunkelbraun gefärbt (Braun and Dieterlen, 2005). An den Zähnen (*agrestis*-Schlinge am M²) lassen sich Erd- und Feldmaus eindeutig unterscheiden (Niethammer and Krapp, 1982). Das Körpergewicht adulter Erdmäuse kann in Abhängigkeit vom verfügbaren Nahrungsangebot stark zwischen 20 und 50 g schwanken (Braun and Dieterlen, 2005) und im Winter sogar zurückgehen (Bäumler, 1979a).

2.2.2 Verbreitung

Die Nord-Süd-Ausdehnung der Erdmaus reicht von 40°N in Portugal bis 70°N in Skandinavien. Bis einschließlich zum Ural ist die Erdmaus flächendeckend verbreitet. In der Höhe reicht ihre Ausdehnung bis 1.900 m ü. NN. Auf den Inseln ist die Erdmaus nur dort vorhanden, wo die Feldmaus fehlt (Niethammer and Krapp, 1982).

2.2.3 Biologie

Weibliche Erdmäuse können ab einem Alter von 40 Tagen werfen. Die Tragezeit dauert etwa 20-22 Tage. Die Fortpflanzungszeit beginnt im Februar/März und endet im Oktober/November, gelegentlich ist auch Wintervermehrung möglich. Die Wurfgröße schwankt zwischen 2 und 10 Nachkommen, Erdmausweibchen haben pro Jahr drei bis sieben Würfe (Braun and Dieterlen, 2005). Innerhalb einer Fortpflanzungsperiode können vier aufeinander folgende Generationen entstehen (Niethammer and Krapp, 1982). Im Freiland überleben Erdmäuse etwa 15 Monate (Myllymäki, 1977). Die Populationsdichte steigt zum Sommer und Herbst hin an und sinkt dann bis zum kommenden Frühjahr, ähnlich wie bei der Feldmaus können in mehrjährigen Zyklen von zwei bis vier Jahren höhere Dichten auftreten (Schwerdtfeger, 1968). Die Dichte kann dann bei der Erdmaus von 10-50 Tiere pro Hektar auf bis zu 100 (Bäumler, 1979b) oder 300 Tiere pro Hektar ansteigen (Myllymäki, 1977).

2.2.4 Habitat und Lebensweise

Im Gegensatz zur Feldmaus sucht die Erdmaus wenn möglich kühle, bodenfeuchte oder stark vergraste Habitate auf: Sümpfe, Moore, Bachränder, vergraste Forstkulturen sowie feuchtere, nicht beweidete Wiesen (Corbet and Ovenden, 1982). Als Nahrung nimmt die Erdmaus oberirdische Pflanzenteile wie Stängel und Blätter von Gräsern, Moose, Binsen, Grassamen und in geringen Mengen Arthropoden zu sich (Niethammer and Krapp, 1982). Im Winter kann Rinde als Nahrungsgrundlage hinzutreten (Myllymäki, 1977). Der Energiegehalt der Nahrung kann nur etwa zu 50% genutzt werden (Grodzinski and Wunder, 1975), der Wasserbedarf ist etwa doppelt so hoch wie bei der Feldmaus (Dienske, 1979). Im Sommer ist die Erdmaus eher nacht-, im Winter eher tagaktiv (Bäumler, 1975). Die Aktionsräume der Erdmaus sind etwa 500 m² groß, während der Reproduktionsphase können sie sich auf bis zu 1.500 m² erweitern (Reichstein, 1959). An trockenen Standorten legt die Erdmaus ähnlich zur Feldmaus maximal 20 cm tiefe unterirdische Gänge an, die durch oberirdische Pfade verbunden werden. An feuchten Standorten werden dagegen oberirdisch kugelige Nester aus Gras gebaut. Vorräte werden nicht eingetragen.

2.2.5 Rolle im Ökosystem

Erdmäuse werden ähnlich häufig wie Feldmäuse von Eulen, Greifvögeln und kleinen Carnivoren gejagt. Der Waldkauz erbeutet im Gegensatz zu Schleier- und Waldohreule im Verhältnis zur Feldmaus mehr Erdmäuse (Uttendörfer, 1952). Für diese nachtaktiven Jäger stellt die Erdmaus neben der Feldmaus die wichtigste Nahrungsquelle während der Jungenaufzucht dar. Fuchs, Hermelin, Mauswiesel und teilweise Marder nehmen die Erdmaus als einen Nahrungsbestandteil zu sich. Bei Massenvermehrungen kann die Abundanz der Prädatoren ebenfalls zunehmen und sich ganz auf die Erdmaus als Beute spezialisieren (Braun and Dieterlen, 2005). Gelegentlich scheint die Schermaus die Erdmaus zu verdrängen, Erd- und Feldmäuse gehen einander aus dem Weg und nutzen keine gebrauchten Kammern der jeweiligen anderen Art (De Jonge, 1980).

2.2.6 Pflanzenschäden und Vorratsschutz

Nach einem Jahr mit Höchstdichten kann der darauf folgende Nahrungsmangel im Winter dazu führen, dass Erdmäuse auf Rinde als Nahrung ausweichen und dadurch Forstkulturen schädigen (Schindler, 1953; Braun and Dieterlen, 2005). Dabei sind Aufforstungen und Jungbäume bis zu einem Alter von etwa 7 Jahren besonders gefährdet. Keimpflanzen des Wintergetreides werden von der Erdmaus ebenfalls gerne als Nahrung genommen (Myllymäki, 1959).

2.3 Rötelmaus (*Myodes glareolus*)

2.3.1 Morphologie

Die Rötelmaus ist eindeutig an ihrer rötlichen Färbung am Rücken erkennbar. Ihr Bauch ist weißlich gefärbt, der Schwanz ist deutlich zweifarbig. Im Vergleich zur Feldmaus sind ihre Ohren etwas größer und gut sichtbar (Braun and Dieterlen, 2005). Die Kopf-Rumpflänge beläuft sich auf 70-135 cm mit einem Mittelwert von 88 cm; die Schwanzlänge beträgt im Gegensatz zur Feld- und Erdmaus etwa die Hälfte der Körperlänge. Das Gewicht adulter Tiere variiert zwischen 16 und 49 g (Braun and Dieterlen, 2005).

2.3.2 Verbreitung

Die Rötelmaus ist eines der häufigsten Nagetiere Europas. Ehemals wurde sie der Gattung *Clethrionomys* zugeordnet, die in *Myodes* umbenannt wurde (Wilson and Reeder, 2005). Die Nord-Süd-Verbreitung der Rötelmaus liegt in Zentraleuropa

zwischen 38°N und 68°N. In den Alpen kann sie bis auf 2.400 m Höhe vorkommen. Im Süden ist ihre Verbreitung auf Gebirge beschränkt, nach Osten hin ist sie mindestens bis 90° östlicher Länge vorzufinden. Im Nordwesten ihres Verbreitungsgebietes ist die Rötelmaus auch auf Inseln anzutreffen (Niethammer and Krapp, 1982).

2.3.3 Biologie

Die Fortpflanzungszeit der Rötelmaus dauert von Februar/März bis Oktober. Unter günstigen Bedingungen kann Wintervermehrung stattfinden, beispielsweise bei reicher Eichel- oder Bucheckernproduktion (Zejda, 1962). Geburten können auch bei mehr als



Abb. 7: Rötelmaus (*Myodes glareolus*). Quelle: Britta Schultz, Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau Sachsen-Anhalt (LLFG)

15 cm Schneedecke und bis zu minus 7°C Bodentemperatur erfolgen (Niethammer and Krapp, 1982). Die Tragezeit dauert etwa 19-22 Tage, die Wurfgröße schwankt zwischen 3 und 6 Nachkommen. Weibchen sind frühestens nach 9 Wochen geschlechtsreif, ein Weibchen kann im Jahresverlauf 3-4mal werfen. Im Freiland werden Rötelmäuse nur selten älter als 1 Jahr (Niethammer and Krapp, 1982). Die Populationsdichte beträgt etwa 6-12 Individuen pro Hektar (Jensen, 1975), in Spitzenjahren können auch mehr als 50 bis

zu 100 Tiere pro Hektar verzeichnet werden (Petrušewicz *et al.*, 1971). In vielen Gegenden Europas gibt es deutliche Populationszyklen, die alle 3-4 Jahre auftreten. Mehrjährige Populationszyklen können mit Mastjahren von Buchen zusammenhängen (Tersago *et al.*, 2009; Clement *et al.*, 2010).

2.3.4 Habitat und Lebensweise

Die Rötelmaus ist in Wäldern und Gebüsch, an Sumpfrändern und in Hecken vorzufinden, wobei Waldränder und Lichtungen dem Waldinneren vorgezogen werden. Eine gut entwickelte Strauchschicht und eine gewisse Bodenfeuchte sind darüber hinaus notwendig (Niethammer and Krapp, 1982). In Mitteleuropa besiedelt die Rötelmaus Misch- und Laubwälder sowie Parks und Gärten, auf Ackerflächen und gemähten Wiesen wird sie recht selten gefangen (Mitchell-Jones *et al.*, 1999). Im Winter können die Tiere in Keller, Speicher und Heuschober eindringen (Niethammer and Krapp, 1982). Die Nahrung der Rötelmaus ist vielseitig und beinhaltet grüne

Pflanzenteile und Samen sowie Insekten, Raupen und Käfer. Im Frühjahr und Sommer werden vermehrt grüne Pflanzenteile eingenommen, im Herbst und Winter Samen; tierische Kost ist während der Fortpflanzungszeit von Bedeutung. Beeren und Pilze können ebenfalls gefressen werden. Im Winter kann es zu Rindenfraß, vor allem an Holunder, kommen (Niethammer and Krapp, 1982). Die Rötelmäuse legen oft auch Vorräte von Nüssen, Samen und Blättern an und speichern diese in Baumhöhlen. Die Rötelmaus ist tag- und nachtaktiv mit Aktivitätsspitzen in Morgen- und Abenddämmerung (Niethammer and Krapp, 1982; Braun and Dieterlen, 2005). Der horizontale Aktionsraum der Rötelmaus kann zwischen 500 und 14.000 m² betragen (Radda, 1968; Mazurkiewicz, 1971), vertikal klettert die Rötelmaus bis 3 m Höhe in Bäumen (Holisova, 1969). Unterirdische Gänge verlaufen meist nur wenige cm unter der Erdoberfläche und gehen in ein ausgedehntes Netz von Wegen in der verrottenden Laubschicht über (Niethammer and Krapp, 1982).

