

Aus dem Zentrum für klinische Tiermedizin der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München

Angefertigt unter der Leitung von Prof. Dr. Ralf Müller

Dermatophytose bei Meerschweinchen und Kaninchen

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität
München

von
Annina Maria Krämer
aus Speyer

München 2012

Gedruckt mit der Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München

Dekan: Univ.-Prof. Dr. Braun

Berichterstatter: Univ.-Prof. Dr. Müller

Korreferent: Prof. Dr. Knospe

Tag der Promotion: 21. Juli 2012

Meinen Eltern und Geschwistern

INHALTSVERZEICHNIS

I.	EINLEITUNG	1
II.	LITERATURÜBERSICHT	2
1.	Erreger	2
1.1.	Taxonomie	2
1.1.1.	Klassifizierung aufgrund morphologischer Gesichtspunkte	2
1.1.2.	Klassifizierung aufgrund molekulargenetischer Gesichtspunkte	4
1.2.	Verbreitung	5
1.3.	Reservoir	5
1.4.	Asymptomatische Träger	5
1.5.	Häufigkeit	6
2.	Pathogenese	9
2.1.	Infektion	9
2.2.	Risikofaktoren	12
3.	Klinisches Bild	13
4.	Diagnostik	22
4.1.	Woodsche Lampe	22
4.2.	Direkte Mikroskopie	23
4.2.1.	Trichogramm	23
4.2.2.	Aufhellung	24
4.3.	Kultur	24
4.4.	Biopsie	26
4.5.	Molekulargenetische Methoden	27
5.	Therapie	28
5.1.	Topische Therapie	28
5.2.	Systemische Therapie	30
5.3.	Umgebungsbehandlung	32
5.4.	Kombinationstherapie	33
5.5.	Therapiedauer	33
5.6.	Impfung	33
6.	Zoonose	34

III.	KAPITEL I: DERMATOPHYTES IN PET GUINEA PIGS AND RABBITS	38
IV.	KAPITEL II: RISIKOFAKTOREN, KLINISCHES BILD, THERAPIE UND ZONOSERISIKO BEI KANINCHEN MIT DERMATOPHYTOSE	55
V.	WEITERE UNTERSUCHUNGEN	75
1.	Material und Methoden	75
2.	Ergebnisse	76
VI.	DISKUSSION	81
VII.	ZUSAMMENFASSUNG	98
VIII.	SUMMARY.....	100
IX.	LITERATURVERZEICHNIS	102
X.	ANHANG	117
XI.	TABELLENVERZEICHNIS	129
XII.	DANKSAGUNG	130

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

A.	<i>Arthroderma</i>
AK	Antikörper
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
DMSO	Dimethylsulfoxid
DNA	Desoxyribonukleinsäure
DTH	delayed type hypersensitivity
DTM	dermatophyte test medium
<i>E.</i>	<i>Epidermophyton</i>
entzündl.	entzündlich
ESCCAP	European Scientific Counsel Companion Animal Parasites
HE	Hämotoxylin-Eosin
hsp	Hitzeschockprotein
IgG	Immunglobulin G
ITS	internal transcribed spacer
K	Kaninchen
k. A.	keine Angabe
KOH	Kalilauge
Konz.	Konzentration
<i>M.</i>	<i>Microsporium</i>
<i>m.</i>	<i>mentagrophytes</i>
MS	Meerschweinchen
n	number of samples (Anzahl der Proben)
o.	oder
p. o.	<i>per os</i>
PAS	periodic acid-Schiff
PCR	Polymerasekettenreaktion
rDNA	ribosomale Desoxyribonukleinsäure
RNA	Ribonukleinsäure
<i>sp.</i>	<i>spezies</i>
spp.	spezies pluralis
<i>T.</i>	<i>Trichophyton</i>
TÄ	Tierärzte
Tab.	Tabelle
tgl.	täglich
u.	und
v. a.	vor allem
<i>var.</i>	<i>varietas</i>
z. T.	zum Teil

I. EINLEITUNG

Bei der Dermatophytose handelt es sich um eine durch eine Gruppe von Pilzen, den sogenannten Dermatophyten, hervorgerufene Infektionskrankheit, die sowohl den Menschen als auch eine Vielzahl von Säugetierarten und Vögel betreffen kann (WEITZMAN & SUMMERBELL, 1995). Dermatophyten besitzen durch bestimmte Enzyme (Keratinasen) die Fähigkeit verhorntes Gewebe, wie obere Hautschichten, Haare und Nägel zu befallen (AJELLO, 1974). Es ist bekannt, dass auch Meerschweinchen (MS) und Kaninchen (K) von der Dermatophytose betroffen sein können (DONNELLY et al., 2000) und dass sie bei diesen Tierarten am häufigsten durch *Trichophyton (T.) mentagrophytes (m.)* hervorgerufen wird (HAGEN & GORHAM, 1972; CONNOLE et al., 2000; POLLOCK, 2003). Genauere Angaben zu Prävalenz, Klinik, Therapie und Zoonosepotential bei als Haustier gehaltenen Meerschweinchen und Kaninchen gibt es bisher aber nicht.

Ziel dieser kumulativen, zwei Publikationen umfassenden Arbeit war die Untersuchung der Dermatophytose bei als Haustier gehaltenen Meerschweinchen und Kaninchen im deutschsprachigen Raum, im Hinblick auf Zahl der betroffenen Tiere, vertretene Dermatophytenspezies, asymptomatische Trägertiere, Umweltfaktoren, klinische Symptome, Therapie und Zoonosepotential. Die Arbeit baut auf drei verschiedenen Teilen auf. Der erste Teil besteht aus der retrospektiven Auswertung der Proben von Meerschweinchen und Kaninchen, die im Jahr 2009 von Tierärzten zur Untersuchung auf Dermatophyten zu drei verschiedenen Laboren in Deutschland geschickt wurden. Im zweiten Teil wurden Meerschweinchen und Kaninchen aus drei verschiedenen Gruppen und zwar, erstens Gesundtiere, zweitens Tiere mit Hautveränderungen und drittens Tiere mit anderen Krankheiten auf Dermatophyten untersucht. Der dritte Teil beinhaltet die Auswertung einer Fragebogenaktion, bei der im Falle eines positiven Dermatophytenbefundes bei einem Meerschweinchen oder Kaninchen der behandelnde Tierarzt und der Tierbesitzer im Hinblick auf Klinik, Diagnostik, Therapie, Haltungsbedingungen und Zoonosepotential befragt wurde.

II. LITERATURÜBERSICHT

1. Erreger

Bei den Erregern der Dermatophytose handelt es sich um Fadenpilze, die die Fähigkeit besitzen verhornte Gewebe aufzuschließen und daher obere Hautschichten, Haare und Nägel besiedeln können (WEITZMAN & SUMMERBELL, 1995).

1.1. Taxonomie

Dermatophyten gehören zu der Klasse der Fadenpilze (Hyphomycetes) der Abteilung der Deuteromyceten (Fungi imperfecti). Die aktuell noch gültige Einteilung der Dermatophyten in drei Genera beruht prinzipiell auf der Unterscheidung morphologischer Eigenschaften der unterschiedlichen Dermatophytenspezies (ABANMI et al., 2008) (siehe Abschnitt 1.1.1.). Neuere Untersuchungen mit molekulargenetischen Methoden haben zu einer Neuordnung der bisher bestehenden Systematik geführt, so dass einige Spezies zusammengefasst oder neu zugeordnet wurden (GRÄSER et al., 2008), eine endgültige Neueinteilung gibt es allerdings noch nicht (siehe Abschnitt 1.1.2.).

1.1.1. Klassifizierung aufgrund morphologischer Gesichtspunkte

Die Dermatophyten werden in drei Genera eingeteilt: *Epidermophyton (E.)* spp. (spezies), *Microsporum (M.)* spp. und *Trichophyton* spp., wobei die Zuordnung auf morphologischen Gesichtspunkten beruht und auf die Klassifizierung durch Emmons aus dem Jahr 1934 zurückgeht (EMMONS, 1934). Die Einteilung nach Emmons ist in Tabelle 1 vereinfacht dargestellt. Emmons hatte die bestehende Einteilung von Sabouraud auf Grund der für jedes Genera charakteristischen Makrokonidien überarbeitet (NEGRONI, 2010), die mit zur Differenzierung herangezogen werden können. Er beschreibt außer den Makrokonidien auch die Mikrosporen, Chlamydosporen und akzessorischen Organe (EMMONS, 1934). Die von Emmons entwickelte Einteilung wurde im Laufe der Jahre weiter überarbeitet (siehe Tabelle 2). WEITZMANN und SUMMERBELL (1995) beriefen sich in einer neueren Übersicht aus dem Jahre 1995 ebenfalls auf die Grundlagen von Emmons, aber zusätzlich auch auf spätere Veröffentlichungen anderer Autoren (AJELLO, 1968; MATSUMOTO & AJELLO, 1987). Ebenfalls

bedeutend für die Weiterentwicklung der Klassifizierung war die Entdeckung der den Anamorphen (sich asexuell vermehrende Stadien) zugehörigen Teleomorphen (sich sexuell vermehrende Stadien) (MATSUMOTO & AJELLO, 1987). Die Spezies für die ein sexuelles Stadium gefunden werden konnte, zählen daher jetzt zur Abteilung der Ascomyceten (MEINHOF, 1990). Die Teleomorphe werden unter dem Genus *Arthroderma* (A.) zusammengefasst und können Spezies aus den Genera *Microsporum* und *Trichophyton* zugeordnet werden (WEITZMAN & SUMMERBELL, 1995).

Tab. 1: Dermatophyten-Einteilung nach EMMONS (1934) (*E.* = *Epidermophyton*, *M.* = *Microsporum*, *T.* = *Trichophyton*, z. T. = zum Teil)

Genera	<i>Trichophyton</i>	<i>Epidermophyton</i>	<i>Microsporum</i>
Charakteristika	Myzel normalerweise weiß, bei manchen Spezies gelb, pink, violett oder braun; vermehrt sich in Kultur über Konidien; Makrokonidien sind gekeult, dünnwandig und manchmal fehlend	Myzel normalerweise gelb; vermehrt sich in Kultur über Chlamydosporen und über ovale bis eiförmige, glatte, dickwandige Makrokonidien	Myzel normalerweise weiß bis braun; vermehrt sich in Kultur über spindelförmige, dickwandige Makrokonidien und gekeulte Konidien; z.T. nur wenige oder keine Makrokonidien
dazugehörige Spezies	<i>T. tonsurans</i>	<i>E. floccosum</i>	<i>M. audouinii</i>
	<i>T. schoenleinii</i>		<i>M. equinum</i>
	<i>T. mentagrophytes</i>		<i>M. gallinae</i>
	<i>T. megnini</i>		<i>M. quinckeanum</i>
	<i>T. concentricum</i>		<i>M. felineum</i>
	<i>T. sabouraudi</i>		<i>M. gypseum</i>
	<i>T. violaceum</i>		
	<i>T. epilans</i>		
	<i>T. sulfureum</i>		
	<i>T. album</i>		
	<i>T. rubrum</i>		
	<i>T. ferrugineum</i>		

Tab. 2: Dermatophyten-Einteilung nach WEITZMANN und SUMMERBELL (1995) (*E.* = *Epidermophyton*, *M.* = *Microsporum*, *T.* = *Trichophyton*)

<i>Epidermophyton</i>	<i>Microsporum</i>	<i>Trichophyton</i>
<i>E. floccosum</i>	<i>M. audouinii</i>	<i>T. concentricum</i>
	<i>M. canis</i>	<i>T. equinum</i>
	<i>M. equinum</i>	<i>T. gourvilii</i>
	<i>M. ferrugineum</i>	<i>T. kanei</i>
	<i>M. fulvum</i>	<i>T. megninii</i>

Fortsetzung Tab. 2: Dermatophyten-Einteilung nach WEITZMANN und SUMMERBELL (1995)

<i>Epidermophyton</i>	<i>Microsporium</i>	<i>Trichophyton</i>
	<i>M. gallinae</i>	<i>T. mentagrophytes</i>
	<i>M. gypseum</i>	<i>T. raubitschekii</i>
	<i>M. nanum</i>	<i>T. rubrum</i>
	<i>M. persicolor</i>	<i>T. schoenleinii</i>
	<i>M. praecox</i>	<i>T. simii</i>
	<i>M. racemosum</i>	<i>T. soudanense</i>
	<i>M. vanbreuseghemii</i>	<i>T. tonsurans</i>
		<i>T. verrucosum</i>
		<i>T. violaceum</i>

1.1.2. Klassifizierung aufgrund molekulargenetischer Gesichtspunkte

Mit Anwendung von molekulargenetischen Untersuchungsmethoden entstand eine vorläufige Neueinteilung der Systematik (siehe Tabelle 3), da festgestellt wurde, dass einige Spezies durch molekulare Untersuchungsmethoden nicht unterscheidbar sind oder zu einem Komplex gehörige Spezies phylogenetisch unterschiedlichen Gruppen zuzuordnen sind (FREALLE et al., 2007; GRÄSER et al., 2008; SUN et al., 2010).

Tab. 3: Dermatophyten-Einteilung nach GRÄSER und Mitarbeitern (2008) (A. = *Arthroderma*, E. = *Epidermophyton*, M. = *Microsporium*, spp. = spezies pluralis, T. = *Trichophyton*)

Säugetier assoziierte Dermatophyten	geophile (aus dem Boden) <i>Microsporium</i> Spezies	geophile <i>Trichophyton</i> Spezies
<i>T. equinum</i>	<i>A. gypseum</i> / <i>M. gypseum</i>	<i>A. gertleri</i> / <i>T. vanbreuseghemii</i>
<i>T. tonsurans</i>	<i>A. incurvatum</i> / <i>M. gypseum</i>	<i>A. gloriae</i> / <i>T. gloriae</i>
<i>T. interdigitale</i> (anthropophil = vom Menschen)	<i>A. fulvum</i> / <i>M. fulvum</i>	<i>A. ciferrii</i>
<i>T. interdigitale</i> (zoophil = vom Tier)	<i>A. persicolor</i> / <i>M. persicolor</i>	<i>A. flavescens</i> / <i>T. flavescens</i>
<i>A. vanbreuseghemii</i>	<i>A. grubyi</i> / <i>M. gallinae</i>	<i>A. uncinatum</i> / <i>T. ajelloi</i>
<i>T. mentagrophytes</i>	<i>A. borellii</i> / <i>M. amazonicum</i>	<i>A. quadrifidum</i> / <i>T. terrestre</i>
<i>T. schoenleinii</i>	<i>A. racemosum</i> / <i>M. racemosum</i>	<i>A. lenticulare</i> / <i>T. terrestre</i>
<i>A. simii</i> / <i>T. simii</i>	<i>A. cajetanum</i> / <i>M. cookei</i>	<i>A. insingulare</i> / <i>T. terrestre</i>
<i>T. concentricum</i>	<i>A. obtusum</i> / <i>M. nanum</i>	<i>A. olidum</i> / <i>T. eboreum</i>
<i>T. verrucosum</i>	<i>A. cookiellum</i>	<i>A. ciferrii</i> / <i>T. georgiae</i>
<i>T. erinacei</i>	<i>A. corniculatum</i>	<i>A. melis</i> / <i>T. melis</i>
<i>A. benhamiae</i>	<i>M. praecox</i>	<i>T. thuringiense</i>
<i>T. anamorph</i> von <i>A. benhamiae</i>	<i>M. duboisii</i>	<i>T. phaseoliforme</i>

Fortsetzung Tab. 3: Dermatophyten-Einteilung nach GRAESER und Mitarbeitern (2008)

Säugetier assoziierte Dermatophyten	geophile <i>Microsporium</i> Spezies	geophile <i>Trichophyton</i> Spezies
<i>T. rubrum</i>		<i>A. multifidum</i> / <i>Chrysosporium</i> spp.
<i>T. rubrum</i> (Afrika)		<i>A. tuberculatum</i> / <i>Chrysosporium</i> spp.
<i>T. violaceum</i>		<i>A. curreyi</i> / <i>Chrysosporium</i> spp.
<i>E. floccosum</i>		<i>A. cuniculi</i> / <i>Chrysosporium</i> spp.
<i>M. audouinii</i>		<i>Chrysosporium</i> <i>verspertilium</i>
<i>M. canis</i>		<i>Ctenomyces serratus</i> / <i>Chrysosporium</i> spp.
<i>M. ferrungineum</i>		

1.2. Verbreitung

Dermatophyten sind weltweit verbreitet. Das Erregerspektrum kann aber je nach Land oder Region variieren (AMEEN, 2010). Zu den Dermatophytenspezies, die weltweit von Bedeutung sind, gehören auch die für die Dermatophytose bei Meerschweinchen und Kaninchen wichtigen Spezies *T. mentagrophytes* und *M. canis* (AMEEN, 2010).

1.3. Reservoir

Je nachdem, ob eine Dermatophytenspezies primär beim Mensch, bei Tieren oder im Erdboden vorkommt, werden anthropophile, zoophile und geophile Dermatophyten unterschieden (KAPLAN, 1958; WEITZMAN & SUMMERBELL, 1995). Es gibt Tierarten oder Tiergruppen, die für bestimmte zoophile Dermatophyten ein Reservoir darstellen (ENGLISH, 1972; JACOBS, 1988). Dies gilt für *T. m. varietas (var.) mentagrophytes* in Bezug auf Kleinnager und Kaninchen und *M. canis* in Bezug auf Katzen und Hunde (PIER et al., 1994). Mehrere Studien haben gezeigt, dass auch wilde Kleinnager ein Reservoir für Dermatophyten wie *T. m. var. granulare*, *T. m. var. mentagrophytes*, *M. canis*, *M. gypseum* und *T. terrestre* sein können (HOFFMANN et al., 1970; GUGNANI et al., 1975; MANTOVANI et al., 1982).

1.4. Asymptomatische Träger

Eine Rolle bei der Verbreitung von Dermatophyten innerhalb der Tierpopulation spielen laut DONNELLY und Mitarbeitern (2000) auch asymptomatische

Trägertiere. Bei asymptomatischen Trägertieren handelt es sich um Tiere, die keine klinischen Symptome entwickeln, aber subklinisch infiziert sind oder Dermatophyten als Kontaminanten im Fell tragen und sie dadurch unbemerkt in eine unbelastete Tierpopulation einführen können (MIGNON, 2001; AKBABA et al., 2008). Berichte von Isolationen von Dermatophyten bei klinisch unauffälligen Tieren finden sich sowohl bei **Meerschweinchen**, als auch bei **Kaninchen**, wobei es sich im überwiegenden Fall um *T. mentagrophytes* und meist um Labor- oder Farmtiere handelt (ROSENTHAL & WAPNICK, 1963; GIP & MARTIN, 1964; FEUERMAN et al., 1975; BALSARI et al., 1981; LOPEZ-MARTINEZ et al., 1984; TORRES-RODRIGUEZ et al., 1992; VANGEEL et al., 2000). Bei gesunden Meerschweinchen und Kaninchen sind Einzelberichte von Isolationen von *M. gypseum* (FEUERMAN et al., 1975), bei Meerschweinchen auch von *T. erinacei* (RUSH-MUNRO et al., 1977) und *T. verrucosum* (BÖHM & BISPING, 1968) und beim Kaninchen auch von *M. audouinii* (ALI-SHTAYEH et al., 1988), *M. nanum* (ALI-SHTAYEH et al., 1988), *T. equinum* (ALI-SHTAYEH et al., 1988), *T. verrucosum* (ALI-SHTAYEH et al., 1988), *M. distortum* (EFUNTOYE & FASHANU, 2002) und *M. canis* (ZAROR & CASAS, 1988) zu finden. Die Details zur Isolation von Dermatophyten bei asymptomatischen Meerschweinchen und Kaninchen können den Tabellen 11 und 12 im Anhang entnommen werden.