2.3.5 Rolle im Ökosystem

Waldbewohnende Greifvögel, Eulen, Sperber, Wald-, Rauhuß- und Sperlingskauz sowie Stein- und Baumarder, Wildkatze und Hermelin nehmen die Rötelmaus als Nahrung zu sich (Niethammer and Krapp, 1982). Bei Massenvermehrungen der Rötelmäuse können die Prädatoren ebenfalls in der Anzahl zunehmen und sich auf Rötelmäuse als Nahrung spezialisieren (Braun and Dieterlen, 2005). Rötelmäuse teilen ihren Lebensraum mit Gelbhalsmäusen, Waldmäusen und Spitzmäusen. Konkurrenzsituationen können bei hohen Populationsdichten von Gelbhalsmaus und Waldmaus auftreten, welche die Rötelmaus verdrängen (Braun and Dieterlen, 2005).

2.3.6 Pflanzenschäden und Vorratsschutz

Bei generellem Nahrungsmangel und nach Massenvermehrungen mit anschließender Nahrungsverknappung können erhebliche Schäden durch Rindenfraß entstehen, so an Jungaufwüchsen von Buchen, Lärchen und Douglasien (Schindler, 1960). Eine hohe Buchenmast im Vorjahr kann zu hohen Populationen der Rötelmaus im Folgejahr führen (Kunz, 2002). Die Rötelmaus ist z.B. Überträgerin des Puumala-Hantavirus, welches beim Menschen zu grippeartigen Symptomen und Nierenversagen führen kann (Meerburg *et al.*, 2009). Die Humaninfektion erfolgt durch Inhalation eines Aerosols mit Viruspartikeln, die mit den Exkrementen von den Mäusen ausgeschieden werden (Braun and Dieterlen, 2005; Reil *et al.*, 2011).

2.4 Schermaus (*Arvicola spec.*)

2.4.1 Morphologie

Die Schermaus weist einen gedrungene Körperbau und kurze Ohren auf, mit in Deutschland 80 bis zu 210 g Gewicht ist sie jedoch deutlich größer als ihre verwandten Wühlmausarten. Die Kopf-Rumpflänge der Schermaus kann 120 bis zu 190 mm betragen; die Schwanzlänge beträgt mindestens die Hälfte der Körperlänge. Die Fellfärbung der Schermaus variiert von schwarz im Flachland über graubraun bis sandfarben im Gebirge (Niethammer and Krapp, 1982).

2.4.2 Verbreitung

Die korrekte taxonomische Einordnung verschiedener Schermausarten ist noch nicht abschließend geklärt (Wilson and Reeder, 2005; Gippoliti, 2012), deshalb wird hier die Bezeichnung *Arvicola spec.* verwendet. Die Schermaus ist als größte einheimische Wühlmausart in ganz Nord-, Mittel- und Osteuropa verbreitet sowie in großen Teilen von West-, Süd- und Südosteuropa. Die Nordgrenze in Finnland fällt mit der Grenze des Nadelwaldes zusammen. Auf der britischen Hauptinsel ist sie ebenfalls vertreten, aber zumeist nicht auf den Inseln entlang der britischen Küste. Auf den Nordseeinseln ist sie dagegen teilweise vorhanden. In Südfrankreich und Nordspanien sind nur isolierte Vorkommen verzeichnet. In Italien, auf der Balkanhalbinsel und bis nach Istanbul ist die Schermaus verbreitet. In den Alpen ist die Schermaus bis auf 2.400 m Höhe anzutreffen (Niethammer and Krapp, 1982).

2.4.3 Biologie

In Abhängigkeit von Lage und Klima ist die Fortpflanzungszeit der Schermaus unterschiedlich lang, in Mittel- und Westeuropa dauert sie nach Wieland (1973) in etwa von März/April bis September/Okttober. Die Wurfgröße im Freiland beträgt 1-11 Juvenile (Ognev, 1950), die Tragezeit dauert etwa 21 Tage. Der Eintritt der Geschlechtsreife



Abb. 8: Schermaus (*Arvicola spec.*). Quelle: JKI

erfolgt im Alter von 2 Monaten. Innerhalb einer Fortpflanzungsperiode kann ein Weibchen 4-5mal werfen. Ähnlich wie bei der Feldmaus kann es unter dicker,

kälteisolierender Schneedecke eine Fortpflanzung im Winter geben (Braun and Dieterlen, 2005). Im Freiland können Schermäuse in Ausnahmefällen 3mal überwintern, die meisten Tiere sterben jedoch vor Erreichen des 2. Lebenswinters (Wieland, 1973). Normale Dichten liegen bei 15-30 Individuen pro Hektar (Mehl, 1960), die Populationsdichte kann um das 20fache ansteigen (Wieland, 1973). So wurden in Obstanlagen Siedlungsdichten von 400-500 Individuen pro Hektar erreicht (Mehl, 1960). Im Gartenbau und auf Äckern wurden Dichten von 700 Tieren pro Hektar gemessen; in einer Pappelanlage kam es zu einer Massenvermehrung mit 1.000 Tieren pro Hektar (Wieland, 1973). Für Baden-Württemberg und in der Westschweiz konnten regelmäßig wiederkehrende Zyklen im Abstand von etwa 6 Jahren festgestellt werden (Saucy, 1988; Fröschle, 1991).

2.4.4 Habitat und Lebensweise

Schermäusepopulationen können in unterschiedlichen Habitaten leben: So ist die Schermaus zum einen an dicht bewachsenen Ufern langsam fließender Gewässer vorzufinden. Auch an Seen, Sümpfen, Kanälen und Bewässerungsgräben kommt sie vor, solange ausreichend Deckung vorhanden ist. Die Bindung an Wasser ist jedoch nicht obligatorisch: Schermäuse können sich auch im Flachland in trockenen Lebensräumen ansiedeln, z.B. auf brachliegenden Feldern, Wiesen und in lichten Laub- und Mischwäldern. Im landwirtschaftlichen Bereich werden Felder mit Hackfrüchten, Zwiebelgewächsen, Kleearten, Wiesen und Weideland sowie Hopfenanlagen und Weinberge aufgesucht (Mehl, 1960).

Die Schermaus weist demzufolge ein sehr breites pflanzliches Nahrungsspektrum auf, tierische Kost wird nur selten verzehrt. Der Großteil der Nahrung besteht dabei aus vegetativen Pflanzenteilen des im Habitat vorhandenen Bewuchses; Blüten, Samen und Früchte werden deutlich weniger gefressen. Gärtnerisch, land- und forstwirtschaftlich genutzte Flächen und nicht zuletzt Obstplantagen mit unterirdischem Nahrungsangebot (Wurzeln, Knollen und Zwiebeln) werden gerne von der Schermaus angenommen (Niethammer and Krapp, 1982).

Schermäuse leben vorwiegend unterirdisch und sind tag- und nachtaktiv. Sie können mehr als 200 m am Stück schwimmen und 1,5 m tief tauchen (Gemmeke, 1985). Ihr Aktionsraum beträgt im Schnitt 50 m². Sie legen unterirdische Bausysteme mit einer durchschnittlichen Länge von 40 m an. Die Tiefe der Baue kann zwischen 21 und 105 cm schwanken, sie liegt gemittelt bei 28,7 cm (Niethammer and Krapp, 1982). In den Fraßgängen sucht die Schermaus nach Nahrung und beißt dort Wurzeln ab. Wurzeln, Knollen, Zwiebeln und Pflanzenteile werden auch als Vorräte in die Baue

eingetragen (Braun and Dieterlen, 2005). Die Vorratsmenge im Bau kann bis zu 1 kg betragen (Niethammer and Krapp, 1982). Die Baue bleiben nach außen hin geschlossen und oberirdische Öffnungen werden immer wieder verschlossen. Die Erdhaufen sind im Gegensatz zu denen der Maulwürfe flach und unregelmäßig und befinden sich neben dem Gang statt direkt darüber (Braun and Dieterlen, 2005). Schermäuse können jedoch auch vorhandene Gänge der Maulwürfe für sich nutzen, Maulwürfe sind in der Lage, noch tiefer ins Erdreich reichende Gänge zu graben (Walther and Pelz, 2006).

2.4.5 Rolle im Ökosystem

In erster Linie wird die Schermaus vom Hermelin und Mauswiesel gejagt, die in die Schwermausgänge eindringen können und teilweise von der Schermaus als Hauptbeutetier abhängig sind (Braun and Dieterlen, 2005). Hermelin und Wiesel können auch zum Zusammenbruch von Schermauspopulationen beitragen (Wieland, 1973; Gaudchau, 1983). Unter den Greifvögeln wird die Schermaus vor allem von der Rohrweihe gejagt. Regelmäßig werden Schermäuse auch von Schleiereulen, Waldohreulen und Waldkauz geschlagen. Daneben treten noch Storch und Graureiher als Prädatoren in Erscheinung. Nahrungs- und Raumkonkurrenz kann zwischen Schermaus und Bisam entstehen (Niethammer and Krapp, 1982).

2.4.6 Pflanzenschäden und Vorratsschutz



Abb. 9: Wurzelfraß an Obstbaum. Quelle: Bernd Walther, Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA)

Zu den von der Schermaus geschädigten Kulturen zählen Ackerbau, Gemüsebau, Obstbau, Waldbau und Zierpflanzen. Die Anlage von Obst- und Gemüsekulturen mit humusreichen Boden und abgesenktem Grundwasserspiegel ohne Frostgefahr fördert das Vorkommen der Schermaus (Braun and Dieterlen, 2005). Aus der Schweiz sind auch durch Schermaus verursachte Schäden in Wiesen und Weideland bekannt (Müri and Anderegg, 1983). Die ausschließlich unterirdischen Fraßschäden entstehen durch das Abnagen ganzer Wurzeln. Die Zahnzüge verlaufen richtungslos und sind 2 bis 4 mm breit, typisch ist der „biberartige Fraß“. Die Stämme haben keinen Halt im Boden mehr

und können nach oben herausgezogen werden. Oft ist ein horst- oder reihenweiser Pflanzenausfall feststellbar (Walther and Pelz, 2006). In Obstbaugebieten entstehen so erhebliche Schäden, zwischen 1958 und 1963 betrug die Schadenssumme in Ostdeutschland 6,5 Millionen Mark (Wieland, 1973). In Forstkulturen betrug die geschätzte Schadenssumme in sieben Jahren 2 Millionen Mark (Kulicke, 1967). Schermäuse können darüber hinaus mit Pathogenen wie z.B. dem Tula-Virus infiziert sein (Schlegel *et al.*, 2012). Tab. 1 gibt eine Abschätzung der Kosten der durch verschiedene Wühlmausarten verursachten Schäden in unterschiedlichen Anbausektoren wider. Abb. 11 veranschaulicht die Situation in den deutschen Bundesländern in den Jahren 2004/5, 2007 und 2012.

Tab. 1: Abschätzung der durch Schädner verursachten Kosten. Zusammenstellung: Jacob, 2012

Schädner	Berichtsort	Bezugsjahr	Anbaukultur	Schadenssumme
Erdmaus	Fennoskand.	1970	Gartenbau	2,9 Millionen € ^{1,2}
Erdmaus	Fennoskand.	1970	Landwirtschaft	0,4 Millionen € ^{1,2}
Erdmaus	Europa	1945-1970	Landwirtschaft	60-119 Millionen € ^{1,2}
Erdmaus	Deutschland		Landwirtschaft	5,42 Millionen € ^{3,4}
Rötelmaus	Schweden		Landwirtschaft	0,45 Millionen € ⁵
Scherm Maus	Deutschland		Obstbau	20 Millionen € ⁶
Feldmaus	Deutschland		Obstbau	25 Millionen € ⁷
Feldmaus	Deutschland	2007	Landwirtschaft	700 Millionen € ^{8,9}
Feldmaus	Spanien	2007	Landwirtschaft	15+9 Millionen € ¹⁰

Zusammenstellung nach:

¹ Mathys 1977

² Myllymäki 1977

³ BBA 1978

⁴ Frank 1952

⁵ Hansson & Zejda 1977

⁶ Walther et al. 2008

⁷ Heise & Stubbe 1987

⁸ Barten 2009

⁹ Lauenstein 2008

¹⁰ ITACyL, Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León

Land	2004/5	2007	2012
BB	zunehmender Befall im S	zunehmend	Acker WgL 0-30; verstärkt im Forst
BW	stark-extrem; 29.000 ha	landesweite Zunahme	Befallsfläche DGL 1-3%; Ökoklee 15-20%; Allgäu Extrembefall
BY	-	regional stark	gelegentlicher Befall
HE	-	Befallsfläche DGL 183.500 ha; Ackerkulturen 241.800 ha	regional stärkere Ausfälle
MV	z.T. stark bis extrem; Befallsfläche 100.210 ha	z.T. Totalausfall	verstärkte Aktivität ohne Bekämpfungsnotwendigkeit
NI	mittel	hoch in typischen Befallsregionen (z.B. Wesermarsch)	z.T. verbreiteter Befall mit erheblichen Verlusten
NW	massiv, epidemisch (z.B. Eifel)	regional extrem mit Totalausfall	regional erheblich (z.B. Rheinland S); Befallsfläche 44.650 ha
RP	erheblich (z.B. N Mosel); Befallsfläche 77.000 ha	N und W stark, sonst weniger	Massenvermehrung in 2011-12; Befallsfläche 21.780 ha
SH	kein großer Befall	mittel bis stark v.a. im SO	Einzelschläge betroffen, sonst nicht bekämpfungswürdig
SL	stark auf 5.000 ha	mittel	mittel
SN	mittel bis stark	erhebliche Ausfälle mit regionaler Kalamität	Behandlungsbedarf auf 30.000 ha
ST	sehr stark; Befallsfläche 193.950 ha	schlagweise bis 50% Verlust	Starkbefall; Frühjahr 100.000 ha, Herbst 200.000 ha
TH	Massenbefall	dramatischer Befall	Massenbefall; 256.560 ha

* Datengrundlage Mitteilungen der Länder an BBA 2006; BVL 2008; JKI 2013

Abb. 11: Schäden nach Bundesland und Jahr. Zusammenstellung: Jacob, 2013

3 Altweltmäuse (Murinae)

3.1 Waldmaus (*Apodemus sylvaticus*)

3.1.1 Morphologie

Die Waldmaus ist als Langschwanzmaus an ihren großen Augen und Ohren, ausgeprägten Gliedmaßen und einem im Verhältnis zur Körpergröße langen Schwanz erkennbar. Die Kopf-Rumpflänge beträgt mit 85-105 mm weniger als bei der Gelbhalsmaus; die Schwanzlänge ist bei der Waldmaus mit 80-95 mm geringer als die Körperlänge. Das Durchschnittsgewicht adulter Waldmäuse liegt bei 20-30 g. Am Rücken ist die Waldmaus graubraun gefärbt, davon grenzt sich der weißgraue Bauch ab (Niethammer and Krapp, 1978).



Abb. 12: Waldmaus (*Apodemus sylvaticus*). Quelle: JKI

3.1.2 Verbreitung

Die Waldmaus ist innerhalb ihres Verbreitungsgebietes einer der häufigsten Kleinsäuger. Sie ist fast auf dem gesamten europäischen Kontinent vertreten sowie auf den meisten zugehörigen Inseln. So ist die Waldmaus auch auf Gotland, den Shetland-Inseln und den Mittelmeer-Inseln anzutreffen. In der Höhenverbreitung ist sie bis auf 2.300 m anzutreffen. Im nördlichen Skandinavien und Osteuropa fehlt die Waldmaus (Niethammer and Krapp, 1978).

3.1.3 Biologie

Der erste Wurf der Waldmaus erfolgt im Alter von 3-6 Monaten, die Tragezeit beträgt etwa 25-30 Tage, die Wurfgröße 3-9 Nachkommen. Die Tragezeit ist gewöhnlich auf das Sommerhalbjahr mit maximal 3 Würfen pro Weibchen beschränkt (Jüdes, 1976). Nach Le Louarn and Schmitt (1972) kann in Jahren mit vielen Bucheckern die Fortpflanzungsperiode verlängert und die Populationsdichte gesteigert werden. Die Lebenserwartung der Waldmaus beträgt im Freiland maximal 12 Monate (Birkan, 1968), in der Regel aber weniger als 6-8 Monate (Flowerdew, 1972). Die Populationsdichte kann vom Frühjahr mit 5 Tieren pro Hektar auf bis zu 40 Tiere pro Hektar (Niethammer and Krapp, 1978) oder mehr als 90 Tiere pro Hektar im Herbst ansteigen (Halle, 1993).

3.1.4 Habitat und Lebensweise

Die Waldmaus lebt mit der Gelbhalsmaus im selben Lebensraum. Sie ist in einer Vielzahl von Habitaten anzutreffen. Vor allem halboffene Landschaften wie Hecken und Gebüsche, Gärten und Parks, Laub- und Mischwälder (Niethammer and Krapp, 1978), dabei vor allem Buchenwälder (Schmidt 1975), zählen zu ihrem Verbreitungsgebiet. Auf Kulturland und Ackerflächen in Ostdeutschland ist die Waldmaus ebenfalls regelmäßig anzutreffen (Stein, 1955). Beispielsweise Hecken können als Ausgangshabitat für eine Kolonisierung angrenzender Äcker dienen, abhängig davon, ob die reifen Ackerkulturen ausreichend Nahrung bieten (Ouin *et al.*, 2000). Aufgrund ihrer ausgeprägten Sprunggelenke ist die Waldmaus in der Lage, auch größere Entfernungen bis zu 1 km zurückzulegen, der durchschnittliche Aktionsraum beträgt 0,1 ha (Niethammer and Krapp, 1978). Moore, Heide und Fichtenwald werden von der Waldmaus gemieden. Im Winter sucht sie gelegentlich Gebäude auf (Niethammer and Krapp, 1978). Die Waldmaus ist vorwiegend nachtaktiv, Nestkammern und Vorratsräume werden unterirdisch angelegt (Niethammer and Krapp, 1978). Als Nahrung nimmt sie vor allem Sämereien von Bäumen und Sträuchern, aber auch von Ackerbewuchs zu sich wie beispielsweise von Ackersenf oder Getreide (Stein, 1955). Daneben zählen Arthropoden zum Nahrungsspektrum der Waldmaus (Holisova, 1960). Im Frühjahr können auch grüne Pflanzenteile verspeist werden (Niethammer and Krapp, 1978).

3.1.5 Rolle im Ökosystem

Die Waldmaus kann durch das Anlegen von Vorräten zur Samenverbreitung beitragen (Zimmermann, 1954). Verschiedene Beerensamen bleiben auch nach der Darmassage keimfähig (Müller-Schneider, 1972). Fuchs und Wildkatze, Schleiereule, Waldohreule und Waldkauz können die Waldmaus als Nahrung verwenden (Niethammer and Krapp, 1978).

3.1.6 Pflanzenschäden und Vorratsschutz

Merkliche Fraßschäden der Waldmaus sind selten. Es gibt Berichte über Zerstörungen in Alpenveilchen-Kulturen (Bernard, 1957) und nach Neueinsaat von Zuckerrüben (Pelz, mündl. Mitt.). Für Massenvermehrungen der Waldmaus liegen keine Hinweise vor (Braun and Dieterlen, 2005). Als Forstschädling tritt sie nachweislich nicht in Erscheinung (Halle, 1989). Mäuse der Gattung *Apodemus* sind Wirtstiere für Erreger der Toxoplasmose (Hejlíček *et al.*, 1997) und Darmviren (Bajer *et al.*, 1997).

3.2 Gelbhalsmaus (*Apodemus flavicollis*)

3.2.1 Morphologie

Die Gelbhalsmaus ähnelt morphologisch stark der Waldmaus, mit einer Kopf-Rumpflänge von 90-120 mm ist sie jedoch deutlich größer. Der Schwanz der



Abb. 13: Gelbhalsmaus (*Apodemus flavicollis*).
Quelle: Dr. Richard Kraft,
www.kleinsaueger-bayern.de

Gelbhalsmaus ist ähnlich lang wie der Körper, mindestens 100 bis zu 130 mm (Niethammer and Krapp, 1978). Ihr Fell ist an der Oberseite gelblich-braun mit scharfer Abgrenzung zur Bauchseite. Adulte Tiere weisen ein gelblich-braunes Kehlblind auf. Das Gewicht der Gelbhalsmaus ist mit 20-56 g ebenfalls höher als bei der Waldmaus (Wenk, 2007).

3.2.2 Verbreitung

In Richtung Norden und Nordosten ist die Gelbhalsmaus weiter verbreitet als die Waldmaus. Ausgenommen der britischen Hauptinsel, fehlt sie auf allen westeuropäischen Inseln und in Teilen Westeuropas. Die Höhenverbreitung in den nördlichen Alpen beläuft sich auf 2.000 m ü. NN (Niethammer and Krapp, 1978).

3.2.3 Biologie

Im Frühjahr geborene Tiere werden mit 2-3 Monaten geschlechtsreif. Im Winter wird die Fortpflanzung normalerweise unterbrochen, setzt aber im Februar wieder ein. Die Wurfgröße beträgt im Schnitt 5 Juvenile, die jährliche Wurfzahl beträgt maximal 3 Würfe. Die mittlere Überlebensdauer im Freiland beträgt 3-4 Monate, höchstens jedoch 18 Monate (Radda *et al.*, 1969). Mittlere Populationsdichten im Freiland belaufen sich auf 14 Tiere pro Hektar während maximal 59 Tiere pro Hektar auftreten können (Pelikan *et al.*, 1974). Wendland (1975) beobachtete bei der Gelbhalsmaus dreijährige zyklische Populationsschwankungen; im Gegensatz zur Feldmaus sank die Häufigkeit nach einem Höchststand allmählich ab, um dann plötzlich wieder anzusteigen.