1.5. Häufigkeit

Die bei **Meerschweinchen** am häufigsten vorkommende Dermatophytenspezies ist *T. mentagrophytes* (POLLOCK, 2003). Entsprechend wird in der Literatur in den meisten Studien und Fallberichten sowohl bei als Haustier gehaltenen Meerschweinchen, als auch bei Labormeerschweinchen oder gewerblich genutzten Meerschweinchen von Infektionen mit *T. mentagrophytes* berichtet (POMBIER & KIM, 1975; MCALEER, 1980b; WEISS & WEBER, 1983; STENWIG, 1985). Da es sich bei *T. mentagrophytes* um einen Spezies-Komplex handelt (GRÄSER et al., 1999b), gibt es Literaturangaben, in denen bei Meerschweinchen isolierte Dermatophyten als *T. m. var. granulare/granulosum*, als *T. m. var. mentagrophytes* und als *T. m. var. asteroides* beschrieben werden (KOCH & RIETH, 1958; POLANO, 1977; CARMAN et al., 1979; AHO, 1980; MCALEER, 1980b). Die Varietäten „*granulosum*“, „*mentagrophytes*“ und „*asteroides*“ benennen in der alten Taxonomie zoophile Stämme des *T.-m.*-Komplexes, die in Kultur ein charakteristisches Wachstum aufweisen (KAPLAN,

1958; JAKSCH, 1963; MALE & FRITSCH, 1966; ENGLISH, 1972). Sie zeigen eine granuläre, gipsige Oberfläche und im Falle von „asteroides“ zusätzlich strahlige Randausläufer (NENOFF et al., 2007).

Nach neuen Untersuchungen kann unter anderem zwischen dem *A. benhamiae*-Komplex und dem *A. vanbreuseghemii*-Komplex unterschieden werden (GRÄSER et al., 2008). Zu ersterem gehören außer *T. erinacei* (früher *T. m. var. erinacei*) auch *T. verrucosum* und *T. concentricum* und ein *Trichophyton*-Anamorph von *A. benhamiae*, das früher zu *T. m. var. granulatum* gezählt wurde, wobei man zur Zeit davon ausgeht, dass *A. benhamiae* stark mit Meerschweinchen und Kaninchen assoziiert ist (GRÄSER et al., 2008). In einer Studie in der Schweiz wurde bei sechs von 21 als Haustier gehaltenen Meerschweinchen *A. benhamiae* identifiziert (DROUOT et al., 2009) und in Japan bei vier Labormeerschweinchen *A. vanbreuseghemii* (HIRONAGA et al., 1981). Details zu bei Meerschweinchen isolierten Dermatophyten des *T.-m.*-Komplexes sind in Tabelle 11 im Anhang zusammengefasst.

Andere Dermatophytenspezies werden bei Meerschweinchen selten gefunden (siehe Tabelle 11 im Anhang). In der Literatur sind zusätzlich Isolationen von *M. canis* (SMITH et al., 1969; MEIER, 1975; WEISS et al., 1979; PAPINI et al., 1997) und Einzelfallberichte von Isolationen von *M. gypseum* (FEUERMAN et al., 1975), *M. audouinii* (VOGEL & TIMPE, 1957; ALTERAS, 1965), *T. rubrum* (KOCH & RIETH, 1958; ALTERAS, 1965), *T. erinacei* (RUSH-MUNRO et al., 1977), *T. verrucosum* (POLANO, 1977) und *T. quinckeanum* (WEISS & WEBER, 1983) zu finden, wobei es sich meist um Labortiere und bei der Isolation von *M. gypseum* und *T. erinacei* um asymptotische Tiere handelte.

Bei **Kaninchen** wird am häufigsten *T. mentagrophytes* isoliert (CANNY & GAMBLE, 2003). In den Veröffentlichungen wird von Isolationen von *T. mentagrophytes* (VILANOVA & CASANOVAS, 1951; BANKS & CLARKSON, 1967; WEISS & WEBER, 1983; EFUNTOYE & FASHANU, 2002; KHOSRAVI & MAHMOUDI, 2003) oder zum *T.-m.*-Komplex gehöriger *T. m. var. granulare/granulosum* berichtet (ALTERAS & COJOCARU, 1969; AHO, 1980; SZILI & KOHALMI, 1981; TORRES-RODRIGUEZ et al., 1992), vereinzelt auch von *T. m. var. mentagrophytes* (VAN ROOIJ et al., 2006). In neueren Studien wurde auch *A. benhamiae* isoliert (KAWASAKI et al., 2000; SAITO et al., 2001; NAKAMURA et al., 2002). Beim Großteil der genannten Veröffentlichungen

handelt es sich um Berichte von Kaninchenfarmen oder -zuchten oder aus Laboren (JÄNISCH & KOCH, 1965; BANKS & CLARKSON, 1967; ALTERAS & COJOCARU, 1969; SZILI & KOHALMI, 1981; TORRES-RODRIGUEZ et al., 1992; VAN ROOIJ et al., 2006).

Auch bei Meldungen zur Isolation von *M. canis* handelt es sich überwiegend um Labor- oder Farmkaninchen (SAXENA & RHOADES, 1970; VOGTSBERGER et al., 1986; SIMALJAKOVA et al., 1989; TORRES-RODRIGUEZ et al., 1992; CABANES et al., 1997; KHOSRAVI & MAHMOUDI, 2003). Die geophilen Dermatophytenspezies sind zum Großteil nicht pathogen (MANTOVANI et al., 1982). Ausnahme ist hier *M. gypseum*, der auch im Zusammenhang mit Erkrankungen von Kaninchen isoliert wurde (WEISBROTH, 1971; SINHA et al., 1982; KHOSRAVI & MAHMOUDI, 2003). WEISBROTH (1971) berichtet von einer Infektion mit *M. gypseum* bei einem zehn Wochen alten Haustier-Kaninchen mit krustigen Läsionen an Kopf und Ohren, das draußen gehalten wurde. Ein Geschwistertier zeigte ebenfalls Symptome (WEISBROTH, 1971). SINHA und Mitarbeiter (1982) beobachteten einen Fall einer *M. gypseum*-Infektion bei einem zwei Monate alten, als Haustier gehaltenen Kaninchen mit Alopezie am Kopf und an den Gliedmaßen, das auch Juckreiz zeigte. Angaben über die Haltungsbedingungen werden nicht gemacht, die Autoren gehen aber davon aus, dass sich das Tier am Boden angesteckt hat (SINHA et al., 1982). KHOSRAVI und MAHMOUDI (2003) konnten *M. gypseum* bei neun von 25 Kaninchen mit Verdacht auf Dermatophytose isolieren, genauere Angaben sind hier nicht zu finden. Außerdem konnte *M. gypseum* aus Gehegematerial von Kaninchenställen isoliert werden (EFUNTOYE & FASHANU, 2002). Des weiteren sind in der Literatur Einzelberichte zu den folgenden Dermatophytenspezies zu finden: *T. verrucosum* (ALI-SHTAYEH et al., 1988), *M. audouinii* (ALI-SHTAYEH et al., 1988), *M. nanum* (ALI-SHTAYEH et al., 1988), *T. equinum* (ALI-SHTAYEH et al., 1988), *M. distortum* (EFUNTOYE & FASHANU, 2002), *T. quinckeanum* (ALTERAS, 1966), *T. terrestre* (CARMAN et al., 1979) und *M. persicolor* (KHOSRAVI & MAHMOUDI, 2003), wobei es sich bei den Einzelberichten mit Ausnahme der Berichte zu *T. quinckeanum*, *T. terrestre* und *M. persicolor* um asymptotische Tiere handelte. Tabelle 12 im Anhang zeigt eine Zusammenstellung der Dermatophyten, die bei Kaninchen bisher isoliert wurden.

2. Pathogenese

Es ist davon auszugehen, dass eine Vielzahl von Faktoren eine Dermatophyten-Infektion bei Meerschweinchen und Kaninchen fördern können (FEHR, 1990). Die genaue Pathogenese und die immunologischen Vorgänge der Dermatophytose sind aber bisher noch nicht geklärt (VERMOUT et al., 2008).

2.1. Infektion

Die **Übertragung** der Dermatophyten kann direkt über erkrankte Tiere und Menschen oder indirekt über mit Sporen behaftete Gegenstände erfolgen (WEITZMAN & SUMMERBELL, 1995; MARSHALL, 2003). Untersuchungen in Kaninchenfarmen haben gezeigt, dass es bei Infektionen mit *T. m. var. granulare* und mit *M. canis* zu einer Kontamination der Umwelt kommt (SIMALJAKOVA et al., 1989; TORRES-RODRIGUEZ et al., 1992; VAN ROOIJ et al., 2006). Sporen von Dermatophyten können Monate bis Jahre in der Umwelt überleben, vor allem in verhornten Hautschuppen oder ähnlichen Materialien und somit ebenfalls als Infektionsquelle dienen (WEITZMAN & SUMMERBELL, 1995). Die Überlebenszeiten von Sporen von *M. canis* werden in der Literatur mit bis zu zwölf bis 24 Monaten angegeben, die von *T. mentagrophytes* mit bis zu drei Monaten (DITRICH et al., 1980; MANCIANTI et al., 2003; KATOH, 2006; BOND, 2010).

Damit es zu einer **Dermatophyten-Infektion** kommen kann, müssen zunächst Pilzsporen im Fell haften bleiben (DONNELLY et al., 2000). BONK und Mitarbeiter (1962) konnten bei experimentellen Infektionen mit *T. m. var. granulare* bei **Meerschweinchen** eine minimale Infektionsdosis von $10^4 - 10^6$ lebensfähigen Sporen ermitteln. Auch GREENBERG und Mitarbeiter (1976) konnten mit einer Infektionsdosis von 10^4 und 10^5 Sporen von *T. m. var. granulosum* bei jeweils acht von acht Meerschweinchen eine experimentelle Dermatophyten-Infektion hervorrufen. Bei einer Infektionsdosis von 10^3 und 10^2 gelang es bei jeweils sieben und sechs von acht Tieren und bei einer Infektionsdosis von zehn Sporen wurden zwei von acht Tieren infiziert (GREENBERG et al., 1976). Beim Versuch der experimentellen Infektion von Katzen konnte eine Infektion nur dann erzeugt werden, wenn die Tiere durch einen Halskragen am Putzen gehindert wurden (DEBOER & MORIELLO, 1994). Es wird vermutet, dass eine defekte Hautbarriere oder kleine Hautläsionen die

Empfänglichkeit für eine Dermatophyten-Infektion erhöhen (GEORG et al., 1956; KRAL, 1962; DONNELLY et al., 2000). Bei experimentellen Infektionen bei Meerschweinchen kamen daher unterschiedliche Methoden, wie Scheren und Einreiben mit einem Tupfer (GREEN & BALISH, 1980), einem Glasspachtel (WALZL & GEORGOPOULOS, 1979) oder Glaspapier (BOSSE et al., 1964), Okklusion mit einem Polyethylenfilm (TAGAMI et al., 1973), eventuell mit vorheriger Befeuchtung der Haut mit einem nassen Mulltupfer (KERBS et al., 1977) und die Traumatisierung der Haut mit einem stumpfen Skalpell (BONK et al., 1962) zum Einsatz.

Durch Kontakt der Sporen zu Keratinozyten oder Haaren kommt es zum Auskeimen (Germination) des Pilzes, der daraufhin Hyphen ausbildet (DONNELLY et al., 2000). Die Hyphen dringen durch Bildung von Keratinasen ins Stratum corneum und den Haarfollikel ein und bilden ein Pilzmyzel, das im späteren Verlauf Arthrosporen ausbildet, wobei die Pilzelemente dabei auf den unbelebten Teil der Haut beschränkt bleiben (DONNELLY et al., 2000). KLIGMAN (1956) stellte fest, dass bei **Kaninchen** eine Dermatophyten-Infektion sowohl in der anagenen Phase, also der Wachstumsphase der Haare, als auch in der telogenen Phase, also der Ruhephase der Haare, möglich ist, die Infektion trat in der anagenen Phase allerdings schneller ein und die Haarinvansion war erst in der anagenen Phase möglich (KLIGMAN, 1956). Auch Untersuchungen beim **Meerschweinchen** haben gezeigt, dass eine Infektion in der telogenen und anagenen Phase möglich ist, dass bei den Meerschweinchen, bei denen sich die meisten Haare in der anagenen Phase befinden, die Klinik aber schwerer ausgeprägt ist und länger dauert als bei Meerschweinchen, bei denen sich die meisten Haare in der telogenen Phase befinden (BOSSE et al., 1964). WENK (1962) stellte fest, dass die Manipulation der Tiere an der Infektionsstelle mit für die Ausprägung der Klinik verantwortlich ist. Wenn bei Meerschweinchen mit experimenteller *T.-m.*-Infektion der Infektionsherd durch ein Drahtgitter abgedeckt war, zeigte sich die Läsion weniger entzündlich, allerdings war dabei die pilzpositive Phase fast doppelt so lang wie bei der ungeschützten Infektion. Der Autor erklärt dies damit, dass die mechanische Entfernung der Schuppen und Krusten durch Kratzen fehlt (WENK, 1962).

Die vom Dermatophyten gebildeten Metaboliten führen im infizierten Tier zu einer entzündlichen Reaktion, die je nach Pilzspezies oder -stamm und je nach

immunologischem Status des Wirtes unterschiedlich stark ausfallen kann (DONNELLY et al., 2000). Folge ist eine spezifische Immunantwort, bei der sowohl Teile des humoralen, als auch des zellulären Immunsystems aktiviert werden (VERMOUT et al., 2008). Es kommt zur Komplementaktivierung auf dem klassischen und alternativen Weg (TAGAMI et al., 1982) und zur Bildung von Antikörpern (AK) (GRAPPEL, 1976; ZRIMSEK et al., 1999).

In Studien an **Meerschweinchen** mit experimenteller *T.-m.*-Infektion konnten bei ca. (circa) 40 % der Tiere AK gegen eine Keratinase im Serum nachgewiesen werden, die auch mit der Keratinase reagierte, aber die proteolytische Aktivität des Enzyms nicht hemmen konnten (GRAPPEL, 1976). Eine Hemmung der aus *T. mentagrophytes* isolierten Keratinase konnte nach Stimulation der Meerschweinchen mit der aktiven Keratinase beobachtet werden (GRAPPEL & BLANK, 1972; GRAPPEL, 1976). Bei natürlich mit *T. mentagrophytes* infizierten **Kaninchen** wurden bei zwölf sieben Wochen alten und 25 elf Wochen alten Tieren signifikant höhere Konzentrationen von spezifischen AK (Immunglobulin G, IgG) gegen *T. mentagrophytes* im Vergleich zu 17 drei bis fünf Monate alten gesunden Kontrolltieren gemessen (ZRIMSEK et al., 1999).

Die nach einer Infektion beobachtbare Reaktion auf die intradermale Injektion von Trichophytin, die einer „delayed-type hypersensitivity“ (DTH), also einer Hypersensitivitätsreaktion vom Spättyp entspricht, ist auf die zell-medierte Immunität zurückzuführen (GRAPPEL & BLANK, 1972; GREEN & BALISH, 1980). Sie konnte in einer Studie von GRAPPEL und BLANK (1972) bei **Meerschweinchen** experimentell auch durch von *T. mentagrophytes* gebildete Keratinasen hervorgerufen werden. Die Aktivierung des zellulären Immunsystems stellt die effektivste Reaktion gegen die Dermatophyten-Infektion dar (VERMOUT et al., 2008). Bei Meerschweinchen mit experimentellen Infektionen mit *T. m. var. granulosum* wurde gezeigt, dass das Maximum der Läsionen parallel zum Auftreten der Trichophytin-Reaktion und zur Lymphozytenblastogenese erreicht ist (KERBS et al., 1977). Deshalb wird vermutet, dass die Reaktion des Immunsystems für die Ausprägung der Klinik mitverantwortlich ist (KERBS et al., 1977). Die Entzündungsreaktion führt außerdem zu einer vermehrten Proliferation der Keratinozyten, was ebenfalls der Beseitigung der Dermatophyten-Infektion förderlich ist (TAGAMI, 1985; DAHL, 1994). Die Infektion ist bei gesunden Tieren häufig selbstlimitierend (WENK,

1962; KUNSTYR & MATTHIESEN, 1976). Bei Reinfektion kommt es zu einer teilweisen Immunität, die zu einer Verkürzung des Krankheitsverlaufes führt (WENK, 1962; POULAIN et al., 1980; TAGAMI, 1985).

Histologisch kann zusätzlich zu einem Hautödem, Akanthose und Hyperkeratose (POMBIER & KIM, 1975; FRANKLIN et al., 1991; CAVALCANTI, 2002) die Infiltration der Dermis mit Neutrophilen, Eosinophilen, Plasmazellen, Lymphozyten und weiteren mononukleären Zellen beobachtet werden (TAGAMI et al., 1973; POMBIER & KIM, 1975; FRANKLIN et al., 1991; CAVALCANTI, 2002). Dabei ist im Bereich mit exsudativen Prozessen und Granulozyteninfiltraten weniger Myzelwachstum aufgefallen (WALZL & GEORGOPOULOS, 1979).

2.2. Risikofaktoren

Eine Vielzahl von Faktoren gelten als prädisponierend für eine Dermatophyten-Infektion. In der Literatur genannt werden Haltungs- und Fütterungsfaktoren, schlechte Hygienebedingungen, Stress, genetische Aspekte, Überbesatz, Temperatur, Feuchtigkeit, Ektoparasiten, Jugend, Alter und Trächtigkeit (KRAL, 1955; FEHR, 1990; FEHR, 1992; CANNY & GAMBLE, 2003).

In einer Studie mit Haustier-**Meerschweinchen**, in der sechs von 21 Tieren positiv für *A. benhamiae* waren, konnte keine Altersabhängigkeit festgestellt werden (DROUOT et al., 2009). Bei einem Dermatophytose-Ausbruch durch *T. mentagrophytes* auf einer Meerschweinchenfarm lag die Mortalität bei Tieren, die direkt nach der Geburt erkrankt waren, bei 50 % (POMBIER & KIM, 1975). KUNSTYR und MATTHIESEN (1976) beobachteten eine Dermatophyten-Infektion bei Labormeerschweinchen, die große Teile des Bestandes betraf und zwar vor allem Jungtiere. Eine mögliche Erklärung für die erhöhte Anfälligkeit von Jungtieren konnten BOSSE und Mitarbeiter (1964) bei Meerschweinchen finden: Jungtiere, die sich physiologischerweise in einer Phase der Anagensynchronisation befanden, also im Fellwachstum, zeigten schwerere klinische Symptome und eine längere Infektionsdauer als die Muttertiere, die sich physiologischerweise in einer Phase der Telogensynchronisation, also Ruhephase der Haare befanden (BOSSE et al., 1964). In einer Studie mit Haustier-Meerschweinchen mit *A.-benhamiea*-Infektion konnte keine Geschlechtsabhängigkeit festgestellt werden (DROUOT et al., 2009). Weibliche

Meerschweinchen einer Farm, bei denen die Symptome bereits abgeheilt waren, zeigten in der Geburt ein Wiederauftreten der Krankheit (POMBIER & KIM, 1975). POMBIER und KIM (1975) vermuten, dass das feuchte und warme Klima am Standort mit für den Ausbruch einer Dermatophytose auf einer Meerschweinchenfarm verantwortlich war.

Bei einer *T.-m.*-Infektion auf einer **Kaninchenfarm** mit über 2000 Tieren lag die Morbidität bei Jungtieren fast bei 100 % und die Klinik war besonders stark ausgeprägt (FRANKLIN et al., 1991). In einer Studie über asymptomatische **Wildkaninchen** mit Dermatophytose konnte keine Geschlechtsabhängigkeit festgestellt werden (GALLO et al., 2005). Laut SZILI und KOHALMI (1981) haben **Kaninchen** in großen Zuchten ein erhöhtes Risiko an einer Dermatophytose zu erkranken, da hier häufig Überbesatz herrscht, sich die Infektion schneller ausbreiten kann und die Elimination erschwert ist. Sie nennen auch ein feuchtes und warmes Klima als fördernde Faktoren für den Ausbruch einer Dermatophytose (SZILI & KOHALMI, 1981).

3. **Klinisches Bild**

Eine Dermatophyten-Infektion muss bei Meerschweinchen und Kaninchen nicht zwingend zu klinischen Erscheinungen führen und auftretende Hautveränderungen sind variabel (BÖHM, 1983; WHITE et al., 2002; WHITE et al., 2003). Bei einem typischen klinischen Bild ist eine Verdachtsdiagnose möglich (KUNSTYR & MATTHIESEN, 1976; BÖHM, 1978), wobei eine Dermatophytenspezies unterschiedliche, aber unterschiedliche Spezies auch gleichartige Hautveränderungen hervorrufen können (KRAL, 1955).

Eine Übersicht zur Beschreibung der aufgetretenen Symptome und deren Lokalisation bei **Meerschweinchen** mit Dermatophytose ist in Tabelle 4 zu finden. Da Meerschweinchen häufig als Tiermodelle für Dermatophyten-Infektionen verwendet werden, liegen hier zum Teil sehr detaillierte Beschreibungen des Infektionsverlaufes vor (GEORG, 1954; TAGAMI et al., 1973; GREEN & BALISH, 1979). Der Verlauf bei einer experimentellen Infektion mit *T. mentagrophytes* ist im Prinzip immer gleich: Es kommt zunächst zu einer sich ausbreitenden Rötung im Infektionsbereich, anschließend zeigt sich eine Schuppung des betroffenen Gebietes, die sich zu einer Kruste weiterentwickelt. Nach Ablösung der Kruste bleibt eine glatte alopezische Stelle,

an der im weiteren Verlauf ein vollständiges Nachwachsen des Fells beobachtet werden kann. Der zeitliche Ablauf kann variieren, so dass es von der Infektion bis zur kompletten Heilung drei (GEORG, 1954) bis sechs (STAHL & ONSBERG, 1978) Wochen dauern kann (GEORG, 1954; TAGAMI et al., 1973; STAHL & ONSBERG, 1978; CHITTASOBHON & SMITH, 1979; GREEN & BALISH, 1979).

Im Rahmen einer natürlichen Infektion mit *T. mentagrophytes* entwickeln Meerschweinchen klar umschriebene, ovale bis runde oder fleckige alopezische Stellen, z. T. mit Erythem (MENGENS & GEORG, 1956; KAPLAN, 1958; LANGER, 1959; POMBIER & KIM, 1975; DROUOT et al., 2009). Im Bereich der Veränderungen sind Schuppen und/oder Krusten zu beobachten (KOCH & RIETH, 1958; LANGER, 1959; ETTIG, 1960; VENDRIG & HENDRIKSE, 1978; MCALEER, 1980b; PAPINI et al., 1997; DROUOT et al., 2009). Zu Infektionen mit *T. m. var. quinckeanum* (BILEK et al., 2005), *T. verrucosum* (POLANO, 1977), *M. audouinii* (VOGEL & TIMPE, 1957), *M. canis* und *T. rubrum* (KOCH, 1957) liegen jeweils nur Einzelfallberichte vor, bei denen prinzipiell die gleichen Symptome beschrieben wurden. Bei den Fällen der Infektion mit *T. m. var. quinckeanum* und *M. audouinii* waren keine Entzündungszeichen aufgetreten und die Haare waren abgebrochen (VOGEL & TIMPE, 1957; BILEK et al., 2005).

Die Angaben zu Juckreiz bei Meerschweinchen mit Dermatophyten-Infektionen variieren. In einer Schweizer Studie mit 21 als Haustier gehaltenen Meerschweinchen zeigten die Tiere keinen bis starken Juckreiz (DROUOT et al., 2009). Bei einem Fallbericht aus den Niederlanden ist bei einem Meerschweinchen mit *T.-m.*-Infektion starker Juckreiz aufgefallen (VENDRIG & HENDRIKSE, 1978). Auch bei zwei Labormeerschweinchen mit *M.-canis*-Infektion ist Juckreiz aufgetreten (PAPINI et al., 1997). Ebenso bei einem Meerschweinchen mit *T.-m.*-Infektion aus einer Zoohandlung und einem Meerschweinchen mit *M.-canis*-Infektion, das als Haustier gehalten wurde (MEIER, 1975).

Die Veränderungen im Rahmen einer Dermatophytose mit *T. mentagrophytes* treten bei Meerschweinchen am häufigsten am Kopf auf (KOCH & RIETH, 1958; KUNSTYR & MATTHIESEN, 1976; DROUOT et al., 2009). Die Läsionen sind dabei vor allem um Nase, Maul, Augen und/oder Ohren lokalisiert, wobei in

Fallberichten von Farm- und Labormeerschweinchen der Beginn an der Nase stattfand und sich die Veränderungen dann im Gesicht weiter ausgebreitet haben (MENGENS & GEORG, 1956; POMBIER & KIM, 1975; MCALEER, 1980b). Bei schweren Erkrankungen kommt es zu einer Ausweitung auf den Rücken und die Gliedmaßen (MCALEER, 1980b; DROUOT et al., 2009), aber auch einzelne Läsionen an Rücken oder den Hintergliedmaßen sind beschrieben (MEYER, 1957; ETTIG, 1960; VENDRIG & HENDRIKSE, 1978). Hautveränderungen am Bauch (KOCH & RIETH, 1958; BILEK et al., 2005) und Erkrankungen der Krallen sind ebenfalls möglich (RUSH-MUNRO et al., 1977; DROUOT et al., 2009). Auch bei Infektionen mit anderen Dermatophytenpezies, wie *T. verrucosum* (POLANO, 1977), *M. audouinii* (VOGEL & TIMPE, 1957) oder *T. rubrum* (KOCH, 1957) ist der Kopfbereich die vorherrschende Lokalisation.

Tab. 4: Klinische Symptome und deren Lokalisation bei Meerschweinchen mit Dermatophytose (A. = *Arthroderma*, ca. = circa, k. A. = keine Angabe, M. = *Microsporium*, m. = *mentagrophytes*, MS = Meerschweinchen, T. = *Trichophyton*, var. = *varietas*, z. T. = zum Teil)

Quelle	Pilz	betroffene Tiere	Symptome	Lokalisation
BILEK et al., 2005	<i>T. m. var. quinckeanum</i>	1 (Haustier)	Läsion ohne entzündliche Reaktion: trockene, weiße Schuppen, Haare kürzer	seitliche Bauchwand
DROUOT et al., 2009	<i>T. m.</i> , A. <i>benhamiae</i>	21 (Haustiere)	umschriebene Areale von Alopezie mit Rötung, Schuppung und Krusten; zwei Fälle von Onychomycosis: Krallen brüchig, unregelmäßig, verfärbt, stumpf; kein bis starker Juckreiz	Beginn mit Haarverlust um die Schnauze, die Augen und an der Stirn oder an den Ohren; in schweren Fällen Rücken und Gliedmaßen betroffen
EL-FIKI, 1959	<i>T. m. var. asteroides und granulosum</i>	wenige (Labor)	Schüppchen und Krusten; mehrere MS mit tiefer Trichophytie	verschiedene Körperstellen, besonders an der Schnauze; Rücken, Augen
ETTIG, 1960	<i>T. m.</i>	14 (Labor)	abgebrochenes, fehlendes Fell, z. T. mit weißen Schuppen, z. T. mit braunen Krusten	Rücken

Fortsetzung Tab. 4: Klinische Symptome und deren Lokalisation bei Meerschweinchen mit Dermatophytose

Quelle	Pilz	betroffene Tiere	Symptome	Lokalisation
JÄNISCH & KOCH, 1965	<i>T. m.</i>	16 (Labor)	Haut von Schuppenkruste bedeckt, Alopezie oder abgebrochene Haare; langsames Ausbreiten; Allgemeinbefinden nicht wesentlich gestört	Beginn an Nase oder um die Augen, selten am Rücken
KOCH, 1957	<i>T. rubrum</i>	2 (Labor)	kahle, stark schuppene, etwa pfennigstückgroße Herde	um Nase, Augen und Ohren
KOCH & RIETH, 1958	<i>T. rubrum</i>	20 (Labor)	Haare ausgefallen oder abgebrochen; unterschiedlich ausgeprägte Schuppen- und Krustenbildung	besonders Umgebung von Augen, Ohren, Nase, Schnauze; auch Herde an Rücken und Bauchhaut
	<i>T. m. var. asteroides/granulosum</i>	272 (Labor)		
KUNSTYR & MATTHIESEN, 1976	<i>T. m.</i>	fast alle Tiere (Labor)	herdförmige Bildung rundlicher Krusten mit 0,5 bis 1,5 cm Durchmesser, Haare ausgefallen oder abgebrochen; später runder haarloser Bezirk, dann Nachwachsen der Haare; chronische Veränderungen: dünn mit Haaren besetzte Stellen mit kleieartigen Belägen	Beginn meist im Kopfbereich, besonders um Augen, Ohren und Schnauze, seltener am Rücken oder an anderen Körperstellen
LANGER, 1959	<i>T. m.</i>	k. A.	krustöse Auflagerungen, schuppene, haarlose Bereiche	zunächst Nasenspitze, dann um Augen und Ohren, Befall von Flanken und Rücken nur vereinzelt

Fortsetzung Tab. 4: Klinische Symptome und deren Lokalisation bei Meerschweinchen mit Dermatophytose

Quelle	Pilz	betroffene Tiere	Symptome	Lokalisation
MEIER, 1975	<i>T. m.</i>	1 (Haustier)	Alopezie, Schuppen	Bein
		1 (Zoohandlung)	Alopezie, mäßiger Juckreiz	k. A.
	<i>M. canis</i>	1 (Haustier)	Alopezie, Juckreiz	k. A.
MENGES & GEORG, 1956	<i>T. m. var. granulata</i>	187 (Labor)	schuppige runde Läsionen mit Rötung und Haarverlust, z. T. Schorf	Beginn an der Nase, dann zu Augen, Stirn, Ohren; später kranialer Rücken betroffen, selten Beine
MEYER, 1957	<i>T. m.</i>	5 (Labor)	grau-weißliche, trockene, schuppige Herde	Hintergliedmaßen
PAPINI et al., 1997	<i>M. canis</i>	2 (Labor)	runde 1 – 2 cm große, gerötete, krustige Läsionen (2 – 13/Tier), Juckreiz	k. A.
POLANO, 1977	<i>T. verrucosum</i>	1 (Haustier)	squamokrustöse Veränderung	Ohr
	<i>T. m. var. granulosum</i>	1 (Haustier)	Krusten	Nase
POMBIER & KIM, 1975	<i>T. m.</i>	75 % Linie A; 25 % Linie B (ca. 300 Tiere insgesamt)	zirkuläre schuppige Alopezie, ab und zu vernarbend; bei Tieren, die direkt nach der Geburt erkranken bis zu 50 % Mortalität; zunächst Zunahme der Symptome, nach ca. drei Wochen Beginn der kompletten Remission; Wiederauftreten bei weiblichen Tieren in der Geburt	zunächst Nasenspitze, dann kompletter Körper
VENDRIG & HENDRIKSE, 1978	<i>T. m.</i>	2 (Haustiere)	dünnes, stumpfes Fell, Haut schuppig, bei einem MS haarlose Stelle, starker Juckreiz	Rücken

Fortsetzung Tab. 4: Klinische Symptome und deren Lokalisation bei Meerschweinchen mit Dermatophytose

Quelle	Pilz	betroffene Tiere	Symptome	Lokalisation
VOGEL & TIMPE, 1957	<i>M. audouinii</i>	1 (Labor)	kleine, klar abgegrenzte Läsion ohne Entzündungszeichen, Haare an Hautoberfläche abgebrochen	linke Wange

Detaillierte Angaben zu auftretenden Symptomen und deren Lokalisation bei **Kaninchen** mit Dermatophytose sind in Tabelle 5 zusammengefasst. Die klinischen Veränderungen bei einer Infektion mit *T. mentagrophytes* oder *T. m. var. granulorum* beim Kaninchen sind gekennzeichnet durch herdförmige schuppige oder krustige Areale mit teilweiser oder vollständiger Alopezie oder abgebrochene Haare mit unterschiedlich ausgeprägter Rötung (VILANOVA & CASANOVAS, 1951; EL-FIKI, 1959; SZILI & KOHALMI, 1981; FRANKLIN et al., 1991; CANNY & GAMBLE, 2003). Teilweise sind auch Bläschen, verdickte Haut und Exsudation zu beobachten (BANKS & CLARKSON, 1967; ALTERAS & COJOCARU, 1969; HAGEN & GORHAM, 1972; NAKAMURA et al., 2002). Auch bei den beschriebenen Infektionen mit *M. canis* (SAXENA & RHOADES, 1970; VOGTSBERGER et al., 1986; SIMALJAKOVA et al., 1989), *M. gypseum* (WEISBROTH, 1971; SINHA et al., 1982) oder *T. quinckeanum* (ALTERAS, 1966) fallen als Hautveränderungen schuppige oder krustige, z. T. alopezische, z. T. gerötete Läsionen auf, wobei in einem Fallbericht einer *M. canis*-Infektion auch Papeln beobachtet werden konnten (ALTERAS, 1966; SAXENA & RHOADES, 1970; WEISBROTH, 1971; SINHA et al., 1982; VOGTSBERGER et al., 1986; SIMALJAKOVA et al., 1989).

Zum Juckreiz bei Kaninchen mit Dermatophyten-Infektion gibt es unterschiedliche Angaben. Bei einem Ausbruch von *T. mentagrophytes* auf einer Kaninchenfarm konnte bei den 200 betroffenen Tieren kein Juckreiz beobachtet werden (VOGTSBERGER et al., 1986), ebenso bei einem Ausbruch von *M. canis* bei Laborkaninchen (BANKS & CLARKSON, 1967). In einer Übersichtsarbeit aus den USA wird von den Autoren angegeben, dass beim Kaninchen manchmal Juckreiz auftreten kann (CANNY & GAMBLE, 2003). Laut den Autoren eines Fallberichtes gehen die Läsionen im Rahmen einer Dermatophytose des

Kaninchens üblicherweise mit Juckreiz einher (WEISBROTH, 1971). Bei einem Haustier-Kaninchen mit *M.-gypseum*-Infektion hingegen ist starker Juckreiz aufgetreten (SINHA et al., 1982).

Bei Kaninchen treten Hautveränderungen im Rahmen von Infektionen mit *T. mentagrophytes* oder *T. m. var. granulorum* überwiegend im Kopfbereich auf, vor allem an der Schnauze, um die Augen und an den Ohren (ALTERAS & COJOCARU, 1969; MCALEER, 1980b; SAITO et al., 2001). Im weiteren Verlauf der Erkrankungen kann es zur Ausweitung auf die distalen Gliedmaßen oder den Rumpf kommen und in sehr schweren Fällen konnte eine Beteiligung des ganzen Körpers beobachtet werden (VILANOVA & CASANOVAS, 1951; HAGEN & GORHAM, 1972; SZILI & KOHALMI, 1981; TORRES-RODRIGUEZ & MARTINEZ-ROIG, 2008). Auch eine Beteiligung der Krallen ist beschrieben (FRANKLIN et al., 1991; CANNY & GAMBLE, 2003). Auch in Fallberichten mit Infektionen durch andere Dermatophytenspezies wie *M. canis* (SAXENA & RHOADES, 1970; VAN CUTSEM et al., 1985; SIMALJAKOVA et al., 1989), *M. gypseum* (WEISBROTH, 1971; SINHA et al., 1982) und *T. quinckeanum* (ALTERAS, 1966) sind die Läsionen überwiegend im Bereich des Kopfes lokalisiert und breiten sich z. T. an den Rücken oder die Gliedmaße aus.

Tab. 5: Klinische Symptome und deren Lokalisation bei Kaninchen mit Dermatophytose (A. = *Arthroderma*, ca. = circa, k. A. = keine Angabe, M. = *Microsporum*, m. = *mentagrophytes*, o. = oder, T. = *Trichophyton*, u. = und, var. = *varietas*, z. T. = zum Teil)

Quelle	Pilz	betroffene Tiere	Symptome	Lokalisation
ALTERAS, 1966	<i>T. quinckeanum</i>	1 (Haustier)	abgegrenzte schuppige, teilweise alopezische Flecken	an der Nase, um die Augen, an den Ohren und am Rücken
ALTERAS & COJOCARU, 1969	<i>T. m. var. granulorum</i>	24 (Labor)	schuppige oder stark verkrustete Alopezieherde, z. T. Exsudat, z. T. auch nur lichterere Fell	am Ohrücken

Fortsetzung Tab. 5: Klinische Symptome und deren Lokalisation bei Kaninchen mit Dermatophytose

Quelle	Pilz	betroffene Tiere	Symptome	Lokalisation
BANKS & CLARKSON, 1967	<i>T. m.</i>	204 (Zucht)	teilweise oder komplette Alopezie; verdickte Haut bedeckt von trockener, gelber, sich ablösender Kruste; Durchmesser ein bis mehrere cm; kein Juckreiz	Nasenrücken, Ohrrand, Pfoten, dann Augenlider, Unterkieferbereich, Thorax, Nacken
CANNY & GAMBLE, 2003	allgemein		fleckige Alopezie, Krusten, abgebrochene Haare, manchmal Rötung und Juckreiz	Nase, Augenlider, Ohrrand, Bein, z. T. Krallen
EL-FIKI, 1959	<i>T. m. var. asteroides und granulosum</i>	wenige (Labor)	Schüppchen, Krusten, Alopezie, Brillenbildung	verschiedene Körperstellen, besonders Schnauze; Nasenrücken, Augen
FRANKLIN et al., 1991	<i>T. m.</i>	k. A. (Farm)	Klinik besonders bei Jungtieren stark ausgeprägt: fleckige krustige gerötete alopezische Areale	besonders um Augen und Schnauze, sekundär häufig die Pfoten u./o. Krallen betroffen
HAGEN & GORHAM, 1972	allgemein	k. A. (Farm)	teilweise oder komplette Alopezie mit verdickter Haut und trockenen, schuppenden Krusten, z. T. Pusteln	am häufigsten an Nase, Augenlidern, Ohren und Pfoten; in schweren Fällen ganze Körperteile betroffen

Fortsetzung Tab. 5: Klinische Symptome und deren Lokalisation bei Kaninchen mit Dermatophytose

Quelle	Pilz	betroffene Tiere	Symptome	Lokalisation
JÄNISCH & KOCH, 1965	<i>T. m.</i>	31 (Labor)	girlandenförmig begrenzte Bezirke mit leichter Abschuppung, Rötung der Haut, Haut in Fetzen abgestoßen, darunter nässend	Beginn an Nase oder Rücken; häufig Ohren betroffen
KAWASAKI et al., 2000	<i>T. m.</i> , <i>A. benhamiae</i>	1 (Haustier)	Alopezie	Hintergliedmaße
MEIER, 1975	<i>T. m.</i>	2 (Haustiere)	Schuppen Dermatose	Ohren k. A.
NAKAMURA et al., 2002	<i>A. benhamiae</i>	1 (Haustier)	gerötete, alopezische Hautläsionen mit kleinen Bläschen	k. A.
SAITO et al., 2001	<i>A. benhamiae</i>	1 (Haustier)	Haarverlust, schorfige Erytheme	Gesicht, Kopf, Ohren, dorsal am Hals, Hintergliedmaße
SAXENA & RHOADES, 1970	<i>M. canis</i>	1 (Haustier)	eine große und mehrere kleine schuppige Läsionen	Rücken
SIMALJAKOVA et al., 1989	<i>M. canis</i>	100 (Farm)	herdförmiger Haarausfall, 2 – 12 cm Durchmesser, mäßig erythematös, feine Schuppung	besonders Kopf und Hals
SINHA et al., 1982	<i>M. gypseum</i>	1 (Haustier)	Alopezie, starker Juckreiz	Oberlippe, Nase, Vorder- und Hintergliedmaße

Fortsetzung Tab. 5: Klinische Symptome und deren Lokalisation bei Kaninchen mit Dermatophytose

Quelle	Pilz	betroffene Tiere	Symptome	Lokalisation
SZILI & KOHALMI, 1981	<i>T. m. var. granulosum</i>	5500 (Farm)	erythematös-krustige Veränderungen mit abgebrochenen oder ausgefallenen Haaren, weiße Krusten; Tiere z. T. unterentwickelt	Maul, Ohren, im Bereich des Gesäuges, in schweren Fällen ganzer Körper
VAN CUTSEM et al., 1985	<i>M. canis</i>	350 (Farm)	Läsionen	Kopf, Ohren
VILANOVA & CASANOVAS, 1951	<i>T. m.</i>	14 (Haustiere, Zucht)	schuppige Läsionen, schnell Haarausfall	beginnend an der Schnauze, dann Ohren, Pfoten und Rumpf
VOGTSBERGER et al., 1986	<i>M. canis</i>	17 (Labor)	multiple Papeln bis hin zu runden Läsionen mit ca. 1 – 2 cm Durchmesser, kein Juckreiz	k. A.
WEISBROTH, 1971	<i>M. gypseum</i>	1 (Haustier)	krustige Läsionen	Kopf und Ohren

4. Diagnostik

Die Diagnostik (Woodsche Lampe, direkte Mikroskopie, Pilzkultur und Biopsie) bei Meerschweinchen und Kaninchen mit Verdacht auf Dermatophytose ist vergleichbar mit der Diagnostik bei anderen Tierarten (POLLOCK, 2003; MEREDITH, 2010).