3.2.4 Habitat und Lebensweise

Die Gelbhalsmaus kommt zusammen mit der Waldmaus im gleichen Lebensraum vor. Im Westen Europas ist sie vor allem in älteren und hohen Baumbeständen mit geringer

Krautschicht wie Buchen- und Eichenwälder anzutreffen. Im Osten Europas besiedelt die Gelbhalsmaus auch offenere Lebensräume wie Hecken- und Gebüschlandschaften (Niethammer and Krapp, 1978). Ihre Baue legt sie bevorzugt unter Stubben oder den Wurzeln hoher Bäume an, wo sie vor dem Auswühlen durch Wildschweine sicher sind (Schmidt, 1975). Die Gelbhalsmaus ist überwiegend nachtaktiv (Schwarzenberger and Klingel, 1995) und klettert und springt sehr gut (Wenk, 2007). Ihr Aktionsraum beträgt gemittelt etwa 0,5 ha für männliche und 0,1 ha für weibliche Gelbhalsmäuse (Zejda, 1967). Die Nahrung der Gelbhalsmaus ist ähnlich wie bei der Waldmaus, dabei nimmt sie mehr Baum- als Grassamen zu sich. Ebenfalls zählen Arthropoden zu ihrer Nahrung (Niethammer and Krapp, 1978). Gelbhalsmäuse tragen wie die Waldmäuse Nahrung ein und verdecken oder verstecken sie (Zimmermann, 1956).

3.2.5 Rolle im Ökosystem

Die Waldmaus und die Gelbhalsmaus stehen nicht in Konkurrenz zueinander (Braun and Dieterlen, 2005). Samen, die mit Haken, Stacheln oder Borsten ausgestattet sind, werden mit dem Fell abgestreift und verteilt (Kiviniemi & Telenius 1998), so dass die Tiere zur Samenverbreitung beitragen. Die Gelbhalsmaus ist zusammen mit der Rötelmaus Hauptbeutetier des Baumarders. Dessen Populationsdichte schwankt mit ein Jahr Verzögerung in Abhängigkeit der Beuteabundanz (Zalewski et al, 1995).

3.2.6 Pflanzenschäden und Vorratsschutz

Vereinzelte Fraßschäden von Forstbaumschulen oder Freiflächen mit Eichelsaat wurden berichtet (Wenk, 2007). Forstwirtschaftlich relevante Schäden (Braun and Dieterlen, 2005) oder Schäden in der Landwirtschaft sind von der Gelbhalsmaus jedoch nicht bekannt. In Südost-Europa wurden mit Dobrava-Hantaviren infizierte Gelbhalsmäuse festgestellt (Klempa et al., 2013).

3.3 Brandmaus (*Apodemus agrarius*)

3.3.1 Morphologie

Die Brandmaus besitzt einen charakteristischen, scharf abgegrenzten schwarzen Aalstrich am Rücken. Ansonsten ist ihre Rückenfärbung gelbbraun bis dunkel-rotbraun. Die Kopf-Rumpflänge liegt zwischen 90-110 mm, die Schwanzlänge beträgt 2/3 der Körperlänge. Eine ausgewachsene Brandmaus wiegt zwischen 16-35 g (Wenk, 2007).

3.3.2 Verbreitung

Die Brandmaus ist im Südwesten Europas und in Skandinavien nicht vertreten. Ihr westliches Verbreitungsgebiet ist instabil (Kratochvil, 1977). Es beginnt in Deutschland entlang der Weser mit Schwerpunkt auf den ostdeutschen Landesteilen (Niethammer, 1976). Im Nordosten erstreckt sich das Verbreitungsareal bis nach Asien, im Südosten über Slowenien bis nach Bulgarien. In Mittelgebirgen ist sie bis 900m Höhe anzutreffen (Kratochvil, 1977).

3.3.3 Biologie

Die Geschlechtsreife tritt bei der Brandmaus mit 8 Wochen ein, die Tragezeit dauert zwischen 18 und 21 Tage. Die Wurfgröße liegt bei im Schnitt 6 Nachkommen (Niethammer and Krapp, 1978). Lediglich über April bis September erstreckt sich die Fortpflanzungsperiode, in der ein Weibchen viermal werfen kann. Die höchsten Populationsdichten werden im Herbst erreicht. Das maximale Lebensalter im Freiland beträgt etwa 1,5 Jahre. Gelegentlich treten Massenvermehrungen der Brandmaus auf (Böhme and Reichstein, 1966). Gebietsweise kann es dabei zu einer Verdreifachung der Population kommen (Zejda, 1967).

3.3.4 Habitat und Lebensweise

Die Brandmaus meidet freie Flächen, sie besiedelt vorwiegend baumbewachsenes Gelände, feuchte Standorte, Waldränder, Parks und Wiesen (Wenk, 2007). Getreideflächen werden in Jahren mit erhöhten Dichten verstärkt genutzt (Zejda,



Abb. 14: Brandmaus (*Apodemus agrarius*).
Quelle: Dr. Richard Kraft,
www.kleinsaeuger-bayern.de

1967). Zur Überwinterung kann sie auch Scheunen, Ställe oder Kartoffel- und Rübenlager aufsuchen. Die Brandmaus ist vorwiegend tagaktiv. Die Brandmaus ernährt sich gleichermaßen von pflanzlicher und tierischer Kost. Sie frisst Samen und Früchte, grüne Pflanzenteile spielen eine untergeordnete Rolle. Insekten, Spinnentiere, Mollusken und Hundertfüßer zählen zu ihrem Nahrungsspektrum (Masutti, 1972; Braun

and Dieterlen, 2005). Zur Fortpflanzungszeit im Frühjahr und Frühsommer überwiegt der tierische Nahrungsanteil (Holisova, 1967; Zejda, 1967). Die Brandmaus kann eigene Gänge bauen, ist aber häufiger in denen anderer Kleinsäuger anzutreffen. Oberirdische Verstecke wie Baumstümpfe werden nur selten aufgesucht (Niethammer

and Krapp, 1978). Der Aktionsraum männlicher Brandmäuse beträgt durchschnittlich 0,35 ha, derjenige weiblicher Brandmäuse 0,10 ha (Niethammer and Krapp, 1978). Die Brandmaus teilt sich den Lebensraum mit der Waldmaus, welche aber in größerer Zahl und in einem weiteren Gebiet auftritt (Kahmann, 1961).

3.3.5 Rolle im Ökosystem

Die Brandmaus ist Nahrungsbestandteil von Carnivoren, Greifvögeln und Eulen. Aufgrund ihrer Tagaktivität und ihren deckungsreichen Lebensräumen ist sie in Gewöllen nur selten vorzufinden (Niethammer and Krapp, 1978).

3.3.6 Pflanzenschäden und Vorratsschutz

Wie die Gelbhalsmaus und die Waldmaus tritt die Brandmaus gelegentlich als Samenfresser in der Forstwirtschaft, in Baumschulen und Gärtnereien auf (Landesforstanstalt Eberswalde 2005). Aufgrund ihrer lückenhaften Verbreitung in Deutschland und ihrer gemischten Futterwahl spielt sie in der Landwirtschaft keine große Rolle als Fraßschädling.

3.4 Hausratte (*Rattus rattus*)

3.4.1 Morphologie



Abb. 15: Hausratte (*Rattus rattus*). Quelle: JKI

Die Hausratte weist einen schlanken Körperbau mit großen Augen und dünnhäutigen, fast nackten Ohren auf, die umgelegt bis zum Auge reichen. Der Schwanz ist bei adulten Tieren um etwa 20% länger als der Körper (160-240 mm). Das Gewicht liegt zwischen 100 und 190 g (Braun and Dieterlen, 2005). Die Fellfarbe

variiert von durchgängig dunkel schiefergrau über graubrau bis zu unterseits weißem Haar (Niethammer and Krapp, 1978).

3.4.2 Verbreitung

Als Kulturfolger ist die ursprünglich aus Südostasien stammende Hausratte über die ganze Erde verbreitet und lebt als kommensaler Nager in unmittelbarer Nähe zum Menschen. In den letzten Jahrzehnten ist ein Rückgang der Hausmaus zu verzeichnen. Im Mittelmeerraum ist sie weiterhin flächendeckend vorzufinden, in Skan-

dinavien gilt sie jedoch als ausgestorben, in Großbritannien und Mittel-/Osteuropa ist sie nur noch spärlich vorhanden (Mitchell-Jones *et al.*, 1999). Dies kann zum einen im Einsatz von Rodentiziden (v.a. Antikoagulantien) seit 1950 als auch in veränderter Vorratshaltung sowie in Abriss/Umbau alter Gebäude begründet sein (von Bülow, 1981).

3.4.3 Biologie

Die Hausratte ist ab dem vierten Monat geschlechtsreif, die Tragezeit beträgt 21-23 Tage. Die Wurfgröße variiert zwischen 1-16 Tiere. Eine weibliche Hausratte hat in ihrem Leben 4-5 Würfe (Braun and Dieterlen, 2005), die Lebenserwartung beträgt etwa 2 ½ Jahre (Niethammer and Krapp, 1978). Die Hausratte lebt in kleineren Verbänden von in der Regel <40 Tieren (Telle, 1966). In Umgebung des Menschen erlauben konstante Futterverfügbarkeit und moderates Klima ganzjährige Reproduktion. Dies kann das in Menschennähe erhöhte Risiko, von Katzen oder Hunden gefressen zu werden, ausgleichen (Pocock *et al.*, 2004). In Folge können bei einem Überangebot an Futter hohe Dichten von Hausratten auftreten. In Populationen nicht-kommensal lebender Hausratten betrug die Dichte einer montanen Population in Indien zu Höchstzeiten bis zu 36 Tiere pro Hektar (Shanker & Sukumar, 1999). Waldlebende Populationen der Hausmaus in Neuseeland zeigten eruptive Dynamiken in Abhängigkeit vom saisonalen Futterangebot und Auftreten von Fressfeinden (Blackwell *et al.*, 2003).