4.1. Woodsche Lampe

Bestimmte Stämme von *M. canis* führen durch Bildung von Tryptophan-Metaboliten in infizierten Haaren zu einer gelbgrünen Fluoreszenz der betroffenen Haare unter der Woodschen Lampe (HÄMMERLING, 2009). Die bei Meerschweinchen und Kaninchen häufiger vorkommenden Stämme von *T. mentagrophytes* zeigen keine Fluoreszenz, so dass bei negativem Befund eine Dermatophytose nicht ausgeschlossen werden kann (HARRENSTIEN et al.,

1995; WHITE et al., 2003). Außerdem kann es durch Shampoos oder Medikamente zu falsch positiven Ergebnissen kommen (HÄMMERLING, 2009). Eine reine Kontamination mit *M. canis* führt zu einem negativen Ergebnis, da nur von wachsendem Pilz befallene Haare fluoreszieren (HÄMMERLING, 2009). Bei Hund und Katze liegt der Anteil an fluoreszierenden *M.-canis*-Stämmen bei 38 – 44,4 % und 28,6 – 51 % (CARMAN et al., 1979; SPARKES et al., 1993; MANCIANTI et al., 2003). Bei Meerschweinchen gibt es keine Angaben über den Anteil der fluoreszierenden Stämme. Bei Kaninchen zeigten 50 der untersuchten 100 Kaninchen einer Farm Fluoreszenz, in 45 dieser 50 Fälle konnte *M. canis* isoliert werden (SIMALJAKOVA et al., 1989). Ebenfalls bei Farmkaninchen konnte bei allen 193 Tieren eines Betriebes durch *M. canis* Fluoreszenz unter der Woodschen Lampe festgestellt werden (VAN CUTSEM et al., 1985).

4.2. Direkte Mikroskopie

Im Falle einer Pilzinfektion können Pilzhyphen und Arthrosporen an und in den Haaren und in der Haut zu sehen sein, auch kann die Struktur der Haare verändert sein (KRAL, 1955; WEISBROTH, 1971; POMBIER & KIM, 1975; MORIELLO, 2001). Allerdings ist die Untersuchung nur im positiven Fall beweisend, da bei einer negativen Probe eine Pilzinfektion nicht ausgeschlossen werden kann (BÜHLMAN, 1962; BOND, 2010). Die Betrachtung einer Probe unter dem Mikroskop auf das Vorliegen von Hyphen und Arthrosporen ermöglicht eine sofortige Diagnosestellung, wobei nicht festgestellt werden kann, um welche Dermatophytenspezies es sich handelt (KRAL, 1962; MORIELLO, 2001). Die Probe sollte bevorzugt vom Randbereich der Läsion stammen (ROBERT & PIHET, 2008). Im Rahmen der direkten Mikroskopie kann die Untersuchung sofort (Trichogramm) oder nach Einwirkung von Aufhellern erfolgen (MORIELLO, 2001).

4.2.1. Trichogramm

Die einfachste Methode der direkten Mikroskopie ist ein Trichogramm, für das mit einer Klemme ein kleines Haarbüschel entnommen wird. Dieses wird auf einen Objektträger verbracht, auf den ein Tropfen Mineralöl gegeben wurde. Direkt anschließend werden die Haare unter dem Mikroskop auf das Vorliegen von Pilzhyphen und Arthrosporen hin untersucht (MORIELLO, 2001; BOND, 2010).

4.2.2. Aufhellung

Es besteht die Möglichkeit mittels Kalilauge (KOH) das Keratin aufzuhellen, damit die Pilzbestandteile besser sichtbar werden (HÄMMERLING, 2009). Für ein KOH-Präparat werden Haare oder ein Hautgeschabsel mit 10 – 20 % KOH versetzt, eventuell vorsichtig erwärmt und anschließend mindestens eine halbe Stunde stehen gelassen (BÜHLMAN, 1962; MORIELLO, 2001; HÄMMERLING, 2009). Auch die Verwendung von 10 % Natronlauge oder Chlorolaktophenol und der Zusatz von Parkertinte oder Methylenblau zur Kalilauge als unspezifische Färbung ist beschrieben (EL-FIKI, 1959; JAKSCH, 1963; CHERMETTE et al., 2008; ROBERT & PIHET, 2008; HÄMMERLING, 2009). Zur Färbung können auch Blankophor oder Calcofluor Weiß verwendet werden (ROBERT & PIHET, 2008). Da sie an Polysaccharide wie Chitin oder Cellulose binden und zu einer Fluoreszenz von Pilzelementen im Fluoreszenz-Mikroskop führen, kann die Sensitivität gegenüber dem KOH-Präparat erhöht werden (SPARKES et al., 1994; ROBERT & PIHET, 2008).

Bei Studien zur Dermatophytose bei Hund und Katze liegt der Anteil der positiven KOH-Präparate bei 55 – 58,8 % der positiven Proben (SPARKES et al., 1993; CABANES et al., 1997). In den USA wurde eine Vielzahl von Tierarten, darunter auch Meerschweinchen, auf Dermatophyten untersucht; die direkte Mikroskopie der KOH-Präparate war in 117 von 290 Fällen (40 %), in denen Dermatophyten kulturell nachgewiesen werden konnten, positiv (MENGENS & GEORG, 1957). Zu Meerschweinchen gibt es eine Studie bei Labortieren aus verschiedenen Instituten und Tierlaboren, in der 98 der 99 in Kultur positiven Tiere ein positives KOH-Präparat aufwiesen und zusätzlich zwei Tiere positiv waren, bei denen in Kultur keine Dermatophyten nachgewiesen werden konnten (KOCH & RIETH, 1958). Hier wurden laut Autoren pro Tier mehrere Präparate angefertigt und sehr sorgfältig und lange untersucht (KOCH & RIETH, 1958).

4.3. Kultur

Durch eine Pilzkultur kann nicht nur der Nachweis einer Dermatophyten-Infektion erbracht werden, sondern im Idealfall auch die zugrundeliegende Dermatophytenspezies identifiziert werden (MORIELLO, 2001). Als Untersuchungsmaterial eignen sich neben Haaren, Schuppen und Krusten von der betroffenen Region auch Hautgeschabsel vom Randbereich der Läsion oder eine nach der sogenannten MacKenzie-Methode, mit Hilfe einer Einmal-Zahnbürste

oder einem Stück Teppich, gewonnene Probe (MACKENZIE, 1963; MORIELLO, 2001; HÄMMERLING, 2009).

Als Medium wird am häufigsten ein Sabouraud-Dextrose-Agar verwendet, dem Cycloheximid, zur Unterdrückung des Schimmelpilzwachstums, und ein Antibiotikum, zur Unterdrückung des Bakterienwachstums, zugesetzt wurde (KRAL, 1955; ROBERT & PIHET, 2008; HÄMMERLING, 2009). Weitere Pilznährböden sind der Peptonagar, der Malzagar oder der Testagar nach Kimmig (KOCH & RIETH, 1958; EL-FIKI, 1959; JAKSCH, 1963; WEISS & WEBER, 1983; PIER et al., 1994; HÄMMERLING, 2009). Die Bebrütung erfolgt bei 25 – 30 °C für mindestens ein bis sechs Wochen (KRAL, 1955; EL-FIKI, 1959; BALSARI et al., 1981; WEISS & WEBER, 1983; EFUNTOYE & FASHANU, 2002). Für die Diagnostik in der Praxis wurde das sogenannte DTM (dermatophyte test medium; Dermatophytenselektivagar) entwickelt (TAPLIN et al., 1969). Hierbei handelt es sich ebenfalls um einen Sabouraud-Dextrose-Agar mit Cycloheximid und Antibiotikum, dem ein Farbindikator (Phenolrot) zugesetzt ist, so dass sich das Medium im Fall von Dermatophytenwachstum parallel zum Wachstum des Pilzes rot färbt (TAPLIN et al., 1969; MORIELLO, 2001).

Die Differenzierung der Dermatophytenspezies erfolgt anhand der Kolonienmorphologie und der mikroskopischen Untersuchung eines Laktophenolblau-Präparates (KRAL, 1962; BALSARI et al., 1981; WEISS & WEBER, 1983; HÄMMERLING, 2009). Zur Differenzierung können auch weitere Untersuchungen wie der in vitro-Haarperforationstest und die Ureaseverwertbarkeit sinnvoll sein (CABANES et al., 1997; KHOSRAVI & MAHMOUDI, 2003; ROBERT & PIHET, 2008). Angaben zur Kolonienmorphologie, mikroskopischen Unterscheidung und weiteren Unterscheidungsmerkmalen zu *T. mentagrophytes*, *M. canis* und *M. gypseum* sind in Tabelle 6 zusammengefasst.

Tab. 6: Differenzierungsmerkmale ausgewählter Dermatophyten nach GREER (1994) (*M.* = *Microsporum*, *m.* = *mentagrophytes*, *T.* = *Trichophyton*, *var.* = *varietas*)

	<i>T. m. var. m.</i>	<i>M. canis</i>	<i>M. gypseum</i>
Kolonien	granulär, pudrig	flaumig, luftig, wie Watte, flach	granulär
Pigmentierung	Oberseite: weiß bis gebräunt; Unterseite: gebräunt bis rot	zitronengelb bis orangegelb	Oberseite: zimtbraun bis beige; Unterseite: leicht gebräunt
Mikrokonidien	kugelig, reichlich traubenartige Cluster	nicht diagnostisch, selten vorhanden	nicht diagnostisch, selten vorhanden
Makrokonidien	glattwandig, stiftförmig	zahlreich, rau- und dickwandig, spindelförmig, gebogene Spitze	zahlreich, rau- und dünnwandig, gurkenförmig
besondere Merkmale	Spiralhyphen	grüne Haarfluoreszenz	keine oder schwache grüne Haarfluoreszenz
Haarbefall	große Sporen, ektotrich	kleine Sporen, ektotrich	große Sporen, ektotrich
Haarperforation	positiv, „Nagellöcher“	-	-
Sonstiges	Urease-positiv	gutes Wachstum auf Reis	-

4.4. Biopsie

Auch mittels Hautbiopsie, bei der die Biopate mittels Hämatoxylin-Eosin-(HE-) Färbung oder Spezialfärbungen wie Periodic acid-Schiff-(PAS-)Reaktion, Gridley-Pilzfärbung oder Methenamin-Silber-Färbung angefärbt werden, kann eine Dermatophyten-Infektion festgestellt werden; zur Speziesdifferenzierung ist allerdings eine Kultur erforderlich (WEISBROTH, 1971; DONNELLY et al., 2000; ELLIS & MORI, 2001; MORIELLO, 2001). Bei der HE-Färbung werden Pilzelemente nicht spezifisch angefärbt, aber die pathologischen Veränderungen in der Haut können beurteilt werden (WEISBROTH, 1971). Dennoch können auch in der HE-Färbung Pilzelemente sichtbar sein, wobei deren Erkennung durch Spezialfärbungen erleichtert wird (DONNELLY et al., 2000) und laut ELLIS und MORI (2001) am besten mit PAS- und Methenamin-Färbungen gelingt. Laut der

ESCCAP- (European Scientific Counsel Companion Animal Parasites) Empfehlung „Bekämpfung von Dermatophyten bei Hunden und Katzen“ von 2009 können mit Spezialfärbungen 90 % aller Dermatophyten in der Histologie diagnostiziert werden (LÜBKE-BECKER et al., 2009). Bei Meerschweinchen, die mit unterschiedlichen Konzentrationen von *T.-m.*- und *M.-canis*-Suspensionen infiziert wurden, waren bei *M.-canis*-Infektionen in der Histopathologie 58 % der Proben positiv, im KOH-Präparat und der Kultur 61 % der Proben, wohingegen bei *T.-m.*-Infektionen die Histopathologie in 18 % der Fälle und KOH-Präparat und Kultur in 51 % der Fälle positiv war. Für die histopathologische Untersuchung wurden HE-Färbungen, PAS-Reaktion, Giemsa-Färbungen und Alzianblau-van-Gieson-Färbungen verwendet (SAUNTE et al., 2008).

4.5. Molekulargenetische Methoden

Unter molekulargenetischen Untersuchungsmethoden werden Methoden zur Dermatophyten-diagnostik zusammengefasst, die auf der Erkennung von DNA- oder RNA-Fragmenten beruhen (HAY & JONES, 2010). Sie spielen in der Routinediagnostik bisher keine Rolle, kommen aber in Studien bereits zum Einsatz (GRÄSER et al., 1999b; BRILLOWSKA-DABROWSKA et al., 2010). Mit Hilfe von molekulargenetischen Methoden wurden Dermatophytenspezies, die bei Menschen oder Tieren isoliert wurden, differenziert, um Aufschlüsse über die Taxonomie der Dermatophyten zu erlangen (GRÄSER et al., 1999a; GRÄSER et al., 1999b; GRÄSER et al., 2000). In Einzelfällen, wie in den drei folgenden Beispielen, wurden sie auch zur genauen Speziesdifferenzierung bei Dermatophyten-Infektionen von Meerschweinchen und Kaninchen herangezogen (CONNOLE et al., 2000; VAN ROOIJ et al., 2006; DROUOT et al., 2009). CONNOLE und Mitarbeiter (2000) verwendeten zur genauen Identifizierung von *T. mentagrophytes* bei Laborratten eine Polymerasekettenreaktion (PCR) mit Primern, die von Nukleotid-Sequenzen der Chitin-Synthase 1 von *A. benhamiae*, *A. simii* und *A. vanbreuseghemii* abgeleitet waren. VAN ROOIJ und Mitarbeiter (2006) setzten zur genauen Bestimmung von *T. m. var. mentagrophytes* eine PCR ein, die eine Region auf der 18S- und 26S-rDNA und die internal-transcribed-spacer- (ITS) Region der rDNA als Primeransatzpunkt hatte. Bei DROUOT und Mitarbeitern (2009) wurde hierfür eine PCR mit Primeransatzpunkt auf der 28S-rDNA verwendet. In mehreren Studien wurden molekulargenetische Verfahren zur Diagnostik erprobt: LIU und Mitarbeiter (2001) entwickelten aus einem DNA-

Fragment von *M. canis* zwei Primer, die in einer PCR eingesetzt wurden. Acht *M.-canis*-Stämme konnten dadurch von 77 anderen Dermatophytenstämmen unterschiedlicher Spezies unterschieden werden (LIU et al., 2001). In einer weiteren Studie von BRILLOWSKA-DABROWSKA und Mitarbeitern (2010) wurden *Trichophyton* spp., *M. audouinii* und *M. canis* mittels PCR differenziert. Als Ansatzpunkt der Primer wurden die ITS-Regionen der rDNA verwendet, mit deren Hilfe insgesamt 58 *T.-spp.*-, *M.-audouinii*- und *M.-canis*-Stämme bestimmt werden konnten (BRILLOWSKA-DABROWSKA et al., 2010).

5. Therapie

Die Therapie der Dermatophytose dient außer zur Verkürzung der Krankheitsdauer auch dazu, das Ansteckungsrisiko für weitere Tiere und den Menschen zu vermindern (CANNY & GAMBLE, 2003; ROCHETTE et al., 2003). Sie sollte außer der topischen und/oder systemischen Verabreichung von Antimykotika auch eine Umgebungsbehandlung mit einschließen (DONNELLY et al., 2000; ROCHETTE et al., 2003). Die vom ESCCAP herausgegebenen Empfehlungen zur Behandlung von Dermatophyten bei Hund und Katze können als Leitlinien auch für Meerschweinchen und Kaninchen herangezogen werden (LÜBKE-BECKER et al., 2009).

5.1. Topische Therapie

Von einem Kombinationspräparat zur topischen Anwendung abgesehen (Surolan[®], Janssen Animal Health, Neuss; enthält Miconazol, Polymyxin B und Prednisolon) gibt es in Deutschland zur Zeit keine für Meerschweinchen oder Kaninchen zugelassene antimykotisch wirksamen Medikamente (WWW.VETIDATA.DE). Andere Präparate müssen entsprechend Paragraph 56a Absatz 2 des Arzneimittelgesetzes umgewidmet werden. Durch die topische Behandlung werden die Sporen von den Haaren entfernt und so zusätzlich das Infektionsrisiko für Partnertiere und Mensch reduziert (DONNELLY et al., 2000). Bei einzelnen, abgegrenzten Hautveränderungen können antimykotische Salben oder Cremes eingesetzt werden (CANNY & GAMBLE, 2003; WHITE et al., 2003). Laut MENGES und Mitarbeitern (1957) und WHITE und Mitarbeitern (2003) ist allerdings prinzipiell eine Behandlung des kompletten Tieres mit Hilfe antimykotischer Shampoos oder Waschlösungen anzuraten. Es gibt unterschiedliche Meinungen darüber, ob das Fell, besonders bei langhaarigen

Tieren, vor der Therapie geschoren werden sollte. Durch das Scheren werden die infizierten Haare entfernt (DONNELLY et al., 2000; HOPPMANN & BARRON, 2007b, 2007a), allerdings kann es dadurch zu Mikrotraumen kommen, die eine Ausbreitung der Infektion begünstigen (JÄNISCH & KOCH, 1965; DONNELLY et al., 2000; CANNY & GAMBLE, 2003). In Studien an **Meerschweinchen** mit experimenteller Infektion (siehe Tabelle 7) haben sich dabei Behandlungen mit Terbinafin, Omoconazol, Tolciclat, Tolnaftat, Miconazol und Clotrimazol als 1 – 2 %ige Salben und Griseofulvin 1,5 %ig in DMSO (Dimethylsulfoxid) einmal täglich als effektiv erwiesen (WAHAB et al., 1978; POST & SAUNDERS, 1979; YAMAGUCHI & UCHIDA, 1989; HASHIGUCHI et al., 1997). In der Literatur ist bei **Meerschweinchen** und **Kaninchen** mit Dermatophytose auch die Therapie durch Waschungen mit 0,2 %iger Enilconazol-Lösung, 2 %igem Miconazol-Shampoo oder lokal mit 0,1 %iger Natamycin-Lösung und 2 %iger Lime-Sulfur-Lösung als Dip beschrieben, wobei Waschungen und Dips ein- bis zweimal pro Woche durchgeführt werden (BECK, 2003; WHITE et al., 2003); Studien hierzu fehlen jedoch.

Tab. 7: Übersicht über Studien bei Meerschweinchen zu topischen Antimykotika (DMSO = Dimethylsulfoxid, Konz. = Konzentration, *M.* = *Microsporium*, *m.* = *mentagrophytes*, *T.* = *Trichophyton*, tgl. = täglich)

Quelle	Pilz	Wirkstoff	Anwendung	Ergebnis
HASHIGUCHI et al., 1997	<i>T. m.</i>	Omoconazol	fünf Tage nach Infektion 1 x tgl. in Konz. von 0,25, 0,5, 1 und 2 % für zwei Wochen aufgetragen	bei Konz. ab 1 % nach Behandlung negative Pilzkultur
POST & SAUNDERS, 1979	<i>T. m.</i> , <i>M. canis</i>	Griseofulvin in DMSO	sechs Tage nach Infektion 1 x oder 2 x tgl. in Konz. von 0,75 oder 1,5 % für 1 – 2 Wochen aufgetragen; pro Gruppe vier Tiere	bei Konz. von 1,5 % an Tag 7 nach Therapiebeginn negative Pilzkultur bei 4/4 MS; 2 x tgl. nicht effektiver als 1 x tgl.

Fortsetzung Tab. 7: Übersicht über Studien bei Meerschweinchen zu topischen Antimykotika

Quelle	Pilz	Wirkstoff	Anwendung	Ergebnis
WAHAB et al., 1978	<i>T. m.</i>	Tolciclat, Tolnaftat, Miconazol, Clotrimazol, Undecylensäure	in Konz. von 1%, bei Undecylensäure 10 % aufgetragen; pro Gruppe acht Tiere	MS bei Tolciclat und Tolnaftat nach sechs Tagen Kultur-negativ, bei Miconazol nach 24 Tagen, bei Clotrimazol und Undecylensäure nach 30 Tagen
YAMAGUCHI & UCHIDA, 1989	<i>T. m.</i>	Terbinafin	fünf Tage nach Infektion in Konz. von 0,25, 0,5, 1 und 2 % für zwei Wochen aufgetragen	nur bei 2 % alle Proben mit negativer Pilzkultur

5.2. Systemische Therapie

Der erste Wirkstoff zur systemischen Therapie der gegen Dermatophyten-Infektionen eingesetzt wurde, war Griseofulvin (WEITZMAN & SUMMERBELL, 1995; NEGRONI, 2010). Mittlerweile steht dafür eine Vielzahl von Wirkstoffen, wie Ketoconazol, Itraconazol, Fluconazol und Terbinafin zur Verfügung (DONNELLY et al., 2000; BECK, 2003; MARSHALL, 2003; ROCHETTE et al., 2003).

Griseofulvin wird in der Literatur zur Therapie der Dermatophytose bei **Meerschweinchen** und **Kaninchen** meist mit einer Dosierung von 25 mg/kg einmal täglich p. o. (*per os*) angegeben, wobei eine Bandbreite von 15 – 100 mg/kg zu finden ist (HARVEY, 1995; KÜNZEL & SCHMEROLD, 2001; BECK, 2003). Eine Studie an **Meerschweinchen** mit experimenteller *T.-m.*-Infektion zeigte negative Pilzkulturen bei einer Dosierung von 50 mg/kg einmal täglich für 24 Tage (FREY & GELEICK, 1959). In einer Therapiestudie an Meerschweinchen mit experimenteller *M.-canis*-Infektion war eine erfolgreiche Therapie ab einer Dosierung von 15 mg/kg täglich für vier bis fünf Wochen zu beobachten. Auch in der höchsten dort getesteten Dosierung von 60 mg/kg täglich waren keine Nebenwirkungen aufgetreten (ROSENTHAL et al., 1959). HAGEN (1969) therapierte **Kaninchen** mit experimentellen Infektionen durch

T. mentagrophytes, *M. canis* und *M. gypseum* und natürlichen Infektionen durch *T. mentagrophytes* erfolgreich mit einer Dosierung von 25 mg/kg täglich für 12 bis 14 Tage. Bei den Kaninchen mit natürlicher Infektion konnten auch ein Monat nach Therapieende keine klinischen Anzeichen einer Dermatophytose gefunden werden. Im Gegensatz zur Studie bei Meerschweinchen wurde hier allerdings keine mykologische Kontrolle des Therapieerfolges durchgeführt (HAGEN, 1969). In einer weiteren Studie an Laborkaninchen mit *T.-m.*-Infektion wurde Griseofulvin in einer Dosierung von 30 mg/kg zweimal täglich verabreicht (GÖTZ & MEINICKE, 1961). Nach 24 Tagen waren acht von neun Tieren Dermatophyten-negativ und in Nachkontrollen nach ein bis neun Monaten konnten bei keinem Tier Dermatophyten nachgewiesen werden (GÖTZ & MEINICKE, 1961). Griseofulvin darf wegen seiner teratogenen Wirkung nicht bei trächtigen Tieren und nur mit Vorsicht bei Jungtieren eingesetzt werden (POMBIER & KIM, 1975; ELLIS & MORI, 2001; KÜNZEL & SCHMEROLD, 2001).

Auch **Ketoconazol** ist in der Literatur als Therapeutikum der Dermatophytose bei **Meerschweinchen** und **Kaninchen** beschrieben. Die Dosierungsangaben reichen von 5 – 15 mg/kg täglich p. o. (FEHR, 1990; DONNELLY et al., 2000), wobei die Dosis zum Teil auf zwei tägliche Gaben aufgeteilt wird (BECK, 2003; ROCHETTE et al., 2003). HILL und Mitarbeiter (1995) empfehlen Ketoconazol nicht als Medikament der ersten Wahl bei der Dermatophytose bei Hund und Katze, weil es schlechter vertragen wird als Griseofulvin oder Itraconazol.

Itraconazol kann in einer Dosierung von 2,5 – 10 mg/kg einmal täglich p. o. oder aufgeteilt auf zweimal täglich gegen Dermatophyteninfektionen bei **Meerschweinchen** und **Kaninchen** eingesetzt werden (DONNELLY et al., 2000; BECK, 2003; ROCHETTE et al., 2003). Oral verabreichtes Itraconazol in einer Dosierung von 2,5 mg/kg einmal täglich für zwei Wochen führte bei zehn von zehn **Meerschweinchen** mit experimenteller *M.-canis*-Infektion und bei acht von zehn Meerschweinchen mit experimenteller *T.-m.*-Infektion zu einer mykologischen Heilung (Kultur negativ) (BORGERS et al., 1993). In einer Studie von MIETH und Mitarbeitern (1994) mit 9-tägiger Therapiedauer und einmal täglicher oraler Applikation konnten von zehn Meerschweinchen mit experimenteller *T.-m.*-Infektion durch Itraconazol in den Dosierungen 5, 10 und 20 mg/kg kein Tier, bei 40 mg/kg zwei Tiere mykologisch geheilt werden. Eine

zusätzliche Beurteilung mit Hilfe eines Klinik-Scores zeigte im Vergleich zur unbehandelten Kontrollgruppe bei den vier Dosierungsgruppen eine Effektivität von 4, 17, 20 und 53 % (MIETH et al., 1994). Meerschweinchen mit experimenteller *T.-m.*-Infektion, die zwei Wochen einmal täglich Itraconazol p. o. in einer Dosierung von 10 mg/kg oder 20 mg/kg erhalten hatten, zeigten eine signifikant niedrigere Pilzbelastung als unbehandelte Kontrolltiere, allerdings konnte nach 14 Tagen noch keine komplette mykologische Heilung festgestellt werden (NAGINO et al., 2000a).

Fluconazol wurde in einer Studie mit einer Dosierung von 40 mg/kg einmal täglich für neun Tage bei **Meerschweinchen** mit experimenteller *T.-m.*-Infektion eingesetzt und führte zu negativen Pilzkulturen bei zwei von zehn Tieren (MIETH et al., 1994). NAGINO und Mitarbeiter (2000a, 2000b) verwendeten Fluconazol bei Meerschweinchen mit experimenteller Infektion durch *T. mentagrophytes* in zwei Studien in Dosierungen von 1, 4, 5, 10, 16 und 20 mg/kg einmal täglich für 14 Tage. Bei Dosierungen von 1, 4 und 5 mg/kg war keines der neun oder zehn Tiere negativ, bei Dosierungen von 10 mg/kg war bei einem von neun Meerschweinchen und bei Dosierungen von 16 und 20 mg/kg waren bei jeweils zwei von neun bzw. zehn Meerschweinchen keine Dermatophyten mehr nachweisbar (NAGINO et al., 2000b, 2000a).

Terbinafin konnte ab einer Dosierung von 6 mg/kg bei **Meerschweinchen** mit experimenteller *T.-m.*-Infektion nach 9-tägiger oraler Applikation eine mykologische Heilung bei allen behandelten Tieren hervorrufen, wobei dies bei Meerschweinchen mit experimenteller *M.-canis*-Infektion erst ab einer Dosierung von 40 mg/kg beobachtet werden konnte (PETRANYI et al., 1987). In einer anderen Studie waren alle behandelten Meerschweinchen mit experimenteller *T.-m.*-Infektion bei einmal täglicher oraler Verabreichung für neun Tage ab einer Dosierung von 20 mg/kg mykologisch negativ, bei einer Dosierung von 10 mg/kg wiesen zwei von zehn Tieren eine negative Pilzkultur auf (MIETH et al., 1994).

5.3. Umgebungsbehandlung

Die Umgebungsbehandlung ist wichtig, da Pilzsporen in der Umwelt lange infektiös bleiben und so durch die Desinfektion die Gefahr der Reinfektion und der Zoonose vermindert wird (EL-FIKI, 1959; DONNELLY et al., 2000; JENKINS, 2001; CANNY & GAMBLE, 2003). Für die Umgebungsdesinfektion

stehen verschiedene Wirkstoffe zur Verfügung. In einer Studie an Sporen, die an experimentell mit *M. canis* infizierten Meerschweinchen gewonnen wurden, zeigten sich Lime Sulfur (Verdünnung 1:33), Enilkonazol (20 µl/ml) und Chlorbleiche (Verdünnung 1:10) wirksam, so dass nach der Behandlung mit den Desinfektionsmitteln kein Kulturwachstum mehr festgestellt werden konnte (MORIELLO et al., 2004). An Haaren von mit *M. canis* infizierten Katzen waren Hypochlorit (Chlorbleiche), Benzalkoniumchlorid und Glutaraldehyd am effektivsten (RYCROFT & MCLAY, 1991). In Studien auf Kaninchenfarmen mit *M.-canis*- oder *T.-m.*-Infektion, konnte durch eine alleinige Umgebungsbehandlung mit Enilconazol-Spray (50 mg/m²) die Zahl der betroffenen Tiere reduziert werden (VAN CUTSEM et al., 1985; ROCHETTE & VAN MEIRHAEGHE, 1997). Die Umgebung sollte zusätzlich gründlich mit dem Staubsauger gereinigt und Textilien bei 60 – 90 °C gewaschen werden (VAN ROOIJ et al., 2006; HOPPMANN & BARRON, 2007b, 2007a).

5.4. Kombinationstherapie

Der Umfang der Therapie sollte der Ausprägung der Symptomatik angepasst werden, wobei auch die Anzahl der betroffenen Tiere und ob bereits Menschen betroffen sind, berücksichtigt werden müssen (LINEK, 2009). Idealerweise besteht die Therapie aus einer Kombination von topischer und systemischer Therapie und Umgebungsbehandlung (DONNELLY et al., 2000). Partnertiere sollten mit behandelt oder ebenfalls getestet und separiert werden (MENGES et al., 1957; DONNELLY et al., 2000; WHITE et al., 2003).

5.5. Therapiedauer

Da unter anderem FREY und GELEICK (1959) und ROSENTHAL und Mitarbeiter (1959) feststellen konnten, dass die klinischen Symptome abheilen bevor in der Pilzkultur keine Dermatophyten mehr nachweisbar sind, sollte die Therapie ein bis zwei Wochen über das Verschwinden der Symptome fortgeführt werden (HOPPMANN & BARRON, 2007b, 2007a; ROSEN, 2011). Alternativ werden zur Kontrolle Kulturen angelegt und die Therapie fortgesetzt bis zwei Kulturen im Abstand von zwei bis vier Wochen negativ sind (DONNELLY et al., 2000; MEREDITH, 2010).

5.6. Impfung

Aktuell ist in Deutschland keine Dermatophyten-Impfung bei Meerschweinchen

oder Kaninchen zugelassen (WWW.PEI.DE). Eine Breitspektrum-Dermatophyten-Impfung, die bis 2002 in Deutschland auch für **Meerschweinchen** und **Kaninchen** zugelassen war (Insol[®] Dermatophyton, Boehringer Ingelheim Vetmedica GmbH, Ingelheim, Deutschland), ist zur Zeit nur noch für Pferd, Katze und Hund zugelassen, da bei der Europa-Zulassung die Datenlage zur Wirksamkeit bei Meerschweinchen und Kaninchen nicht ausreichend war (persönliche Mitteilung A. Michel, Boehringer Ingelheim Vetmedica GmbH (2011)).

Experimentell wurden verschiedene Impfstoffe getestet. MILAN und Mitarbeiter (2004) testeten einen Impfstoff aus rekombinantem Protein und einen DNA-Impfstoff auf Basis des Hitzeschockproteins 60 (hsp60) an **Meerschweinchen**. Der DNA-Impfstoff führte im Gegensatz zum Protein-Impfstoff zu einer signifikanten Reduzierung der klinischen Symptome einer *T.-m.*-Infektion (MILAN et al., 2004). In einer weiteren Studie von VERMOUT und Mitarbeitern (2004) wurde eine rekombinante keratinolytische Metalloprotease von *M. canis* als Subunit-Vakzine an Meerschweinchen getestet. Es konnte eine starke AK-Bildung und eine signifikante, aber vorübergehende lymphoproliferative Antwort beobachtet werden, Schutz vor Infektion bestand dennoch nicht (VERMOUT et al., 2004). Eine Breitspektrum-Pilz-Vakzine aus einer Suspension von inaktivierten Konidien und Luftmycel-Elemente von *M. canis*, *M. gypseum*, *T. equinum* und *T. m. var. mentagrophytes* wurde bei zehn Meerschweinchen eingesetzt und schützte bei der Exposition über einen Zeitraum von 24 Tagen zu mit *M. canis* infizierten Meerschweinchen vor einer Ansteckung (PIER et al., 1995).

6. Zoonose

Die Übertragung von **anthropophilen Spezies** vom Menschen auf Tiere ist selten (ENGLISH, 1972), obwohl es bei Hund und Katze dazu einige Berichte gibt (REFAI & MILIGY, 1968; RANGANATHAN et al., 1997; BRILHANTE et al., 2006). Bei Heimtieren liegt nur ein Bericht (JÄNISCH & KOCH, 1965) vor, bei dem die Infektion eindeutig vom Mensch auszugehen scheint. In diesem Fall war eine Tierpflegerin mit Interdigital- und Nagelmykose die Quelle für eine Infektion bei 16 Labormeerschweinchen und 31 Laborkaninchen. Die isolierte Dermatophytenspezies war hier aber *T. mentagrophytes* (JÄNISCH & KOCH,

1965). Bei allen anderen Fallberichten gehen die Autoren davon aus, dass die Tiere die Infektionsquelle für die Menschen waren (KOCH & RIETH, 1958; KOCH, 1957; ALTERAS, 1965). So gibt es bei **Labormeerschweinchen** einen Fallbericht zur Übertragung von *M. audouinii* und *T. rubrum* von zwei Meerschweinchen auf zwei Mitarbeiter, wobei hier keine Angaben gemacht werden, ob die Tiere Hautveränderungen zeigten (ALTERAS, 1965). KOCH (1957) beschreibt einen Fall von *T. rubrum* bei einem Labormeerschweinchen mit Hautveränderungen und einer Doktorandin, die mit diesen Tieren gearbeitet hatte. Er geht davon aus, dass dabei das Meerschweinchen die Quelle der Infektion war (KOCH, 1957). Dies ist auch der Fall beim Nachweis von *T. rubrum* bei 25 von 109 Labormeerschweinchen, bei dem ebenfalls Mitarbeiter von einer Dermatophytose betroffen waren (KOCH & RIETH, 1958). Zu Kaninchen liegen keine Berichte zur Übertragung von anthropophilen Dermatophyten vor.

Bei epidemiologischen Studien des **Menschen** wird häufig nur die Isolationen von *T. mentagrophytes* angegeben und nicht weiter differenziert (SINSKI & KELLEY, 1987; LEHENKARI & SILVENNOINEN-KASSINEN, 1995; MAHMOUDABADI, 2005; SEEBACHER et al., 2008). Die Angaben in der Literatur zum Anteil von Infektionen beim Mensch mit *T. m. var. granulorum* oder *T. m. var. mentagrophytes* oder Infektionen mit zoophilen *T. mentagrophytes* reichen von 1,5 % bis 20,7 % und meist ist keine Infektionsquelle bekannt oder genannt (GEORG et al., 1956; MANTOVANI, 1978; DEVLIOU-PANAGIOTIDOU et al., 1995). In Deutschland waren bei 394 Fällen von *Tinea capitis* 81,2 % durch zoophile Erreger bedingt, wobei *M. canis* mit 216 Fällen (54,8 %) den Hauptanteil ausmachte und *T. mentagrophytes* in 58 Fällen (14,7 %) isoliert wurde (TIETZ et al., 1999). In einer Studie aus Spanien konnten bei drei der insgesamt 30 Fälle von Infektionen mit *T. m. var. mentagrophytes* beim Menschen als Quelle Haus-Kaninchen bestätigt werden (VELASCO BENITO et al., 1979). MEIER (1975) berichtet von einer Zunahme der Infektionen mit zoophilen *T.-m.-Spezies*. Die Fallzahl ist an der Hautklinik der Universität Düsseldorf von sechs (1969) auf 17 (1972) Fälle pro Jahr angestiegen. Der Anteil der Fälle mit zoophilen *T. mentagrophytes* an allen *T. m.*-Fällen lag 1972 bei 23,9 % (MEIER, 1975).

Zoophile Dermatophytenspezies können von Tieren auf den Menschen übertragen werden (PIER et al., 1994; WEITZMAN & SUMMERBELL, 1995).

Häufig stecken sich dabei Mitarbeiter in **Laboren** oder im Fall von Kaninchen auch Mitarbeiter auf **Farmen** an, die im Rahmen ihrer Arbeit direkten Kontakt zu den Meerschweinchen (siehe Tabelle 13 im Anhang) oder Kaninchen (siehe Tabelle 14 im Anhang) haben. Die Dermatophytenspezies, die dabei am häufigsten isoliert werden konnte, ist *T. mentagrophytes* oder dessen Varietäten (VILANOVA & CASANOVAS, 1951; MENGES & GEORG, 1956; KOCH & RIETH, 1958; LANGER, 1959; ALTERAS & COJOCARU, 1969; MCALEER, 1980b; SZILI & KOHALMI, 1981; FRANKLIN et al., 1991; TORRES-RODRIGUEZ et al., 1992; VAN ROOIJ et al., 2006; ZHANG et al., 2009). Bei Farm- und Laborkaninchen konnte auch die Übertragung von *M. canis* auf den Menschen beobachtet werden (ALTERAS, 1965; SIMALJAKOVA et al., 1989; TORRES-RODRIGUEZ et al., 1992). Außer direktem Tierkontakt ist auch ein Fall ausgehend von Labortieren (Meerschweinchen, Kaninchen und Mäusen) beschrieben, bei dem sich drei Personen an Stroh mit *T. m. var. granulosum* angesteckt haben, das aus dem Labor mit den erkrankten Tieren stammte und als Kompost verwendet worden war (MCALEER, 1980b).

Über die Ansteckung von Besitzern und Familienmitgliedern an als **Haustier** gehaltenen Meerschweinchen (siehe Tabelle 13 im Anhang) und Kaninchen (siehe Tabelle 14 im Anhang) wird ebenfalls berichtet (VILANOVA & CASANOVAS, 1951; LANGER, 1959; POLANO, 1977; VENDRIG & HENDRIKSE, 1978; KAWASAKI et al., 2000; ROMANO et al., 2001; NAKAMURA et al., 2002; BILEK et al., 2005). POLANO (1977) beschreibt zwei Fälle, in denen sich Kinder an ihren **Haustier-Meerschweinchen** angesteckt haben, im ersten Fall ein Mädchen mit *T. verrucosum* und im zweiten Fall ein Junge mit *T. m. var. granulare*. Bei beiden Kindern traten die Hautveränderungen im Gesicht auf. Vom Mädchen ist bekannt, dass es das Meerschweinchen auf der Schulter getragen hat, mit dem Kopf des Tieres an der Wange (POLANO, 1977). In einem weiteren Fall steckte sich die Besitzerin bei ihren Meerschweinchen mit *T. mentagrophytes* an. Auch hier zeigte sich die Hautveränderung an der Wange und die Besitzerin gab an, dass sie das Tier an ihr Gesicht gedrückt hat (VENDRIG & HENDRIKSE, 1978). LANGER (1959) berichtet von einem Jungen mit *T.-m.*-Infektion, der zu Hause Meerschweinchen hielt, wobei die Tiere nicht beprobt wurden. Ein Meerschweinchen mit *T.-m.-var-quinckeanum*-Infektion war der Überträger des Pilzes auf einen Jungen und dessen Vater (BILEK et al., 2005). Das Tier war zwei

Monate zuvor aus dem Zoo in die Familie gekommen. Beim Vater trat die Hautveränderung im Gesicht auf, beim Jungen war die Läsion an der Brust lokalisiert (BILEK et al., 2005). MEIER (1975) konnte *T. mentagrophytes* bei einem Haustier-Meerschweinchen und einem Meerschweinchen aus einer Zoohandlung isolieren. In beiden Fällen konnte eine Übertragung auf den Menschen beobachtet werden, Details werden allerdings nicht genannt (MEIER, 1975). Bei **Haustier-Kaninchen** gibt es fünf Artikel zu Zoonosefällen (siehe Tabelle 14 im Anhang). Im ersten Fall wurde *A. benhamiae* von einem Kaninchen auf beide Besitzer übertragen, die Hautveränderungen an Arm, Bein, Hüfte und im Gesicht entwickelten (NAKAMURA et al., 2002). Im zweiten Fall waren Mutter und Tochter von einer *A.-benhamiae*-Infektion betroffen, die von ihrem zwei Monate alten Kaninchen stammte, das von den Familienmitgliedern getragen und gestreichelt wurde. Die Mutter zeigte Hautveränderungen an der Schulter und am Schienbein, die Tochter am Hals, am Handgelenk und am Unterarm und auch die Großeltern zeigten Läsionen (KAWASAKI et al., 2000). Im dritten Fall zeigten eine Großmutter, die Kaninchen hielt, und ihr Enkelkind von einer *T.-m.-* Infektion Hautveränderungen im Gesicht und am Nacken. Ob die Kaninchen beprobt wurden, ist unklar (ROMANO et al., 2001). MEIER (1975) konnte bei zwei Kaninchen *T. mentagrophytes* isolieren und in beiden Fällen waren die Besitzer ebenfalls betroffen, weitere Details werden aber nicht genannt (MEIER, 1975). VILANOVA und CASANOVAS (1951) fassen 14 Fälle von Dermatophytose durch *T. mentagrophytes* bei Züchtern und privaten Besitzern zusammen, die von Kaninchen ausgegangen sind. In acht der Fälle waren Kinder betroffen (VILANOVA & CASANOVAS, 1951). Es gibt auch einen Fall, in dem sich vier Familienmitglieder an jungen Wildkaninchen mit *T. m. var. mentagropyhtes* ansteckten, die genauen Umstände werden nicht genannt (CARMAN et al., 1979).