3.4.4 Habitat und Lebensweise

Die Hausratte bevorzugt warme, trockene Habitate. In Deutschland verbringt sie lediglich die Sommermonate auch außerhalb von Gebäuden (Telle, 1966). Die Hausratte kann gut klettern und bevorzugt in Gebäuden die oberen Stockwerke wie Dachböden und Getreidespeicher, aber auch Scheunen, Tierställe und Lagerhallen werden bewohnt (Braun and Dieterlen, 2005). Ihre Nester bauen Hausratten aus Material der Umgebung (Papier, Holzwolle, Textilien, Blätter, Zweige). Sie nutzen ein ausgeprägtes Wegenetz, das sich an nach oben führenden Gebäudestrukturen orientiert (Meyer, 1953). Hausratten sind sehr scheu, bevor ein Rudel den Bau verlässt, sichert ein Testtier die Umgebung (Telle, 1966). Die Nahrung der Hausratte besteht hauptsächlich aus pflanzlicher Kost, in Siedlungsgebieten aus Lebensmittelvorräten, Abfall und Tierfutter. Hausratten binden ihr Revier stark an die unmittelbare Nähe des Futterplatzes und sind in Deutschland auf die vorhandenen Gebäudestrukturen angewiesen. In wärmeren Breitengraden können dagegen 300–400 m zwischen Futter- und Nistplatz liegen (Telle, 1966).

3.4.5 Rolle im Ökosystem

Die Hausratte ist in Mitteleuropa nicht heimisch. Durch den starken Rückgang der Bestände ist sie dennoch auf der Roten Liste der vom Aussterben bedrohten Tierarten zu finden (Braun and Dieterlen, 2005).

3.4.6 Pflanzenschäden und Vorratsschutz

Durch ihre Ernährungsweise kann die Hausratte große Schäden hervorrufen, da sie gelagerte Lebensmittel durch Kot und Urin verunreinigt, so dass sie ungenießbar werden (Braun and Dieterlen, 2005). Nageschäden können darüber hinaus Dämmmaterialien, Isolierungen und weitere Gebäudeteile betreffen (Pelz, 2006). Ratten sind darüber hinaus Träger einer Vielzahl von Viren und Bakterien, wie beispielsweise Hantaviren und Leptospiren (Meerburg *et al.*, 2009). Krankheitserreger werden über den Kot und Urin oder anhaftend an den Extremitäten weitergegeben (Pelz, 2006).

3.5 Wanderratte (*Rattus norvegicus*)

3.5.1 Morphologie

Die Wanderratte ist vom Körperbau her plumper als die Hausratte, Kopf und Schnauze haben eine stumpfe Form. Die Wanderratte wiegt ausgewachsen ca. 240 g, die Kopf-Rumpflänge beträgt 180-250 mm (Braun and Dieterlen, 2005). Der Schwanz der Wanderratte ist kürzer als die Körperlänge und zweifarbig oben graubraun, unten heller. Die Au-



Abb. 16: Wanderratte (*Rattus norvegicus*). Quelle: JKI

gen sind kleiner als bei der Hausratte, die kleinen runden, kurz behaarten Ohren erreichen umgelegt höchstens den äußeren Augenwinkel. Die Rückenfarbe der Wanderratte variiert von rotbraun über graubraun bis schwärzlich, die Bauchfärbung ist schmutzig-weiß oder grau (Niethammer and Krapp, 1978).

3.5.2 Verbreitung

Als ursprüngliche Heimat der Wanderratte gilt Asien; in Sibirien und China gibt es auch freilebende nicht-kommensale Populationen. Nach Europa gelangte die Wanderratte wahrscheinlich im Mittelalter (Niethammer and Krapp, 1978). In nördlicher Richtung ist sie durchgehend bis Island und Spitzbergen verbreitet, im Mittelmeerraum ist sie dagegen nur lückenhaft vorzufinden (Braun and Dieterlen, 2005).

3.5.3 Biologie

Trächtige Rattenweibchen können in jedem Monat auftreten. Der Beginn der Geschlechtsreife ist von Ort zu Ort unterschiedlich und hängt auch vom jeweiligen Nahrungsangebot ab (Davis 1949), im Freiland beginnt sie etwa mit vier Monaten. Die Wurfgröße liegt bei etwa 7-11 Nachkommen, Weibchen können in ihrem Leben 6-8mal werfen (Niethammer and Krapp, 1978). Wanderratten leben innerhalb eines Rudels mit bis zu 60 Tieren (Telle, 1966) in einer sozialen Hierarchie. Dichteschwankungen wie bei der Feldmaus kommen nicht vor, ungestörte Populationen bleiben annähernd konstant. Nach einer Reduktion der Dichte etwa durch Bekämpfungsmaßnahmen steigt die Population bald wieder auf ihre ursprüngliche Höhe an; die Geschwindigkeit, mit der dies geschieht, hängt vom verbliebenen Restbestand bzw. der Zuwanderung ab (Niethammer and Krapp, 1978).

3.5.4 Habitat und Lebensweise

In Europa lebt die Wanderratte vorwiegend kommensal in unmittelbarer Nähe zum Menschen, sie kann aber auch im Freien z.B. an Gewässerufern mit dichter Vegetation vorkommen. In Siedlungsgebieten werden in absteigender Reihenfolge Tierhaltungen, Lagerräume, Werkstätten, Speiseräume, Unterkünfte, Krankenhäuser, Verwaltungsgebäude und zuletzt Wohngebäude von der Wanderratte bewohnt (Peters, 1956). An Gewässerufern oder Müllplätzen legen Wanderratten Erdbauten an, deren Eingänge ca. 10 cm Durchmesser betragen und die bis 35 cm tief in den Boden reichen können. In Gebäuden dagegen werden vorhandene Schlupfwinkel genutzt wie z.B. zwischen gestapelten Waren, in den Hohlräumen von Doppelwänden, unter Fußbodendielen oder in Strohhaufen (Niethammer and Krapp, 1978). Wanderratten sind primär dämmerungsaktiv, auch die Nahrungsaufnahme erfolgt während der nächtlichen Aktivitätsperiode. In Gebäuden liegen die Aktivitätsmaxima in der Regel kurz nach Sonnenuntergang und kurz vor Sonnenaufgang (Niethammer and Krapp, 1978). Wanderratten bewegen sich zwischen Unterschlupf, Nahrung und Wasser auf festen Wechsell, die möglichst an senkrechten Wänden entlang führen. Der Aktionsraum der

Wanderratte ist recht begrenzt und umfasst in der Regel weniger als 50 und maximal 100 m Entfernung von Nistplatz und Futterstelle (Niethammer and Krapp, 1978).

Das Nahrungsspektrum der Wanderratte ist weit gefächert und umfasst vor allem Getreide und frische Pflanzenteile, weniger Fleisch und Fisch (Becker, 1950). Steht keine anderweitige eiweißhaltige Nahrung zur Verfügung, kann es auch zu Kannibalismus kommen (Niethammer and Krapp, 1978). Entsprechend der Nahrungspräferenz werden auch kohlenhydratreiche Köder solchen mit Obst, Gemüse oder Fleisch vorgezogen (Niethammer and Krapp, 1978). Wird ein für das Rudel unbekannter Köder ausgelegt und von den ersten Tieren abgelehnt, so verweigert das ganze Rudel die Köderannahme (Steiniger 1952).

3.5.5 Rolle im Ökosystem

Die Wanderratte wird von Hauskatze, Hund, Mauswiesel, Hermelin, Iltis, Uhu, Schleiereule und Waldkauz gefressen (Niethammer and Krapp, 1978). Im Freiland können Wanderratten als Nesträuber in Erscheinung treten, z.B. bei Flussseeschwalben und anderen Zugvögeln (Niethammer and Krapp, 1978).

3.5.6 Pflanzenschäden und Vorratsschutz

Die Zahl der in unmittelbarer Nähe zum Menschen lebenden Wanderratten entspricht in Großstädten in etwa der Zahl der Einwohner. Eine Ausrottung der Wanderratte war in der Vergangenheit nicht erfolgreich. Das vielfältige Angebot an kalorienreichen Lebensmitteln sowie Müllhalden, die Deckung und Nahrung bieten, trägt zur Verbreitung der Wanderratte bei. Kanalisationen, Güllebecken, Stallungen, Getreidelager, Holzstapel und Gerümpel können der Wanderratte als Unterschlupf dienen (Braun and Dieterlen, 2005). Im urbanen Raum nutzen die Wanderratten die Kanalisation als Basis, um durch Regenrohre oder brüchige Abwasserrohre Zugriff auf Gebäude zu nehmen (Telle, 1971). Schäden durch Nage- und Wühltätigkeiten entstehen überall an Mauern, Wänden und Fundamenten, an Metallen und Kabelleitungen sowie an Lebensmittelverpackungen. In der Tierhaltung und in Lagerräumen ist die Wanderratte aufgrund der Verunreinigungen mit Kot, Urin, Schmutz und Haaren als großer



Abb. 17: Rattenschaden an Speichertür, Quelle: JKI

Schädling anzusehen (Braun and Dieterlen, 2005). Darüber hinaus können wie durch die Hausratte Viren, Bakterien, Pilze und Würmer übertragen werden (Meerburg *et al.*, 2009). In manchen Gebieten sind mehr als 90% der landwirtschaftlichen Höfe von Rattenbefall betroffen (Endepols *et al.*, 2003); Populationen mit mehr als 15.000 Ratten konnten auf großen Mastschwein-Farmen gezählt werden (Endepols *et al.*, 1989).

3.6 Hausmaus (*Mus musculus*)

3.6.1 Morphologie

Hausmäuse haben eine spitze Schnauze mit langen Tasthaaren. Die Ohren sind groß, die Augen klein und der nahezu unbehaarte Schwanz ist in etwa körperlang. Das Körpergewicht schwankt zwischen 18 und 40 g, die Kopf-Rumpflänge zwischen 70 und 105 mm (Braun and Dieterlen, 2005). Die Fellfärbung variiert stark, kommensale Hausmäuse tendieren zu 'mausgrau' (Niethammer and Krapp, 1978). Die auf den ersten Blick ähnlich aussehende Waldmaus ist bauchseitig deutlich heller gefärbt und hat größere Augen und Ohren als die Hausmaus (Braun and Dieterlen, 2005).

3.6.2 Verbreitung



Abb. 18: Hausmaus (*Mus musculus*). Quelle: JKI

Ursprünglich war die Hausmaus in Steppen- und Halbwüstengebieten von Nordwest-Afrika und Spanien bis nach Ostasien verbreitet (Schwarz and Schwarz, 1943). Durch Verschleppung im Zusammenhang mit Aufkommen des Getreidebaus und Zunahme des Warenverkehrs und der Bevölkerungsdichte ist die Hausmaus heute weltweit verbreitet (Niethammer and Krapp, 1978). In Europa

ist die Hausmaus von der Eismeerküste bis nach Südspanien und bis zum Ural anzutreffen. Auch auf Mittelmeer- und Nordseeinseln ist sie zum Großteil vorhanden. In Gebirgen beläuft sich die Verbreitungsgrenze auf etwa 2.500 m (Niethammer and Krapp, 1978). In Deutschland sind die Unterarten *Mus musculus musculus* und *Mus musculus domesticus* vorzufinden (Braun and Dieterlen, 2005).