III. KAPITEL I: DERMATOPHYTES IN PET GUINEA PIGS AND RABBITS

Annina Kraemer

Centre for Clinical Veterinary Medicine, Veterinary Faculty, LMU Munich,
Veterinaerstr. 13, D-80539 Muenchen, Germany

Ralf S. Mueller, Prof., Dr. med. vet., Dr. med. vet. habil., Diplomate ECVD + ACVD (Dermatology)

Centre for Clinical Veterinary Medicine, Veterinary Faculty, LMU Munich,
Veterinaerstr. 13, D-80539 Muenchen, Germany

Christiane Werckenthin, Dr. med. vet.

Institute for Infectious Diseases and Zoonoses, Veterinary Faculty, LMU Munich,
Veterinaerstr. 13, D-80539 Muenchen, Germany

Reinhard K. Straubinger, Prof., Dr. med. vet., Ph. D.

Institute for Infectious Diseases and Zoonoses, Veterinary Faculty, LMU Munich,
Veterinaerstr. 13, D-80539 Muenchen, Germany

Jutta Hein, Dr. med. vet.

Centre for Clinical Veterinary Medicine, Veterinary Faculty, LMU Munich,
Veterinaerstr. 13, D-80539 Muenchen, Germany

Im Journal of Veterinary Microbiology zur Veröffentlichung angenommen
(bereits online verfügbar).

Abstract

Problem addressed: The frequency of dermatophytes in pet Guinea pigs and rabbits.

Objectives: To determine the frequency and types of dermatophytes in pet Guinea pigs and rabbits.

Methods and approach: First, 2153 samples collected from pet Guinea pigs (n = 1132) and rabbits (n = 1021) with suspected dermatophytosis and submitted to three different laboratories for fungal culture were analysed. Subsequently, healthy Guinea pigs and rabbits, animals with skin lesions and with noncutaneous diseases were examined prospectively for dermatophytes.

Results: *Trichophyton (T.) mentagrophytes* was the most common fungal species isolated (91.6 % and 72.3 % of positive cultures from Guinea pigs (n = 431) and rabbits (n = 83), respectively). Animals with positive fungal culture did not show any gender predisposition, but affected animals were younger than those with negative fungal culture (P < 0.0001) or than healthy animals of the prospective part of the study. Dermatophytes were isolated from 14/164 healthy Guinea pigs and 0/140 healthy rabbits. In addition, fungal cultures of Guinea pigs with skin lesions (n = 26) and other diseases (n = 25) were positive in 7.7 % and 8.0 % respectively. Samples collected from 19 rabbits with skin lesions and 32 rabbits with noncutaneous disease were all negative in culture.

Conclusions: *T. mentagrophytes* is the most common dermatophyte in pet Guinea pigs and rabbits, asymptomatic carriers are regularly seen in Guinea pigs, but not in rabbits.

Key words:

Ringworm – carrier – rodents – lagomorphs – *Trichophyton mentagrophytes*

Introduction

Dermatophytosis is a common disease in Guinea pigs and rabbits (Donnelly et al., 2000), caused by fungi which live in keratinized tissues such as hair, nails and cornified epithelial cells. The disease is characterized by alopecia, scaling and crusting. *Trichophyton (T.) mentagrophytes* is the dermatophyte most commonly isolated from Guinea pigs and rabbits, but *Microsporum (M.) canis* has been reported to be present on these animals as well (Donnelly et al., 2000). Dermatophytes are important zoonotic agents (Alteras, 1965; Pier et al., 1994).

Other dermatophytes cultured from the skin of rabbits are *T. verrucosum*, *M. nanum*, *M. gypseum*, *M. persicolor* and *M. distortum* (Ali-Shtayeh et al., 1988; Efuntoye and Fashanu, 2002; Khosravi and Mahmoudi, 2003; Weisbroth, 1971). Apart from case reports, only limited data is available regarding dermatophytosis in pet Guinea pigs and rabbits as most studies refer to laboratory animals or animals kept for breeding or meat production (Banks and Clarkson, 1967; Hironaga et al., 1981; McAleer, 1980; Pombier and Kim, 1975; Torres-Rodriguez et al., 1992; Vogtsberger et al., 1986). The aims of this study were (1) to determine the rate of positive fungal cultures from pet Guinea pigs and rabbits with suspected dermatophytosis, (2) to identify the most common dermatophyte species in pet guinea pigs and rabbits in Germany and (3) to determine the rate of asymptomatic carriers in healthy animals as well as animals suffering from other diseases. In the last years a rearrangement of the mycological taxonomy has been initiated based on the results of new molecular analytical methods. Especially the *T. mentagrophytes* complex can now be divided into different groups. At the moment it is assumed that the *Arthroderma* (*A.*) *benhamiae* complex is associated with most dermatophytoses in Guinea pigs and rabbits (Graser et al., 2008). As these molecular methods are not yet used for routine diagnostics, in this publication terms based on morphological species differentiation are used, so that the isolates differentiated as *T. mentagrophytes*-like isolates are termed *T. mentagrophytes*.

Methods

Study design

The study consisted of two parts. The first part was a retrospective evaluation of specimens from Guinea pigs and rabbits submitted for fungal culture to three commercial laboratories from 01.01. to 31.12.2009. The laboratories processed samples from all federal states in Germany as well as a small amount of samples from Austria, Italy, Luxembourg, the Netherlands and Switzerland. In the second part, healthy pet Guinea pigs and rabbits, animals with skin diseases and animals with diseases not affecting the skin were evaluated prospectively.

Retrospective evaluation of specimens submitted for fungal culture

In 2009, specimens (hair, scaling, crusts and/or skin scrapings) of 383 Guinea pigs and 317 rabbits with suspected dermatophytosis were sent to IDEXX laboratories (IDEXX Laboratories, Ludwigsburg, Germany). The samples were cultured on

Sabouraud's agar (BD Diagnostic Systems, Heidelberg Germany) and a selective medium with cycloheximide and chloramphenicol (heipha GmbH, Eppelheim, Germany) at room temperature for at least four weeks and examined twice weekly. For differentiation a lactophenol cotton blue preparation was used. If suspicious material was found, a second microscopic examination was carried out one week later.

Synlab laboratories (Synlab, Augsburg, Germany) analysed 306 samples (hair, scaling, crusts and/or skin scrapings) of Guinea pigs and rabbits in 2009. Mycosel (BD Diagnostic Systems, Heidelberg, Germany) and Sabouraud's agars with gentamicin and chloramphenicol (BD Diagnostic Systems, Heidelberg, Germany) were incubated at 28°C (+/- 2°C) for at least three weeks and examined every three to four days. The differentiation was carried out by means of light and fluorescence microscopy. If there was no or only slow conidia growth, a rice agar (heipha GmbH, Eppelheim, Germany) was inoculated additionally. If there was only very slow colony growth, a Sabouraud's slant tube with chloramphenicol and actidion (BD Diagnostic Systems, Heidelberg, Germany) was incubated at 35 °C (+/- 2°C).

At Laboklin laboratories (Laboklin, Bad Kissingen, Germany) samples (hair, skin scrapings, swabs, tooth brushes and claws) of 584 Guinea pigs and 563 rabbits were processed in 2009. For first assessment, a paraffin oil preparation was used. Samples were then incubated on Sabouraud's agar with chloramphenicol and gentamicin (BD Diagnostic Systems, Heidelberg, Germany) and on Sabouraud's agar with chloramphenicol and cyclohexamide (BD Diagnostic Systems, Heidelberg, Germany) at a temperature of 28°C for three weeks and examined twice weekly. In cases of strong mould growth a subculture on Sabouraud's agar with chloramphenicol and cycloheximide (BD Diagnostic Systems, Heidelberg, Germany) was inoculated additionally. For differentiation a lactophenol cotton blue preparation was used. Age and gender distribution of sampled Guinea pigs and rabbits are listed in Table 1.

Positive fungal cultures in healthy Guinea pigs and rabbits, animals with skin disease and animals with diseases not affecting the skin

Specimens from three groups of rabbits and Guinea pigs were collected: asymptomatic, healthy animals (164 Guinea pigs, 140 rabbits), animals with skin lesions (26 Guinea pigs, 19 rabbits) and animals with other diseases not affecting

the skin (25 Guinea pigs, 32 rabbits). Age and gender distribution of sampled animals is given in Table 2. The healthy animals were part of a reference range study for blood gas analysis and belonged to private households as well as to community facilities such as zoos or animal shelters. Physical examination of all those animals revealed no abnormalities. Animals with prophylactic drug administrations in the last two weeks, therapeutic drug administrations or behavioural abnormalities in the last three months and those with long-term medication were excluded. Animals with skin lesions showed alopecia, hypotrichosis, erythema, and excoriations with or without pruritus. The animals of the third group suffered from a variety of diseases (Table 3) but did not show any skin abnormalities. In this group, there were 25 Guinea pigs and 32 rabbits. Specimens were obtained with the MacKenzie hairbrush-technique using a sterile toothbrush and combing through the hair in addition to collection of scales and crusts if present. They were inoculated on Sabouraud's agar (Merck KGaA, Darmstadt, Germany) with penicillin (40000 I. E./l; Hoechst GmbH, Frankfurt am Main, Germany) and streptomycin (40 mg/l; Grünenthal GmbH, Aachen, Germany), Sabouraud's agar (Merck KGaA, Darmstadt, Germany) with 5 % blood and Mycosel agar (BD Diagnostic Systems, Heidelberg, Germany) with phenol red (0.3 g/l; Merck KGaA, Darmstadt, Germany) at the Institute for Infectious Diseases and Zoonoses (LMU Munich) and incubated for at least 10 days at 32 °C. The plates were examined daily. Samples from healthy animals and animals with other diseases were inoculated only on Mycosel agar. Differentiation was carried out by growth, colony morphology and microscopic examination of a lactophenol cotton blue preparation. Further analysis was conducted using molecular methods, but results are not part of this publication.

Statistical evaluation

For statistical analysis, a one-way ANOVA (or in case of nonparametric data a Kruskal Wallis test) with Dunn's post test was used to compare the age distribution of affected and non-affected Guinea pigs respectively in the three different laboratories. The age of all animals tested positive versus those tested negative was compared with an unpaired *t* test (or in case of nonparametric data with a Mann Whitney test). Chi-Square tests and with small sample sizes Fisher-Exact tests were used for all other tests. Results with a P-value lower than 0.05 were considered significant.

Results

Retrospective evaluation of specimens submitted for fungal culture

In the three participating laboratories 1132 specimens collected from Guinea pigs (Table 4) and 1021 samples collected from rabbits (Table 5) were analysed in 2009. In 431 specimens from Guinea pigs (38.1 %) dermatophytes were isolated, most frequently *T. mentagrophytes* (n = 395). In rabbits, dermatophytes were detectable in 83 samples (8.1 %) and *T. mentagrophytes* also was the most commonly isolated species. There was no gender predisposition. As there also was no difference in the age of the animals tested positive and negative respectively in the three different laboratories (P = 0.56 and 0.71 respectively) the data of all laboratories was pooled. Animals positive for *T. mentagrophytes* were significantly younger than the negative ones (P < 0.0001). The comparison of animals tested positive for *T. mentagrophytes* with healthy animals in the prospective part of the study showed that the positive animals were significantly younger than the control population (P < 0.001). The age distribution of Guinea pigs and rabbits tested positive for *T. mentagrophytes* in the three different laboratories and the comparison with the control population are summarized in Tables 6 and 7. Age analysis for animals positive for dermatophytes other than *T. mentagrophytes* was not conducted, because of the small sample size. In the prospective study the age of the carrier animals without clinical signs was similar to those of healthy animals that were tested negative (P = 0.12). With specimens submitted to Laboklin, a higher percentage of guinea pigs, but not rabbits was positive compared to IDEXX and Synlab laboratories (P < 0.001).

Positive fungal cultures in healthy Guinea pigs and rabbits, animals with skin disease and animals with diseases not affecting the skin

Of the 140 rabbits with normal physical examinations, no culture was positive for dermatophytes. Similarly, the 32 rabbits with diseases not affecting the skin and the 19 rabbits with skin disease had negative fungal cultures. In contrast, in 14 of the normal Guinea pigs (8.5 %) *Trichophyton* spp. or *T. mentagrophytes* were isolated. Of the 25 Guinea pigs with diseases not affecting the skin, *Trichophyton* spp. were detected in two cases (8.0 %). *Trichophyton* spp. were also isolated in two of the 26 Guinea pigs with skin lesions (7.7 %).

Discussion

This study evaluated a large number of fungal cultures from Guinea pigs and rabbits. Most of the isolated fungal organisms were *T. mentagrophytes*. In addition, prospective culturing of healthy and diseased animals showed that *Trichophyton* spp. were isolated in a small number of healthy Guinea pigs and from those with diseases not affecting the skin. Positive fungal cultures were not seen in any of the healthy or diseased rabbits.

T. mentagrophytes is reportedly the most common dermatophyte isolated from laboratory and farmed Guinea pigs and rabbits (Connole et al., 2000; Koch and Rieth, 1958) and Guinea pigs are assumed to be more often affected than rabbits (Vogtsberger et al., 1986). Older studies from Germany and Switzerland showed that approximately one-third of Guinea pigs were positive for *T. mentagrophytes* (Weiss et al., 1979, Drouot et al., 2009). Those results are similar to the findings of the present study. It is known that zoophilic strains of *T. mentagrophytes* can be transmitted from laboratory and pet Guinea pigs to man (Alteras, 1965; Polano, 1977). Pet Guinea pigs with dermatophytosis thus should be considered a serious risk as source of infection for their owners.

In rabbits most data were derived from rabbit farms where the percentage of animals with and without clinical signs positive for *T. mentagrophytes* is very high ranging from 30 to 79.8 % (Alteras and Cojocar, 1969; Torres-Rodriguez et al., 1992). In a study pertaining to domestic rabbits infection rates for *T. mentagrophytes* were much lower and comparable to this study (Khosravi and Mahmoudi, 2003).

Besides *T. mentagrophytes*, other dermatophytes isolated in Guinea pigs in this study were *M. canis*, *M. audouinii*, *M. equinum* and *M. gypseum*. Few and often anecdotal data about those dermatophytes in Guinea pigs are available (Alteras, 1965; Marshall, 2003). *M. canis* was isolated in small numbers in Germany (Weiss et al., 1979) and New Zealand (Smith et al., 1969). It seems that dermatophytes other than *T. mentagrophytes* are only infrequently encountered in Guinea pigs.

In studies with small sample sizes (Cabanés et al., 1997; Khosravi and Mahmoudi, 2003), *M. canis* was found in rabbits markedly more often than in this study. This could be due to different living conditions (contact to other animals, outdoor housing) and different sampling methods. The findings of *M. canis* in the second

study were explained by an outbreak of *M. canis* among farm rabbits imported from France.

It is widely assumed that young Guinea pigs and rabbits are more susceptible for dermatophytosis (Quesenberry and Carpenter, 2003), but studies about pet Guinea pigs and rabbits are rare. In one study from Switzerland no age or sex predisposition was detected (Drouot et al., 2009). In another study Guinea pigs and rabbits positive for *T. mentagrophytes* were younger than six months (Vangeel et al., 2000). Furthermore young rabbits show more severe clinical signs (Franklin et al., 1991), there is a higher mortality rate in young Guinea pigs with trichophytosis (Pombier and Kim, 1975) and most of the case reports about dermatophyte infections refer to very young animals (Alteras, 1966; Nakamura et al., 2002; Sinha et al., 1982; Weisbroth, 1971). More evidence for the higher susceptibility of young animals is provided in this study, where affected animals were significantly younger than those with negative culture results as well as the healthy animals of a control population. The lack of gender predisposition in the present study is consistent with previous reports of Guinea pigs and rabbits as well as of cats, dogs and wild rodents (Drouot et al., 2009; Gallo et al., 2005a; Gallo et al., 2005b; Lewis et al., 1975).

There are several reports of Guinea pigs and rabbits being asymptomatic carriers of dermatophytes. In a study evaluating healthy animals from private households, pet shops and laboratories, 3.5 % of the Guinea pigs and 3.8 % of the rabbits carried *T. mentagrophytes* (Vangeel et al., 2000). Other authors report healthy rabbits being positive not only for *T. mentagrophytes* but also for other *Trichophyton* spp. and *Microsporum* spp. (Ali-Shtayeh et al., 1988; Balsari et al., 1981; Efuntoye and Fashanu, 2002; Feuerman et al., 1975). In contrast, our study indicates that carriers for *Trichophyton* spp. are more common in Guinea pigs than in rabbits. The differences to the present study may be explained by the different prevalence of various dermatophytes in different countries, differences in sampling methods and contact with various sources of the infection especially for dermatophytes such as *T. verrucosum* or *T. equinum*, which are typically harboured by cattle and horses respectively.

It is assumed that animals with a compromised immune system are more susceptible to dermatophytes (Cavalcanti, 2002), thus it would be expected that animals suffering from other diseases should be more often affected by

dermatophytosis than healthy animals. In the present study Guinea pigs with other diseases showed a similar infection rate to animals with skin lesions and healthy animals. The influence of concurrent diseases on the development of dermatophytosis may be overestimated. Alternatively, the immune suppression associated with the systemic diseases seen in this study may not have been pronounced enough to influence the occurrence of dermatophytosis in those animals.

Conclusion

The present study showed that dermatophytosis is a common disease among pet Guinea pigs while pet rabbits are affected less frequently. *T. mentagrophytes* is the most frequent cause of dermatophytosis in those species. Guinea pigs may be carriers of dermatophytes and the zoonotic potential of those carriers should be explored further and considered when human patients present with dermatophytosis have Guinea pigs at home.

Acknowledgements

IDEXX (Ludwigsburg, Germany), Laboklin (Bad Kissingen, Germany) and Synlab (Augsburg, Germany) laboratories are acknowledged for providing the data of their dermatophyte cultures of the year 2009. Additionally we want to thank Carola Sauter-Louis for assistance with the statistical analysis.

Conflict of interest statement

This study was self-funded, a conflict of interest is not present for any of the authors.

References

- Ali-Shtayeh, M.S., Arda, H.M., Hassouna, M., Shaheen, S.F., 1988. Keratinophilic fungi on the hair of cows, donkeys, rabbits, cats, and dogs from the West Bank of Jordan. *Mycopathologia* 104, 109-121.
- Alteras, I., 1965. Human dermatophyte infections from laboratory animals. *Sabouraudia* 4, 143-145.
- Alteras, I., 1966. Ringworm in rabbit due to *Trichophyton quinckeanum*. *Mycopathol. Mycol. Appl.* 28, 361-367.
- Alteras, I., Cojocar, I., 1969. Human infection by *Trichophyton mentagrophytes* from rabbits. *Mykosen* 12, 543-544.
- Balsari, A., Bianchi, C., Cocilovo, A., Dragoni, I., Poli, G., Ponti, W., 1981. Dermatophytes in clinically healthy laboratory animals. *Lab. Anim.* 15,

75-77.