3.6.3 Biologie

Bei Hausmäusen dauert die Fortpflanzungsperiode von Mai bis Oktober (Pelikan 1974). In Gebäuden und Getreideschobern kann auch Wintervermehrung stattfinden

(Richter 1957). Im Alter von 6-8 Wochen werden Hausmäuse sexuell aktiv, die Tragezeit beträgt etwa 20 Tage. Die Wurfgröße liegt bei etwa sechs Tieren, in Abhängigkeit von der Dauer der Fortpflanzungsperiode kann ein Weibchen unter günstigen Bedingungen bis zu zehnmal im Jahr werfen. Die durchschnittliche Lebenserwartung beträgt drei Monate, die maximale Lebensdauer im Freiland 20 Monate. Niedrige Temperaturen im Februar können zu hohen Mortalitätsraten führen (Niethammer and Krapp, 1978). Bei freilebenden Hausmäusen erhöht sich die Populationsdichte im Verlaufe einer Fortpflanzungsperiode durchschnittlich um das Zehnfache. Auf Ackerflächen sind die Populationsdichten insgesamt jedoch eher gering (Zeida, 1975), Hausmäuse machten beispielsweise weniger als 5% der gefangenen Kleinsäuger auf ostdeutschen Ackerflächen aus (Stein, 1955) und kommen dort oft überhaupt nicht vor. Bei in Gebäuden lebenden Tieren können aufgrund der ganzjährigen Fortpflanzung hohe Dichten erreicht werden, beispielsweise 15 Hausmäuse pro m³ Getreideschober (Southwick 1958), wo sich die Population in neun Monaten um das 15-fache erhöhen kann (Rowe et al 1963).

3.6.4 Habitat und Lebensweise

Im Süden Europas kann die Hausmaus ganzjährig freilebend sein. Geeignete Habitate finden sich z.B. in Getreidefeldern, Dauergrünländern, Trockenrasen oder Hecken (Niethammer and Krapp, 1978). Ansonsten lebt die Hausmaus in Bindung an den Menschen und besonders in den Wintermonaten sucht sie Wohnungen, Wirtschaftsgebäude, Stallungen, Scheunen und Vorratslager auf. Dort findet sie sowohl Nahrung und Deckung als auch Nestmaterial und Witterungsschutz (Niethammer and Krapp, 1978). In landwirtschaftlich genutzten Systemen in Australien konnten für die Hausmaus saisonabhängige Bewegungen von Refugien in Befallhabitate aufgrund von Ressourcen und Populationsausbrüchen aufgezeigt werden (Jacob *et al.*, 2004). Hausmäuse sind Allesfresser, gerne nehmen sie Samen wildwachsender und kultivierter Pflanzen auf, vor allem Getreide (Weizen, Roggen, Hafer, Gerste, Hirse, Mais) und Hanf (Niethammer and Krapp, 1978). Hausmäuse sind dämmerungs- und dunkelaktiv. Sie können gut klettern und springen und auch schwimmen. In Gebäuden lebende Hausmäuse haben einen Aktionsradius von unter zehn Metern (Pocock *et al.*, 2004), ihr Nest legen sie aus allen verfügbaren Materialien in unmittelbarer Nähe zur Nahrungsquelle an.

Mit steigender Dichte leben Hausmäuse zunehmend in Nestgemeinschaften (Southwick, 1955). Freilebende Hausmäuse sammeln auch Vorräte in einfachen, kleinen unterirdischen Bauen an. Diese Baue befinden sich versteckt in

Aufforstungsstreifen, Hecken oder Steinhaufen (Bauer, 1960). In Habitaten, wo Ratten und Hausmäuse gemeinsam vorkommen, sind die Ratten dominant und in höherer Abundanz vertreten als die Hausmaus (Brown *et al.*, 1996).

3.6.5 Rolle im Ökosystem

Die Hausmaus ist in ihrer Verbreitung nicht gefährdet. Hauskatzen, kleine Raubtiere, Korn-, Rohr- und Wiesenweihen sowie Schleiereulen nutzen die Hausmaus als Nahrung (Niethammer and Krapp, 1978).

3.6.6 Pflanzenschäden und Vorratsschutz

Gemeinsam mit der Wanderratte zählt die Hausmaus zum wichtigsten Nagetierschädling im urbanen Gebiet. Neben Fraßschäden kann die Hausmaus auf der Suche nach Nistmaterial Nageschäden hinterlassen und Lebens- und Futtermittel durch Kotspuren verunreinigen. In Fragebögen zu Hausmausvorkommen in Siedlungsgebieten in Baden-Württemberg wurde zu 25% angegeben, dass die Hausmaus keine Schäden verursachte (Braun and Dieterlen, 2005). Ähnlich wie Haus- und Wanderratte kann die Hausmaus Viren und Bakterien übertragen (Ulrich *et al.*, 2009b). Neue Hausbauweisen und moderne Lagerung von Futter und Lebensmitteln in Silos und Kühltruhen haben in den letzten 30 Jahren in Deutschland zu einem Rückgang der Hausmauspopulationen und damit verbundener Schäden geführt (Braun and Dieterlen, 2005).

Literaturverzeichnis

- Babinska-Werka, J., 1979. Effects of common vole on alfalfa crop. *Acta Theriologica* 24, 281-297.
- Bajer, A., Bednarska, M., Sinski, E., 1997. Wildlife rodents from different habitats as a reservoir for *Cryptosporidium parvum*. *Acta Parasitologica* 42, 192-194.
- Barten, R., 2008. Feldmäuse vernichten Grundnahrungsmittel in Milliardenhöhe. Vortrag BVL Fachgespräch Feldmausbekämpfung 25.2.2008.
- Barten, R., 2009. Feldmäuse – Wirtschaftlichkeit. conference presentation at Arbeitskreis Wirbeltiere 11.11.-12.11.2009, Delitzsch, Germany.
- Bäumler, W., 1975. Activity of some small mammals in the field. *Acta Theriologica* 20, 365-377.
- Bäumler, W., 1979a. Die Sommerkrise der Erdmaus (*Microtus agrestis* L.) Teil I. Die Entwicklung einer freilebenden Population. *Anzeiger für Schädlingskunde Pflanzenschutz Umweltschutz* 52, 65-70.
- Bäumler, W., 1979b. Über den Einfluß von Witterungsfaktoren auf das Wachstum markierter Erdmäuse (*Microtus agrestis* L.). *Anzeiger für Schädlingskunde Pflanzenschutz Umweltschutz* 52, 4-10.
- BBA, 1978. Erhebung über die von Säugetieren und Vögeln in der Bundesrepublik Deutschland an Kulturpflanzen verursachten Schäden. *Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem* 186, 144.
- Becker, K., 1950. Ernährungsstudien von Wanderratten und Hausratten. *Schädlingsbekämpfung* 42, 115-118.
- Birkan, M., 1968. Reparation ecologique et dynamique des populations d'*Apodemus sylvaticus* et *Clethrionomys glareolus* en pinède a Rambouillet. *Extrait de la Terre et Vie* 3, 231-273.
- Blackwell, G.L., Potter, M.A., McLennan, J.A., Minot, E.O., 2003. The role of predators in ship rat and house mouse population eruptions: drivers or passengers? *Oikos* 100, 601-613.
- Blumenberg, D., 1986. Telemetrische und endoskopische Untersuchungen zur Soziologie, zur Aktivität und zum Massenwechsel der Feldmaus, *Microtus arvalis* (Pall.). *Zeitschrift für angewandte Zoologie* 73, 301-344.
- Böhme, W., Reichstein, H., 1966. Zum Vorkommen und zur Verbreitung der Brandmaus, *Apodemus agrarius* (Pallas, 1771), am NW-Rande ihres europäischen Areals. *Zoologischer Anzeiger* 177.
- Borkowska, A., 2011. Seasonal variation of reproductive success under female philopatry and male-biased dispersal in a common vole population. *Behavioural Processes* 86, 39-45.
- Boye, P., 1996. Die Rolle von Säugetieren in mitteleuropäischen Ökosystemen. *Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz* 46, 11-18.
- Braun, M., Dieterlen, F., 2005. *Die Säugetiere Baden-Württembergs*. Ulmer Verlag.
- Brown, K.P., Moller, H., Innes, J., Alterio, N., 1996. Calibration of tunnel tracking rates to estimate relative abundance of ship rats (*Rattus rattus*) and mice (*Mus musculus*) in a New Zealand forest. *New Zealand Journal of Ecology* 20, 271-275.