- Banks, K.L., Clarkson, T.B., 1967. Naturally occurring dermatomycosis in the rabbit. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 151, 926-929.
- Cabanes, F.J., Abarca, M.L., Bragulat, M.R., 1997. Dermatophytes isolated from domestic animals in Barcelona, Spain. *Mycopathologia* 137, 107-113.
- Cavalcanti, J.N., Guerra, J. L., Gambale, W., Correa, B., Paula, C. R. , 2002. Histopathologic and mycologic aspects of experimental infection of guinea pigs with *Microsporum canis*. *Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.* 39, 238-243.
- Connole, M.D., Yamaguchi, H., Elad, D., Hasegawa, A., Segal, E., Torres-Rodriguez, J.M., 2000. Natural pathogens of laboratory animals and their effects on research. *Med. Mycol.* 38 Suppl 1, 59-65.
- Donnelly, T.M., Rusha, E.M., Lackner, P.A., 2000. Ringworm in small exotic pets *Semin. Avian Exot. Pet* 9, 82-93.
- Drouot, S., Mignon, B., Fratti, M., Roosje, P., Monod, M., 2009. Pets as the main source of two zoonotic species of the *Trichophyton mentagrophytes* complex in Switzerland, *Arthroderma vanbreuseghemii* and *Arthroderma benhamiae*. *Vet. Dermatol.* 20, 13-18.
- Efuntoye, M.O., Fashanu, S.O., 2002. Fungi isolated from skins and pens of healthy animals in Nigeria. *Mycopathologia* 153, 21-23.
- Feuerman, E., Alteras, I., Honig, M.D., Lehrer, N., 1975. Saprophytic occurrence of *Trichophyton mentagrophytes* and *Microsporum gypseum* in the coats of healthy laboratory animals. (Preliminary report). *Mycopathologia* 55, 13-15.
- Franklin, C.L., Gibson, S.V., Caffrey, C.J., Wagner, J.E., Steffen, E.K., 1991. Treatment of *Trichophyton mentagrophytes* infection in rabbits. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 198, 1625-1630.
- Gallo, M.G., Lanfranchi, P., Poglayen, G., Calderola, S., Menzano, A., Ferroglio, E., Peano, A., 2005a. Seasonal 4-year investigation into the role of the alpine marmot (*Marmota marmota*) as a carrier of zoophilic dermatophytes. *Med. Mycol.* 43, 373-379.
- Gallo, M.G., Tizzani, P., Peano, A., Rambozzi, L., Meneguz, P.G., 2005b. Eastern cottontail (*Sylvilagus floridanus*) as carrier of dermatophyte fungi. *Mycopathologia* 160, 163-166.
- Graser, Y., Scott, J., Summerbell, R., 2008. The new species concept in

- dermatophytes - a polyphasic approach. *Mycopathologia* 166, 239-256.
- Hironaga, M., Fujigaki, T., Watanabe, S., 1981. *Trichophyton mentagrophytes* skin infections in laboratory animals as a cause of zoonosis. *Mycopathologia* 73, 101-104.
- Khosravi, A.R., Mahmoudi, M., 2003. Dermatophytes isolated from domestic animals in Iran. *Mycoses* 46, 222-225.
- Koch, H., Rieth, H., 1958. [Endemic trichophytosis in guinea pigs.]. *Arch. Clin. Exp. Dermatol.* 205, 577-585.
- Lewis, E., Hoff, G.L., Bigler, W.J., Jefferies, M.B., 1975. Public health and the urban gray squirrel: mycology. *J. Wildl. Dis.* 11, 502-504.
- Marshall, K.L., 2003. Fungal diseases in small mammals: therapeutic trends and zoonotic considerations. *Vet. Clin. Exot. Anim.* 6, 415-427.
- McAleer, R., 1980. An epizootic in laboratory guinea pigs due to *Trichophyton mentagrophytes*. *Aust. Vet. J.* 56, 234-236.
- Nakamura, Y., Kano, R., Nakamura, E., Saito, K., Watanabe, S., Hasegawa, A., 2002. Case report. First report on human ringworm caused by *Arthroderma benhamiae* in Japan transmitted from a rabbit. *Mycoses* 45, 129-131.
- Pier, A.C., Smith, J.M., Alexiou, H., Ellis, D.H., Lund, A., Pritchard, R.C., 1994. Animal ringworm - its aetiology, public health significance and control. *J. Med. Vet. Mycol.* 32 Suppl 1, 133-150.
- Polano, M.K., 1977. [Fungus infections from domestic animals and pets]. *Ned. Tijdschr. Geneesk.* 121, 121-125.
- Pombier, E.C., Kim, J.C., 1975. An epizootic outbreak of ringworm in a guinea-pig colony caused by *Trichophyton mentagrophytes*. *Lab. Anim.* 9, 215-221.
- Quesenberry, K.E., Carpenter, J.W., 2003, *Ferrets, rabbits and rodents: Clinical medicine and surgery*. Elsevier, Amsterdam, pp. 197, 249.
- Sinha, B.K., Prasad, C.B., Sinha, M.N., Prasad, L.N., 1982. Dermatophytosis due to *Microsporum gypseum* in a pet rabbit - a case report. *Mykosen* 25, 332-334.
- Smith, J.M., Rush-Munro, F.M., McCarthy, M., 1969. Animals as a reservoir of human ringworm in New Zealand. *Australas. J. Dermatol.* 10, 169-182.

- Torres-Rodriguez, J.M., Drona, M.A., Rossell, J., Madrenys, N., 1992. Incidence of dermatophytoses in rabbit farms in Catalonia, Spain, and its repercussion on human health. *Eur. J. Epidemiol.* 8, 326-329.
- Vangeel, I., Pasmans, F., Vanrobaeys, M., De Herdt, P., Haesebrouck, F., 2000. Prevalence of dermatophytes in asymptomatic guinea pigs and rabbits. *Vet. Rec.* 146, 440-441.
- Vogtsberger, L.M., Harroff, H.H., Pierce, G.E., Wilkinson, G.E., 1986. Spontaneous dermatophytosis due to *Microsporum canis* in rabbits. *Lab. Anim. Sci.* 36, 294-297.
- Weisbroth, S.S.S., 1971. *Microsporum gypseum* dermatophytosis in a rabbit. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 159, 629-634.
- Weiss, R., Bohm, K.H., Mumme, J., Nicklas, W., 1979. [13 Years of veterinary mycological routine diagnostics. Isolation of dermatophytes in the years 1965-1977]. *Sabouraudia* 17, 345-353.

Table 1
Age and gender distribution of sampled Guinea pigs and rabbits in the **retrospective part** of the study

	Guinea pigs						Rabbits					
	Age (months)			Gender distribution			Age (months)			Gender distribution		
	Range	Median	Male	Female	Unknown	Range	Median	Male	Female	Unknown		
IDEXX	1 – 96	12	130	148	105	1 – 156	24	131	115	71		
Synlab	1 – 92	12	41	60	64	2 – 126	19	52	38	51		
Laboklin	1 – 198	12	177	237	170	1 – 176	31	245	196	122		

Table 2
Age and gender distribution of sampled Guinea pigs and rabbits in the **prospective part** of the study

	Guinea pigs						Rabbits					
	Age (months)			Gender distribution			Age (months)			Gender distribution		
	Range	Median	Male	Female	Unknown	Range	Median	Male	Female	Unknown		
Healthy animals	1 – 99	18	69	93	2	3 – 121	22	71	66	3		
Skin lesions	1.5 – 95	24	8	13	4	7 – 140	44	10	9	0		
Noncutaneous diseases	2 – 80	55	9	16	0	1 – 125	48	17	15	0		

Table 3
Diseases of sampled Guinea pigs and rabbits

Number	Diseases of Guinea pigs	Diseases of rabbits
1	Anorexia, diarrhea, weight loss	Bladder atonia post urethral stone
2	Infection of the upper respiratory tract	Urolithiasis
3	Infection of the upper respiratory tract	Stomach overloading
4	Ovarian cysts, lymphoma	Azotemia, encephalitozoonosis
5	Ovarian cysts	Mucoid enteritis, coccidiosis
6	Ovarian cysts, infection of the upper respiratory tract	Encephalitozoonosis
7	Dental disease, anorexia	Encephalitozoonosis
8	Dental disease, anorexia	Encephalitozoonosis
9	Ovarian cysts, neoplasia spleen	Encephalitozoonosis
10	Urolithiasis	Encephalitozoonosis
11	Coccidiosis	Suspected <i>Treponema-paraluiscuniculi</i> -infection, cystitis
12	Cystitis, vaginal myxoma, ovarian cyst	Dental disease, malignant uterine neoplasia
13	Infection of the upper respiratory tract, corneal defect, gastric tympania	Anorexia, sludge in urinary bladder
14	Infection of the upper respiratory tract, dental disease	Encephalitozoonosis
15	Weight loss, dental disease, ovarian cysts	Endometrial hyperplasia
16	Anorexia, paraplegia	Urolithiasis
17	Weight loss, infection of the upper respiratory tract	Recurrent fibrosarcoma
18	Anorexia, weakness	Encephalitozoonosis
19	Dental disease, anorexia	Rhinitis contagiosa cuniculi
20	Cardiomyopathy, pleural effusion, moderate tricuspid insufficiency	Rhinitis contagiosa cuniculi

Continuation of Table 3

Diseases of sampled Guinea pigs and rabbits

Number	Diseases of Guinea pigs	Diseases of rabbits
21	Vestibular dysfunction post trauma, infection of the upper respiratory tract	Apathy
22	Bronchopneumonia	Severe hepatopathy
23	Weight loss, concrements in bladder and kidneys	Anorexia, severe sludge in urinary bladder
24	Suspected lymphoma, sludge in urinary bladder	Anorexia, sludge in urinary bladder, cystitis
25	Recurrent gastric tympania, ascites, spleen tumor	Stomach overloading, suspected intoxication
26	-	Anorexia, enteritis
27	-	Enzephalitozoonosis
28	-	Dental disease, suspected gastric bezoar
29	-	Tetraparalysis, hepatopathia
30	-	Rhinitis contagiosa cuniculi, dental disease
31	-	Rhinitis contagiosa cuniculi
32	-	Stomach overloading

Table 4
Dermatophytes isolated from Guinea pigs in the year 2009

	n	<i>Trichophyton mentagrophytes</i>	<i>Trichophyton</i> spp.	<i>Microsporium canis</i>	<i>Microsporium gypseum</i>	<i>Trichophyton terrestre</i>	<i>Microsporium equinum</i>	<i>Microsporium audouinii</i>	positive
Laboklin	584	251 (93.7 %)	-	-	13 (4.9 %)	3 (1.1 %)	1 (0.4 %)	-	268 (45.9 %)
IDEXX	383	105 (98.1 %)	-	2 (1.9 %)	-	-	-	-	107 (27.9 %)
Synlab	165	39 (69.6 %)	4 (7.1 %)	11 (19.6 %)	-	1 (1.8 %)	-	1 (1.8 %)	56 (33.9 %)
Overall	1,132	395 (91.6 %)	4 (0.9 %)	13 (3.0 %)	13 (3.0 %)	4 (0.9 %)	1 (0.2 %)	1 (0.2 %)	431 (38.1 %)

Table 5
Dermatophytes isolated from rabbits in the year 2009

	n	<i>Trichophyton mentagrophytes</i>	<i>Trichophyton</i> spp.	<i>Microsporium canis</i>	<i>Microsporium gypseum</i>	<i>Trichophyton terrestre</i>	<i>Microsporium equinum</i>	<i>Microsporium audouinii</i>	positive
Laboklin	563	33 (62.3 %)	-	-	8 (15.1 %)	12 (22.6 %)	-	-	53 (9.4 %)
IDEXX	317	22 (100 %)	-	-	-	-	-	-	22 (6.9 %)
Synlab	141	5 (62.5 %)	1 (12.5 %)	2 (25 %)	-	-	-	-	8 (5.7 %)
Overall	1,021	60 (72.3 %)	1 (1.2 %)	2 (2.4 %)	8 (9.6 %)	12 (14.5 %)	-	-	83 (8.1 %)

Table 6: Mean age (months) of Guinea pigs and rabbits tested positive and negative for *T. mentagrophytes* at Synlab, Laboklin and IDEXX laboratories

	Mean age (months)	95 % Confidence interval
Negative Guinea pigs	27.72	25.44 – 29.99
Positive Guinea pigs	15.84	13.19 – 18.48
Negative rabbits	38.41	36.07 – 40.74
Positive rabbits	17.57	8.89 – 26.25

Table 7

Mean age (months) of Guinea pigs and rabbits tested positive for *T. mentagrophytes* at Synlab, Laboklin and IDEXX laboratories in comparison to a normal control population

	Mean age (months)	95 % Confidence interval
Healthy Guinea pigs	27.12	23.41 – 30.83
Positive Guinea pigs	15.84	13.19 – 18.48
Healthy rabbits	26.06	21.75 – 30.36
Positive rabbits	17.57	8.89 – 26.25

IV. KAPITEL II: RISIKOFAKTOREN, KLINISCHES BILD, THERAPIE UND ZONOSERISIKO BEI KANINCHEN MIT DERMATOPHYTOSE

Annina Krämer

Zentrum für klinische Tiermedizin, Tierärztliche Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität, Veterinärstraße 13, D-80539 München, Deutschland

Ralf S. Müller, Prof., Dr. med. vet., Dr. med. vet. habil., Diplomate ECVD + ACVD (Dermatology)

Zentrum für klinische Tiermedizin, Tierärztliche Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität, Veterinärstraße 13, D-80539 München, Deutschland

Jutta Hein, Dr. med. vet.

Zentrum für klinische Tiermedizin, Tierärztliche Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität, Veterinärstraße 13, D-80539 München, Deutschland

Im Journal Tierärztliche Praxis zur Veröffentlichung angenommen. Druckversion noch nicht verfügbar.

Schlüsselwörter

Dermatophyten – *Trichophyton mentagrophytes* – *Oryctolagus cuniculus* –
Haustier – Zoonose

Keywords

Dermatophytes – *Trichophyton mentagrophytes* – *Oryctolagus cuniculus* – pet –
zoonosis

Zusammenfassung

Gegenstand und Ziel: Kaninchen können an einer Dermatophytose erkranken und Dermatophyten auf den Menschen übertragen, es gibt aber wenige Informationen zur Dermatophytose bei Kaninchen, die als Haustiere gehalten werden. Ziel der Studie war daher die Auswertung von Angaben zu Umgebung, klinischem Bild und Therapie von als Haustier gehaltenen Kaninchen mit Dermatophytose und die Ermittlung des von ihnen ausgehenden Zoonoserisikos.

Material und Methoden: In der vorliegenden Studie wurden bei positivem Dermatophyten-Befund Fragebögen an den behandelnden Tierarzt verschickt, die jeweils einen Frageteil für den Tierarzt und für den Besitzer enthielten. Ausgewertet wurden elf Fragebögen, die sowohl vom Tierarzt als auch vom Besitzer beantwortet worden waren und weitere acht Fragebögen, die nur der Tierarzt ausgefüllt hatte. Es wurden Fragen zur Umgebung der Tiere (Herkunft, Haltung, Fütterung, Gruppengröße, Neuzugänge, Veränderungen), zu klinischen Symptomen, zur Diagnose, zur Therapie und zu Zoonosefällen beantwortet.

Ergebnisse: *Trichophyton (T.) mentagrophytes (m.)* war die am häufigsten isolierte Dermatophytenspezies (15/19). Die Hälfte der betroffenen Tiere war jünger als fünf Monate und es waren doppelt so viele weibliche wie männliche Kaninchen vertreten. In vier von elf Fällen gab es in den Wochen vor dem Ausbruch der Dermatophytose einen Neuzugang und in sieben von elf Fällen waren die betroffenen Tiere nicht länger als drei Monate im Haushalt. Die vorherrschende Gruppengröße waren zwei Tiere und in der Hälfte der Fälle war das Partnerkaninchen ebenfalls betroffen. Die Kaninchen zeigten meist alopezische Hautveränderungen mit Schuppen und/oder Krusten, die besonders häufig am Kopf (16/19) und dort in der Hälfte der Fälle an den Ohren beobachtet wurden. In drei von elf Fällen (27,3 %) zeigten in dieser Studie Kinder in der Familie ebenfalls Hautveränderungen, die an den Händen, im Gesicht und an der Schulter lokalisiert waren.

Schlussfolgerung: Als Haustier gehaltene Kaninchen mit Dermatophytose stellen ein nicht zu unterschätzendes Zoonoserisiko für ihre Besitzer und zwar vor allem für Kinder dar. Risikofaktoren in dieser Studie scheinen dabei die Ankunft eines neuen Tieres und das Alter der Tiere zu sein.

Klinische Relevanz: Bei Kaninchen mit alopezischen Hautveränderungen mit Schuppen und/oder Krusten, vor allem im Kopfbereich, sollte eine Dermatophyten-Infektion ausgeschlossen werden. Eine ausreichende Aufklärung der Besitzer über das Zoonoserisiko, besonders wenn Kinder im Haushalt vertreten sind, ist unerlässlich.

Summary

Objective: Dermatophytosis can be found in rabbits and there are reports of transmission of dermatophytes to humans, but information about dermatophytosis in pet rabbits are rare. The aim of this study was to evaluate the environmental factors, clinical signs, therapy and zoonotic risk of pet rabbits with dermatophytosis.

Material and methods: In the present study questionnaires with questions for the veterinarian and questions for the owners were sent to veterinarians of rabbits with positive fungal cultures. Eleven of the questionnaires were answered by both veterinarians and owners, 8 questionnaires were exclusively answered by the veterinarians. The questionnaires included questions about the environment of the animals (origin, keeping, feeding, group size, new arrivals, changes), clinical signs, diagnosis, therapy and zoonosis.

Results: *Trichophyton (T.) mentagrophytes (m.)* was the dermatophyte species isolated most frequently (15/19). Half of the animals were younger than five months and female rabbits were affected twice as much. In 4 of 11 cases new rabbits arrived in the household in the weeks prior to the onset of the dermatophytosis and in seven cases the affected animals lived in the household for less than three months. The typical group size was two animals and in half of the cases the companion rabbit was affected as well. The rabbits most often showed alopecia with scaling and/or crusts, especially on the head. In half of the rabbits with lesions on the head the ears were affected. In 3 of 11 cases (27.3 %) children in the family showed clinical signs of dermatophytosis and the lesions were located on the hands, the face and the shoulder.

Conclusion: Pet rabbits with dermatophytosis must be considered a serious zoonotic risk for their owners, especially for children. In this study, risk factors for dermatophytosis seem to be a recent acquisition of a new rabbit and the age of the animals.

Clinical relevance: In rabbits with alopecia with scaling and/or crusts on the head, a dermatophyte infection should be ruled out. The owner should be informed adequately about the zoonotic risk of dermatophytosis, especially if children live in the household.

Environmental factors, clinical signs, therapy and zoonotic risk of rabbits with dermatophytosis

Einleitung

Die Dermatophytose ist eine durch Hautpilze (Dermatophyten) verursachte Krankheit, die auch beim Kaninchen beobachtet werden kann (10). Größere Ausbrüche von Dermatophyten-Infektionen sind bei Kaninchen aus Farmen (5, 37, 39) und Laboren (2, 21) beschrieben. Isoliert wurde hier zumeist *T. mentagrophytes* (39, 45), aber auch *Microsporum (M.) canis* (7, 33, 43) und in selteneren Fällen *M. gypseum* (23, 34, 44). Bei den wenigen Berichten zu Dermatophyten bei Haustier-Kaninchen, handelt es sich häufig um Fallberichte von Einzeltieren (22, 32, 34, 44, 45). Eine Vielzahl von Faktoren werden als begünstigend für die Entwicklung einer Dermatophytose bei Kaninchen diskutiert (8, 15), Studien zur Dermatophytose bei Haustier-Kaninchen gibt es aber nicht. Berichte über die Übertragung von Dermatophyten von Kaninchen auf den Menschen (2, 30, 37, 42) lassen darauf schließen, dass von Kaninchen mit Dermatophytose ein Zoonoserisiko ausgeht, die Höhe des Risikos wurde bisher allerdings noch nicht ermittelt. Ziel dieser Studie war die Auswertung von Angaben zu Umgebung, klinischem Bild und Therapie von als Haustier gehaltenen Kaninchen mit Dermatophytose und die Beurteilung des von ihnen ausgehenden Zoonoserisikos.

In den letzten Jahren hat der Einsatz von molekulargenetischen Untersuchungsmethoden zu einer Neuordnung der Dermatophyten-Taxonomie geführt. Dabei wurde auch der *T.-mentagrophytes*-Komplex neu gegliedert und es wird vermutet, dass *Arthroderma-benhamiae*-Stämme eng mit Dermatophyten bei Meerschweinchen und Kaninchen assoziiert sind (18). Da diese Untersuchungsmethoden jedoch noch nicht in der Routinediagnostik eingesetzt werden, wurde in dieser Studie noch die Nomenklatur basierend auf morphologischen Unterscheidungsmerkmalen verwendet.