- Bryja, J., Tkadlec, E., Nesvadbova, J., Gaisler, J., Zejda, J., 2001. Comparison of enumeration and Jolly-Seber estimation of population size in the common vole *Microtus arvalis*. *Acta Theriologica* 46, 279-285.
- Bures, S., 1997. High common vole *Microtus arvalis* predation on ground-nesting bird eggs and nestlings. *Ibis* 139, 173-174.
- Clement, J., Maes, P., de Strihou, C.V., van der Groen, G., Barrios, J.M., Verstraeten, W.W., Van Ranst, M., 2010. Beechnuts and outbreaks of nephropathia epidemica (NE): of mast, mice and men. *Nephrology Dialysis Transplantation* 25, 1740-1746.
- Corbet, G., Ovenden, D., 1982. Pareys Buch der Säugetiere Alle wildlebenden Säugetiere Europas. Verlag Paul Parey.
- Cornulier, T., Yoccoz, N.G., Bretagnolle, V., Brommer, J.E., Butet, A., Ecke, F., Elston, D.A., Framstad, E., Henttonen, H., Hörnfeldt, B., Huitu, O., Imholt, C., Ims, R.A., Jacob, J., Jedrzejewska, B., Millon, A., Petty, S.J., Pietiäinen, H., Tkadlec, E., Zub, K., Lambin, X., 2013. Europe-wide dampening of population cycles in keystone herbivores. *Science* 340, 63-66.
- Daan, S., Slopsema, S., 1978. Short-term rhythms in foraging behaviour of the common vole, *Microtus arvalis*. *Journal of Comparative Physiology* 127, 215-227.
- De Jonge, G., 1980. Response to con- and heterospecific male odours by the voles *Microtus agrestis*, *M. arvalis* and *Clethrionomys glareolus* with respect to competition for space. *Behaviour* 73, 277-303.
- Dienske, H., 1979. The importance of social interactions and habitat in competition between *Microtus agrestis* and *M. arvalis*. *Behaviour* 71, 1-126.
- Endepols, S., Klemann, N., Pelz, H.J., Ziebell, K.L., 2003. A scheme for the placement of rodenticide baits for rat eradication on confinement livestock farms. *Preventive Veterinary Medicine* 58, 115-123.
- Endepols, S., Röder, R., Schuster, W., 1989. Zur Abundanz und Reproduktion einer Population der Hausratte, *Rattus rattus* (L. 1758). *Säugetierkundliche Informationen* 3, 109-112.
- Flowerdew, J.R., 1972. The effect of supplementary food on a population of wood mice (*Apodemus sylvaticus*). *Journal of Animal Ecology* 41, 553-566.
- Frank, F., 1952. Umfang, Ursachen und Bekämpfungsmöglichkeiten der Mäusefraßschäden in Forstkulturen. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes* 4, 183-189.
- Frank, F., 1956. Das Fortpflanzungspotential der Feldmaus, *Microtus arvalis* (Pallas) - eine Spitzenleistung unter den Säugetieren. *Zeitschrift für Säugetierkunde-International Journal of Mammalian Biology* 21, 176-181.
- Frank, F., 1957. The causality of microtine cycles in Germany. *Journal of Wildlife Management* 21, 113-121.
- Fröschle, M., 1991. Zu den Zyklen der Massenvermehrungen der Schermaus (*Arvicola terrestris* L.) in Baden-Württemberg. *Gesunde Pflanzen* 43, 408-411.
- Gaudchau, M.D., 1983. Die Schermaus und ihre Bekämpfung. *Agrar- und Umweltforschung in Baden-Württemberg* 4, 1-54.
- Gemmeke, H., 1985. Aktionsräume wasserlebender Schermäuse (*Arvicola terrestris*) in den Obstanlagen an der Niederelbe. *Zeitschrift für angewandte Zoologie* 72, 213-217.
- Gipoliti, S., 2012. The name of the Italian water vole *Arvicola* cf. *amphibius* (Linnaeus, 1758). *Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy* 23, 1-3.

- Grodzinski, W., Wunder, B.A., 1975. Ecological energetics of small mammals. In: Golley et al. (Eds.), *Small Mammals*. Cambridge University Press, pp. 173-204.
- Halle, S., 1989. Die Einwanderung von Kleinnagern und ihr Einfluss auf junge Forstkulturen. *Natur und Landschaft* 64, 449-450.
- Halle, S., 1993. Wood mice (*Apodemus sylvaticus* L.) as pioneers of recolonization in a reclaimed area. *Oecologia* 94, 120-127.
- Hansson, L., Zejda, J., 1977. Plant damage by bank voles (*Clethrionomys glareolus* Schreb.) and related species in Europe. FAO/WHO/EPPO Conference on Rodents of Agriculture and Public Health Concern, 1-12.
- Haynes, S., Jaarola, M., Searle, J.B., 2003. Phylogeography of the common vole (*Microtus arvalis*) with particular emphasis on the colonization of the Orkney archipelago. *Molecular Ecology* 12, 951-956.
- Heise, S., 1991. Untersuchungen zum Wachstum, zur Mortalität und Fertilität der Feldmaus *Microtus arvalis* (Pallas, 1779) - Populationsökologie von Kleinsäugerarten. *Wissenschaftliche Beiträge der Universität Halle* 34, 171-181.
- Heise, S., Lippke, J., Wieland, H., 1991. Beiträge zur Populationsregulation der Feldmaus (*Microtus arvalis*, Pallas, 1779) I. Reproduktionsintensität. *Zoologische Jahrbücher Systematik* 118, 257-264.
- Heise, S., Stubbe, M., 1987. Populationsökologische Untersuchungen zum Massenwechsel der Feldmaus *Microtus arvalis* (Pallas, 1779). *Säugetierkundliche Informationen* 2, 403-414.
- Hejlícek, K., Literák, I., Nezval, J., 1997. Toxoplasmosis in wild mammals from Czech Republic. *Journal of Wildlife Diseases* 33/3, 480-485.
- Holisova, V., 1960. Die Nahrung der Waldmaus *Apodemus sylvaticus* L. Im böhmisch-mährischen Höhenzug. *Zoologické Listy*, 135-158.
- Holisova, V., 1967. The food of *Apodemus agrarius* (Pall.). *Zoologické Listy* 16, 1-14.
- Jacob, J., Brown, J.S., 2000. Microhabitat use, giving-up densities and temporal activity as short and long term anti-predator behaviors in common voles. *Oikos* 91, 131-138.
- Jacob, J., Pelz, H.J., 2005. Regulierung von Nagetierpopulationen: Aktuelle Ansätze und Zukunftsaussichten. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes* 57, 177-182.
- Jacob, J., Tkadlec, E., 2010. Rodent outbreaks in Europe: dynamics and damage. In: Singleton, G.R., Belmain, S., Brown, P.R., Hardy, B. (Eds.), *Rodent outbreaks – Ecology and impacts*. International Rice Research Institute, Los Baños, Philippines, pp. 207-223.
- Jacob, J., Ylönen, H., Singleton, G.R., 2004. Spatial distribution of house mice during plague formation. *Ecoscience* 11, 16-22.
- Jensen, T.S., 1975. Trappability of various functional groups of the forest rodents *Clethrionomys glareolus* and *Apodemus flavicollis*, and its application in density estimations. *Oikos* 26, 196-204.
- Jüdes, U., 1976. Beiträge zur Fortpflanzungs- und Populationsbiologie der Waldmaus (*Apodemus sylvaticus* LINNE, 1758) und der Gelbhalsmaus (*Apodemus flavicollis* MELCHIOR, 1834). Dissertation Christian-Albrechts-Universität Kiel, 1-163.
- Kahmann, H., 1961. Beiträge zur Säugetierkunde der Türkei 2 - Die Brandmaus (*Apodemus agrarius* Pallas 1774) in Thrakien und die südeuropäische Verbreitung der Art. *Säugetierkunde der Türkei* 26, 92-102.

- Klempa, B., Avsic-Zupanc, T., Clement, J., Dzagurova, T.K., Henttonen, H., Heyman, P., Jakab, F., Kruger, D.H., Maes, P., Papa, A., Tkachenko, E.A., Ulrich, R.G., Vapalahti, O., Vaheri, A., 2013. Complex evolution and epidemiology of Dobrava-Belgrade hantavirus: definition of genotypes and their characteristics. *Archives of Virology* 158, 521-529.
- Kratochvil, J., 1959. Hrabos Polni, *Microtus arvalis*. Nakladatelstvi Ceskoslovenske Akademie Ved, Praha.
- Kratochvil, J., 1977. Die Faktoren, die die Schwankungen der Westgrenze des Verbreitungsareals von *Apodemus agrarius* (Mamm., Muridae) bedingen. *Vestnik ceskoslovenske spolecnosti zoologicke* 41, 253-265.
- Kulicke, H., 1967. The importance of *Arvicola terrestris* in the forests of E. Germany. *Arch. Forstw.* 16, 797-801.
- Kunz, A., Susset, M.A., Sczepanski, B., Braun, B., 2002. Die Nephropathia epidemica. Wichtige Differenzialdiagnose des akuten Nierenversagens im Endemiegebiet Reutlingen. *Deutsche medizinische Wochenschrift* 127, 1685-1689.
- Lauenstein, G., 1979. Zur Problematik der Bekämpfung von Feldmäusen *Microtus arvalis* (Pall.) auf Grünland. *Zeitschrift für angewandte Zoologie* 66, 35-59.
- Lauenstein, G., Große Enking, J., 2008. Feldmäuse machen Probleme. *Landwirtschaftliches Wochenblatt Westfalen-Lippe*, 26-27.
- Le Galliard, J.F., Remy, A., Ims, R.A., Lambin, X., 2012. Patterns and processes of dispersal behaviour in arvicoline rodents. *Molecular Ecology* 21, 505-523.
- Le Louarn, H., Schmitt, A., 1972. Relations observees entre la production de faines et la dynamique de population du mulot, *Apodemus sylvaticus* L., en Foret de Fontainbleau. *Annales des Sciences forestieres* 30, 205-214.
- Mackin-Rogalska, R., Nabaglo, L., 1990. Geographical variation in cyclic periodicity and synchrony in the common vole, *Microtus arvalis*. *Oikos* 59, 343-348.
- Masutti, L., 1972. Una dimora del "topo campagnolo dal dorso striato" in Friuli. *gruppo giornalistico dell'edagricole* 6, 15-25.
- Mathys, G., 1977. Report of the joint FAO/WHO/EPPO conference on rodents of agricultural and public health concern. *EPPO Bulletin* 7/2.
- Mazurkiewicz, M., 1971. Shape, size and distribution of home ranges of *Clethrionomys glareolus* (Schreber, 1780). *Acta Theriologica* 16, 23-60.
- Meerburg, B.G., Singleton, G.R., Kijlstra, A., 2009. Rodent-borne diseases and their risks for public health. *Critical Reviews in Microbiology* 35, 221-270.
- Mehl, S., 1960. Die Schermaus (*Arvicola terrestris* Linné / *Arvicola amphibius* Linné). *Flugblatt BBA* 8, 1-12.
- Meyer, E., 1953. Die Hausratte und ihre Bekämpfung. *Der praktische Desinfektor* 45, 163-165.
- Mitchell-Jones, A.J., Amori, G., Bogdanowicz, W., Krystufek, B., Reijnders, P.J.H., Spitzenberger, F., Stubbe, M., Thissen, J.B.M., Vohralik, V., Zima, J., 1999. The atlas of European mammals. T.Poyser, A.D.Poyser, London.
- Müller-Schneider, P., 1973. Über die Rolle der Waldmäuse und Gartenschläfer als Samenverbreiter. *Jahresber. Naturf. Ges. Graubünden* 95, 19-29.
- Müri, H., Anderegg, R., 1983. Von Mäusen und Menschen. *Wildtiere* 2, 5-17.

- Myllymäki, A., 1959. Bedeutung und Ursachen der Mäusefrassschäden in Finnland. *Eripainos* 178, 5-100.
- Myllymäki, A., 1977. Demographic mechanisms in the fluctuating populations of the field vole *Microtus agrestis*. *Oikos* 29, 468-493.
- Niethammer, J., 1976. Die Verbreitung der Brandmaus (*Apodemus agrarius*) in der Bundesrepublik Deutschland. *Acta Sc.Nat.Brno* 10, 43-55.
- Niethammer, J., Krapp, F., 1978. Handbuch der Säugetiere Europas. Band 1 Nagetiere I. Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden.
- Niethammer, J., Krapp, F., 1982. Handbuch der Säugetiere Europas Band 2/ Nagetiere II. Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden.
- Ognev, S.J., 1950. Die Säugetiere der UdSSR Vol. VII.
- Quin, A., Paillat, G., Butet, A., Burel, F., 2000. Spatial dynamics of wood mouse (*Apodemus sylvaticus*) in an agricultural landscape under intensive use in the Mont Saint Michel Bay (France). *Agriculture Ecosystems and Environment* 78, 159-165.
- Pelikan, J., Zejda, J., Holisova, V., 1974. Standing crops estimates of small mammals in moravian forests. *Zoologické Listy* 23, 197-216.
- Pelz, H.J., 2006. Was tun gegen Ratten und Hausmäuse? AID, Landwirtschaftlicher Auswertungs- und Informationsdienst.
- Peters, H., 1956. Dichte und Verbreitung einiger wichtiger Schädlinge in Westdeutschland. *Höfchen-Briefe Bayer Pflanzenschutznachrichten* 9, 69-111.
- Petrusewicz, K., Bujalska, G., Andrzejewski, R., Gliwicz, J., 1971. Productivity processes in an island population of *Clethrionomys glareolus*. *Annales Zoologici Fennici* 8, 127-132.
- Pocock, M.J.O., Searle, J.B., White, P.C.L., 2004. Adaptations of animals to commensal habitats: population dynamics of house mice *Mus musculus domesticus* on farms. *Journal of Animal Ecology* 73, 878-888.
- Radda, A., 1968. Populationsstudien am Rötelmäusen (*Clethrionomys glareolus* Schreber, 1780) durch Markierung in Niederösterreich. *Oecologia* 1, 219-235.
- Radda, A., Pretzmann, G., Steiner, H.M., 1969. Bionomische und ökologische Studien an österreichischen Populationen der Gelbhalsmaus (*Apodemus flavicollis*, Melchior 1834) durch Markierung. *Oecologia* 3, 351-373.
- Reichstein, H., 1959. Populationsstudien an Erdmäusen, *Microtus agrestis* L. (Markierungsversuche). *Zoologische Jahrbücher* 86, 367-382.
- Reil, D., Imholt, C., Schmidt, S., Rosenfeld, U.M., Ulrich, R.G., Eccard, J.A., Jacob, J., 2011. Relationship between bank vole abundance, seroprevalence and human hantavirus infections. *Julius-Kühn-Archiv*, 197.
- Richter, W., 1985. Über die Wirkung starken Feldmausbefalls (*Microtus arvalis* Pallas) auf den Pflanzenbestand des Dauergrünlandes und der Äcker. *Abhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins Bremen* 35, 322-334.
- Rowe, F.P., Taylor, E.J., Chudley, A., 1963. The numbers and movements of house mice (*Mus musculus* L.) in the vicinity of four corn-ricks. *Journal of Animal Ecology* 32, 87-97.
- Saucy, F., 1988. Dynamique de population, dispersion et organisation sociale de la forme fouisseuse du campagnol terrestre (*Arvicola terrestris scherman* (Shaw), Mammalia, Rodentia). Dissertation - Université de Neuchâtel / Institut de Zoologie, 1-366.

- Schindler, U., 1953. Die Erdmaus (*Microtus agrestis* L.), Ein gefährlicher Forstschädling. Der praktische Desinfektor 45, 174-177.
- Schindler, U., 1960. Auftreten und Bekämpfung der Rötelmaus (*Clethrionomys glareolus* Schreber) im Dürrejahr 1959 in Nordwestdeutschland. Zeitschrift für angewandte Zoologie 47, 431-447.
- Schlegel, M., Radosa, L., Rosenfeld, U.M., Schmidt, S., Triebenbacher, C., Lohr, P.W., Fuchs, D., Heroldova, M., Janova, E., Stanko, M., Mosansky, L., Fricova, J., Pejcoch, M., Suchomel, J., Purchart, L., Groschup, M.H., Kruger, D.H., Klempa, B., Ulrich, R.G., 2012. Broad geographical distribution and high genetic diversity of shrew-borne Seewis hantavirus in Central Europe. Virus Genes 45, 48-55.
- Schmidt, A., 1975. Populationsdynamik und Ökologie der terrestrischen Kleinsäuger des Naturschutzgebietes Schwarzberge. Naturschutzarbeit Berlin-Brandenburg 11, 503-509.
- Schwarz, E., Schwarz, H., 1943. The wild and commensal stocks of the house mouse, *Mus musculus* Linnaeus. Journal of Mammalogy 24, 59-72.
- Schwarzenberger, T., Klingel, H., 1995. Telemetrische Untersuchungen zur Raumnutzung und Aktivitätsrhythmik freilebender Gelbhalsmäuse *Apodemus flavicollis* Melchior, 1834. Zeitschrift für Säugetierkunde-International Journal of Mammalian Biology 60, 20-32.
- Southwick, C.H., 1955. Regulatory mechanisms of house mouse populations: social behaviour affecting litter survival. Ecology 36, 628-634.
- Southwick, C.H., 1958. Population characteristics of house mice living in English corn ricks: density relationships. Proceedings of the Zoological Society of London 131, 163-175.
- Stein, G.H.W., 1955. Die Kleinsäuger ostdeutscher Ackerflächen. Zeitschrift für Säugetierkunde-International Journal of Mammalian Biology 20, 89-113.
- Stein, G.H.W., 1957. Materialien zur Kenntnis der Feldmaus *Microtus arvalis* P. Zeitschrift für Säugetierkunde-International Journal of Mammalian Biology 22, 117-135.
- Stein, G.H.W., 1958. Die Feldmaus (*Microtus arvalis* Pallas). Franckhsche Verlagshandlung, Kosmos Verlag, Stuttgart.
- Steiniger, F., 1952. Rattenbiologie und Rattenbekämpfung einschließlich der Toxikologie gebräuchlicher Rattengifte. Stuttgart, Ferdinand Enke Verlag.
- Telle, H.J., 1966. Beitrag zur Kenntnis der Verhaltensweise von Ratten, vergleichend dargestellt bei *Rattus norvegicus* und *Rattus rattus*. Zeitschrift für angewandte Zoologie 53, 129-196.
- Telle, H.J., 1971. Formulation and evaluation of control programs of brown rats - *Rattus norvegicus*. Zeitschrift für angewandte Zoologie 58, 141-167.
- Tersago, K., Verhagen, R., Servais, A., Heyman, P., Ducoffre, G., Leirs, H., 2009. Hantavirus disease (nephropathia epidemica) in Belgium: effects of tree seed production and climate. Epidemiology and Infection 137, 250-256.
- Ulrich, R.G., Heckel, G., Pelz, H.J., Wieler, L.H., Nordhoff, M., Dobler, G., Freise, J., Matuschka, F.R., Jacob, J., Schmidt-Chanasit, J., Gerstengarbe, H.W., Jäkel, T., Süss, J., Ehlers, B., Nitsche, A., Kallies, R., John, R., Günther, S., Henning, K., Grunow, R., Wenk, M., Maul, L.C., Hunfeld, K.-P., Wölfel, R., Schares, G., Scholz, H.C., Brockman, S.O., Pfeffer, M., Essbauer, S.S., 2009a. Nagetiere und nagetierassoziierte Krankheitserreger. Bundesgesundheitsblatt 52.

- Ulrich, R.G., Schlegel, M., Schmidt-Chanasit, J., Jacob, J., Freise, J., Pelz, H.J., Mertens, M., Wenk, M., Büchner, T., Masur, D., Sevke, K., Meier, M., Thiel, J., Triebenbacher, C., Buschmann, A., Lang, J., Löhr, P.W., Allgöwer, R., Borkenhagen, P., Schröder, T., Endepols, S., Heidecke, T., Stodian, I., Hüppop, O., Hornung, M., Fiedler, W., Krüger, F., Rühle, F., Gerstengarbe, F.W., Pfeffer, M., Wegener, W., Bemann, M., Ohlmeyer, L., Wolf, R., Gehrke, A., Heidecke, D., Stubbe, M., Zoller, H., Koch, J., Brockmann, S.O., Heckel, G., Essbauer, S.S., 2009b. Hantaviren und Nagetiere in Deutschland: Das Netzwerk "Nagetier-übertragende Pathogene". Mitteilungen des Julius Kühn-Instituts 421, 76-92.
- Uttendörfer, U., 1952. Neue Ergebnisse über die Ernährung der Greifvögel und Eulen. Stuttgart, Verlag Eugen Ulmer.
- von Bülow, B., 1981. Zur Verbreitung der Hausratte, *Rattus rattus* L., in Mitteleuropa während der letzten Jahrzehnte. Zeitschrift für angewandte Zoologie 68, 67-94.
- Walther, B., Pelz, H.J., 2006. Abwehr von Wühlmausschäden im ökologischen Obstbau. Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE).
- Walther, B., Pelz, H.J., Fülling, O., Malevez, J., 2008. Wie teuer sind Wühlmausschäden im Obstbau. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes 60, 72.
- Wendland, V., 1975. Dreijähriger Rhythmus im Bestandswechsel der Gelbhalsmaus (*Apodemus flavicollis* Melchior). Oecologia 20, 301-310.
- Wenk, M., 2007. Mäuse. Waldschutz-Merkblatt 53. Forst Brandenburg, Landesforstanstalt Eberswalde.
- Wieland, H., 1973. Beiträge zur Biologie und zum Massenwechsel der Grossen Wühlmaus (*Arvicola terrestris* L.). Zool.Jb.Syst. 100, 351-428.
- Wilson, D.E., Reeder, D.M., 2005. Mammal species of the world - a taxonomic and geographic reference Third Edition. 2, 1-2142.
- Ylönen, H., Altner, H.J., Stubbe, M., 1991. Seasonal dynamics of small mammals in an isolated woodlot and its agricultural surroundings. Annales Zoologici Fennici 28, 7-14.
- Zejda, J., 1962. Winter breeding in the bank vole, *Clethrionomys glareolus* Schreb., Zoologické Listy 11, 309-321.
- Zejda, J., 1967. Habitat selection in *Apodemus agrarius* (Pallas, 1778) (Mammalia: Muridae) on the border of the area of its distribution. Zoologické Listy 16, 15-30.
- Zejda, J., 1975. Habitat selection in two feral house mouse (*Mus musculus* L.) lowland populations. Zoologické Listy 24, 99-111.
- Zimmermann, K.L., 1954. Frassspuren von Gelbhalsmaus, *Apodemus flavicollis* (Melchior, 1834), und Waldmaus, *Apodemus sylvaticus* (Linné, 1758). Säugetierkundliche Mitteilungen 2, 34.
- Zimmermann, K., 1956. Gattungstypische Verhaltensformen von Gelbhals-, Wald- und Brandmaus. Der zoologische Garten 22, 162-171.