Material und Methoden

Die drei beteiligten Untersuchungslabore (IDEXX, Ludwigsburg; Laboklin, Bad Kissingen; Synlab.vet, Augsburg; Deutschland) verschickten bei Kaninchen mit positivem mykologischem Ergebnis (Abb. 1) einen Fragebogen an den behandelnden Tierarzt. Bei IDEXX wurden die Proben auf einem Sabouraud-Agar (BD Diagnostic Systems, Heidelberg, D) und einem Selektivmedium (DTM-(dermatophyte selective agar-)Agar) mit Cycloheximid und Chloramphenicol (heipha GmbH, Eppelheim, D) bei Raumtemperatur für mindestens vier Wochen

bebrütet und zweimal wöchentlich ausgewertet. Zur Differenzierung der Dermatophytenspezies wurde ein Lactophenolblau-Präparat verwendet. Wenn verdächtiges Material gefunden wurde, wurde die mikroskopische Beurteilung eine Woche später nochmals wiederholt. Bei Laboklin wurde zur ersten Beurteilung ein Paraffinöl-Präparat verwendet. Die Bebrütung erfolgte auf einem Sabouraud-Agar mit Cycloheximid und Gentamicin (BD Diagnostic Systems, Heidelberg, D) und einem Sabouraud-Agar mit Cycloheximid und Chloramphenicol (BD Diagnostic Systems, Heidelberg, D) bei 28 °C für drei Wochen bei zweimal wöchentlicher Beurteilung. Bei starkem Schimmelpilzwachstum wurde zusätzlich eine Subkultur auf Sabouraud-Agar mit Cycloheximid und Chloramphenicol (BD Diagnostic Systems, Heidelberg, D) angelegt. Die Differenzierung erfolgte mit Hilfe eines Lactophenolblau-Präparates. Bei Synlab wurden die Proben auf einem Mycosel (BD Diagnostic Systems, Heidelberg, D) und einem Sabouraud-Agar mit Gentamicin und Chloramphenicol (BD Diagnostic Systems, Heidelberg, D) bei 28 °C (+/- 2 °C) für mindestens drei Wochen bebrütet. Die Beurteilung erfolgte alle drei bis vier Tage. Zur Differenzierung wurden die Proben mit Hilfe von Licht- und Fluoreszenzmikroskop untersucht. Bei fehlendem oder langsamem Konidienwachstum wurde ein Reisagar (heipha GmbH, Eppelheim, D) beimpft. Bei sehr langsamem Kolonienwachstum wurde zusätzlich ein Sabouraud-Schrägagar mit Chloramphenicol und Actidion (BD Diagnostic Systems, Heidelberg, D) bei 35 °C (+/- 2 °C) bebrütet. Ein Teil des Fragebogens wurde vom behandelnden Tierarzt ausgefüllt, der zweite Teil wurde an den Tierbesitzer weitergeleitet.

Insgesamt wurden 19 Fragebögen in die Bewertung mit einbezogen, wobei in acht Fällen nur der Fragebogen vorlag, der vom Tierarzt ausgefüllt worden war. Der Besitzer wurde über Lage des Wohnortes, Herkunft, Haltung, Fütterung und Veränderungen im Umfeld des betroffenen Tieres sowie Neuzugänge in der Zeit vor dem Auftreten der Dermatophytose befragt. Er gab außerdem Auskunft über zusätzliche Tiere im Haushalt und deren Symptome. Fragen zu Art und Lokalisation der klinischen Symptome, das Auftreten von Juckreiz und zusätzlichen Krankheiten beim betroffenen Tier wurden von Besitzer und Tierarzt beantwortet. Der Tierarzt dokumentierte das eingesandte Probenmaterial, die Durchführung weiterer diagnostischer Tests zum Ausschluss von

Differentialdiagnosen, den Nachweis weiterer Hautpathogene, die Therapie und den Therapieerfolg. Außerdem machte der Besitzer Angaben zu bei ihm oder bei Familienmitgliedern aufgetretenen Hautveränderungen parallel zur Erkrankung des Kaninchens.

Ergebnisse

Es wurden elf Fragebögen ausgewertet, die jeweils von Tierbesitzer und Tierarzt bearbeitet worden waren, und weitere acht Fragebögen, die nur vom behandelnden Tierarzt ausgefüllt worden waren. Zum Teil wurden nicht alle Fragen des Fragebogens beantwortet; bei einigen Fragen waren Mehrfachnennungen möglich.

Das Alter der Kaninchen reichte von zwei Monaten bis acht Jahren, mit einem Median von fünf Monaten. Sechzehn der 19 Tiere (84,2 %) waren jünger als ein Jahr, die Hälfte der Tiere war jünger als fünf Monate. Insgesamt waren sechs männliche und zwölf weibliche Tiere vertreten, bei einem Kaninchen wurde keine Angabe zum Geschlecht gemacht. In 15 Fällen (79,0 %) wurde als Dermatophytenspezies *T. mentagrophytes* isoliert, jeweils in einem Fall wurde *M. canis*, *M. gypseum*, *T. terrestre* und *M. audouinii* nachgewiesen.

Neun der elf Patientenbesitzer (81,8 %) lebten am Stadtrand, jeweils ein Besitzer lebte in der Stadtmitte und einer auf dem Land. Fast alle Tiere (90,9 %) wurden im Käfig auf Kleintierstreu (81,8 %) und/oder Stroh (72,7 %) gehalten, jeweils ein Drittel der Tiere erhielt Freilauf in der Wohnung oder im Garten. Alle Tiere wurden mit Heu gefüttert, meist zusätzlich auch mit Gemüse (90,9 %), Obst (72,7 %) und gemischtem Kraftfutter (63,6 %). Ungefähr die Hälfte der Kaninchen (45,5 %) stammte aus Zoohandlungen, drei Tiere (27,3 %) von Privatpersonen und jeweils ein Tier vom Züchter, aus dem Tierheim oder aus eigener Nachzucht. In vier Fällen (36,4 %) kam in den Wochen vor dem Auftreten der klinischen Symptome ein neues Kaninchen in den Haushalt und in allen vier Fällen war der Neuzugang das betroffene Tier. In sieben Fällen (63,6 %) waren die Tiere weniger als drei Monate im Haushalt. Neun der elf Kaninchen lebten zusammen mit Partner-Kaninchen, die in vier Fällen (44,4 %) ebenfalls Symptome zeigten. Die meisten Tiere wurden zu Zweit gehalten (72,7 %). Nur in einem Fall (1/9) wurde auch das Partnertier beprobt. Es zeigte keine klinischen Symptome, war aber ebenfalls Dermatophyten-positiv. Weitere Veränderungen in der Umgebung der Tiere in den Wochen vor der Erkrankung waren in vier Fällen (36,4 %)

aufgetreten (Umzug, neuer Käfig, Geburt, zur Pflege).

Alle betroffenen Kaninchen zeigten Hautveränderungen. Die aufgetretenen Symptome und ihre anatomische Lokalisation sind in Tabelle 1 und 2 zusammengefasst. Laut Tierärzten war in sieben der 19 Fälle (36,8 %) milder bis sehr starker Juckreiz zu beobachten. Die Besitzer berichteten in fünf der elf Fälle (45,5 %) von Juckreiz.

Von den Tierärzten wurden hauptsächlich Haare (94,7 %) und Krusten (52,6 %) als Untersuchungsmaterial eingesandt. Weitere Materialien waren Hautgeschabsel (21,1 %) und Zahnbürstenproben (10,5 %). In zwei Fällen (10,5 %) wurden vom Tierarzt zusätzlich Bakterien auf der Haut nachgewiesen. Zusätzliche Krankheiten traten bei vier der 19 Kaninchen auf (21,1 %): Zwei Tiere litten an Kokzidiose (eines davon hatte zusätzlich eine Milbenotitis), bei einem Tier bestand der Verdacht auf Kaninchensyphilis und ein weiteres Tier litt an Pododermatitis.

Bei zwei der 19 Kaninchen (10,5 %) wurden keine antimykotischen Medikamente verabreicht, in einem dieser Fälle heilten die Läsionen mit Therapie der Kaninchensyphilis durch Amoxicillin (Duphamox LA[®], Pfizer GmbH, D) ab. Bei elf Kaninchen (57,9 %) wurde nur ein Medikament eingesetzt, sechs Tiere (31,6 %) erhielten eine Kombinationstherapie aus zwei oder mehr Medikamenten. Als systemisch wirksame Antimykotika wurden Itraconazol (Itrafungol[®], Janssen Animal Health-Cilag GmbH, D; n = 5) und Griseofulvin (Likuden[®], Aventis GmbH, D; n = 2) verabreicht. Topisch wurde Enilconazol als Waschemulsion (Imaverol[®], Janssen Animal Health-Cilag GmbH, D; n = 8), Clotrimazol als Creme (Canesten[®], Bayer AG, D; n = 3) und Miconazol als Suspension in Kombination mit Polymyxin B und Prednisolon (Surolan[®], Janssen Animal Health-Cilag GmbH, D; n = 3) eingesetzt. Weitere verwendete Medikamente waren eine schwefelhaltige Waschlösung (LimePlus Dip[®], Albrecht GmbH, D; n = 1) und Lufenuron (Program[®], Novartis Tiergesundheit GmbH, D; n = 5). Als zusätzliche Medikamente wurden in einem Fall Amoxicillin (Duphamox LA[®], Pfizer GmbH, D), in zwei Fällen Ivermectin (Ivomec[®], Merial GmbH, D) und in einem Fall Fusidinsäure in Kombination mit Betamethason als Gel (Fuciderm[®], Selectavet Dr. Otto Fischer GmbH, D) eingesetzt. In zwei Fällen wurde eine Umgebungsbehandlung und zwar mit Enilconazol (Imaverol[®], Janssen Animal Health-Cilag GmbH, D) durchgeführt. Angaben zu Dosierung und Dauer der Anwendung waren häufig fehlend oder unvollständig. Itraconazol wurde entweder

als Intervalltherapie mit einer Dauer von drei Intervallen oder über einen Zeitraum von vier Wochen verabreicht. Als Dosierung wurde 5 mg/kg angegeben. Griseofulvin wurde in einer Dosierung von 30 mg/kg und 62,5 mg pro Tier eingesetzt. Enilconazol wurde 1:50 verdünnt und über einen Zeitraum von vier bis sechs Wochen angewandt. Der Abstand zwischen zwei Waschungen betrug drei bis vier Tage oder in Kombination mit Itraconazol sieben Tage. Clotrimazol-Creme wurde in einem Fall zweimal täglich aufgetragen. In einem weiteren Fall zeigte die einmal tägliche Anwendung nach einer Woche keine Besserung, so dass auf Itraconazol umgestellt wurde. Für Miconazol liegt nur eine Angabe vor, bei der die Suspension einmal täglich aufgetragen wurde. Die Bewertung des Therapieerfolgs erfolgte anhand des klinischen Bildes und wurde in 14 Fällen (73,7 %) als positiv beurteilt. Ein Kaninchen zeigte eine teilweise Besserung. In den restlichen vier Fällen (21,1 %) ist der Therapieerfolg nicht bekannt.

In drei von elf Fällen (27,3 %) berichteten die Besitzer von Personen mit Anzeichen einer Dermatophytose in der Familie, die von einem Arzt bestätigt worden war. In allen drei Fällen waren nur Kinder betroffen und die Hautveränderungen traten nach der Erkrankung des Kaninchens auf. Die Veränderungen waren an den Händen (n = 2), an der Schulter (n = 1) und im Gesicht (n = 1) (Abb. 2) lokalisiert und in allen Fällen trat an diesen Stellen auch Juckreiz auf.

Diskussion

T. mentagrophytes war mit 80 % der Fälle (15/19) die vorherrschende Dermatophytenspezies, die bei als Haustier gehaltenen Kaninchen isoliert werden konnte. Die Hälfte der Kaninchen war jünger als fünf Monate und es waren doppelt so viele weibliche wie männliche Tiere betroffen. Die Hautveränderungen der Kaninchen waren in über 80 % der Tiere am Kopf und dort besonders an den Ohren lokalisiert und bestanden meist aus Alopezie, Schuppen und Krusten. Ungefähr die Hälfte der Kaninchen stammte aus Tierhandlungen und in vier Fällen (36,4 %) waren die betroffenen Tiere Neuzugänge. In drei Fällen (27,3 %) zeigten Kinder im Haushalt ebenfalls Symptome einer Dermatophytose.

Die häufigste Dermatophytenspezies, die bei Kaninchen mit Dermatophytose isoliert werden konnte, war in dieser Studie übereinstimmend mit Angaben in der Literatur *T. mentagrophytes* (36, 39, 45). Der Anteil von *M. canis* bei Kaninchen mit positiver Pilzkultur wurde in der Literatur mit 2,0 % (39) bis 30,8 % (7)

angegeben. In der aktuellen Studie wurde *M. canis* in einem Fall (5,3 %) isoliert. *M. gypseum*, eine geophile Dermatophytenspezies, konnte ebenfalls in einem Fall (5,3 %) nachgewiesen werden. Im Gegensatz hierzu wurde *M. gypseum* in einer Studie bei domestizierten Tieren mit Verdacht auf Dermatophytose bei fünf von neun Dermatophyten-positiven Kaninchen (55,6 %) als häufigste Dermatophytenspezies isoliert, wobei keine Angaben zur Haltung der Tiere gemacht wurde (23); ansonsten liegen nur Fallberichte zu *M.-gypseum*-Infektionen bei Kaninchen vor (34, 44). *T. terrestre*, ein weiterer geophiler Dermatophyt, wird als apathogen angesehen (3, 35) und wurde in der vorliegenden Studie bei einem der Kaninchen (5,3 %) isoliert. Da es sowohl antiparasitische als auch antimykotische Therapie erhielt, ist nicht beurteilbar, ob *T. terrestre* hier nur ein Fellkontaminant war oder für die Symptome verantwortlich. *M. audouinii*, ein anthropophiler Dermatophyt, wurde ebenfalls bei einem Kaninchen (5,3 %) isoliert, wobei die Besitzer keine Hautveränderungen zeigten und die Läsionen des Tieres ohne antimykotische Therapie abheilten. Übertragungen von anthropophilen Dermatophyten von Mensch auf Tier sind selten (14). Es liegt ein Bericht zur Isolation von *M. audouinii* bei einem Kaninchen vor, wobei es sich um ein asymptomatisches Tier handelte (1).

In einer Studie aus Deutschland waren Kaninchen mit *T.-m.*-Infektion signifikant jünger als Dermatophyten-negative Tiere und als gesunde Kaninchen einer Kontrollpopulation (24). Auch in der vorliegenden Studie war die Hälfte der Kaninchen jünger als fünf Monate und über 80 % der Tiere jünger als ein Jahr. Außerdem waren doppelt so viele weibliche wie männliche Kaninchen betroffen. Im Gegensatz hierzu wurde in der genannten Studie (24) mit deutlich höheren Tierzahlen keine Geschlechtsabhängigkeit festgestellt.

Ungefähr 80 % der Kaninchenbesitzer in der aktuellen Studie lebten am Stadtrand. Angaben zum Vorkommen von Kaninchen mit Dermatophytose im Vergleich von Stadt und Land sind in der Literatur nicht zu finden. Um einen Zusammenhang zwischen Wohnort und Dermatophytose-Risiko herzustellen, müsste eine größere Tierzahl beprobt und mit einer Gesundtierpopulation verglichen werden. Die Hälfte der erkrankten Kaninchen stammte aus Zoohandlungen. Literaturangaben zur Häufigkeit von Dermatophytose bei Kaninchen aus Zoogeschäften sind rar. In einer Studie wurde bei einem

Kaninchen und zwei asymptomatischen Partnertieren in einer Zoohandlung (3/21) *T. m. var. mentagrophytes* isoliert (41). Weitere Untersuchungen sind notwendig, um zu beurteilen, ob die Herkunft aus einer Zoohandlung einen Risikofaktor darstellt oder die Häufigkeit in der aktuellen Studie nur darauf zurück zu führen ist, dass Zoohandlungen die Hauptbezugsquelle für Haustier-Kaninchen darstellen. In vier Fällen (36,4 %) waren die betroffenen Kaninchen Neuzugänge und in sieben Fällen (63,6 %) waren die betroffenen Tiere weniger als drei Monate im Besitz, so dass die Möglichkeit besteht, dass sie zu einer Einschleppung der Dermatophyten in die Gruppe geführt haben. Die Berichte von Dermatophytose-Ausbrüchen auf Kaninchenfarmen haben zu der Vermutung geführt, dass eine große Gruppengröße, durch einfachere Verbreitung innerhalb der Gruppe, Dermatophyten-Infektionen begünstigt (37). In der aktuellen Studie wurden über 70 % der Tiere mit Dermatophytose in Zweiergruppen gehalten. In fast der Hälfte der Fälle waren in der vorliegenden Studie auch Partnerkaninchen von der Dermatophytose betroffen. Dass durch Kaninchen mit Dermatophytose häufig weitere Kaninchen angesteckt werden, deckt sich mit Angaben in der Literatur, bei denen innerhalb eines Labors oder einer Farm 12,7 bis 100,0 % der Tiere infiziert waren (2, 17, 37, 40). Andere Tiere im Haushalt, wie Hunde und Katzen, zeigten in dieser Studie keine Anzeichen einer Dermatophytose und wurden auch nicht beprobt. Sie sind aber ebenfalls für die bei Kaninchen vorkommenden Dermatophyten empfänglich (7, 11). Leider wurde in dieser Studie nur in einem Fall auch bei dem Partnertier eine Pilzprobe entnommen. Das Kaninchen zeigte keine Symptome, war aber ebenfalls Dermatophyten-positiv. Ob es sich dabei um eine subklinische Infektion oder um eine Fellkontamination durch das Partnertier handelt, lässt sich nicht sagen. Berichte von asymptomatischen Kaninchen als Träger von Dermatophyten finden sich auch in der Literatur, wobei es sich dabei zumeist um Labortiere (4, 25) oder Zuchttiere (47) handelte oder keine Angaben zur Herkunft der Tiere gemacht wurden (1, 12). In einer Studie wurden auch privat gehaltene Gesundtiere beprobt und *T. m. var. mentagrophytes* bei zwei von 67 Kaninchen isoliert (41). In einer größeren Studie aus Deutschland bei der 140 gesunde Kaninchen von Privatpersonen und öffentlichen Einrichtungen wie Tierparks und Tierheimen untersucht wurden, konnten allerdings keine Dermatophyten nachgewiesen werden (24). Inwieweit Stress durch Veränderungen im Umfeld des Tieres oder das Auftreten von

zusätzlichen Krankheiten die Entstehung einer Dermatophytose bei Kaninchen begünstigt, ist schwer zu beurteilen, da Studien zu diesem Thema fehlen. Es ist allerdings auffällig, dass in der aktuellen Studie in insgesamt sechs von elf Fällen im Vorfeld der Krankheit Veränderungen im Umfeld wie Neuzugänge, Ortswechsel oder Käfigwechsel stattfanden; zusätzliche Krankheiten waren bei vier von 19 Kaninchen beobachtet worden.

Als klinische Symptome zeigten die Kaninchen in der vorliegenden Studie meist Alopezie mit Schuppen und/oder Krusten, wobei ein Erythem nur in ca. 20,0 % der Fälle beobachtet werden konnte. Konkrete Zahlen zu klinischen Symptomen bei Kaninchen mit Dermatophytose sind in der Literatur nicht zu finden, die Beschreibungen decken sich aber mit den genannten Beobachtungen (13, 16, 33, 42). Die häufigste Lokalisation der Läsionen war der Kopf und dort besonders die Ohren. Der Rücken und die Gliedmaße waren deutlich seltener vertreten. Auch diese Ergebnisse stimmen mit den Beschreibungen in der Literatur überein (2, 5, 33, 34). Im Gegensatz zur vorliegenden Studie gibt es auch Berichte von schweren Fällen, bei denen der ganze Körper der Kaninchen betroffen war (20, 37). Laut der vorliegenden Studie kann bei bis zur Hälfte der Kaninchen mit Dermatophytose variabler Juckreiz auftreten (36,8 % laut Tierärzterfragebögen, 45,5 % laut Besitzerfragebögen). Studien zum Juckreiz bei Kaninchen mit Dermatophytose gibt es bisher nicht und häufig wurde in der Literatur dazu keine Angabe gemacht. Es gibt allerdings mehr Fallberichte, in denen die betroffenen Tiere keinen Juckreiz zeigten (5, 43).

Die oben genannten antimykotischen Wirkstoffe sind im Zusammenhang mit der Therapie von Dermatophyten-Infektionen beim Kaninchen in der Literatur beschrieben (6, 10). Da es kaum Studien zur Wirksamkeit von Antimykotika bei Kaninchen gibt, werden die Dosierungen häufig von Hund und Katze adaptiert (10). Griseofulvin wurde in einer Studie mit einer Dosierung von 30 mg/kg zweimal täglich für 35 Tage und einer weiteren Studie in einer Dosierung von 25 mg/kg einmal täglich erfolgreich bei Labor- und Farmkaninchen eingesetzt (17, 19). In einer Studie auf Kaninchenfarmen mit insgesamt 1266 Tieren wurde Enilconazol-Spray zur Umgebungsbehandlung als alleinige Therapie untersucht: Der Anteil der Tiere mit Dermatophyten-Läsionen konnte von 27,6 % auf unter 1,0 % reduziert werden, vier Monate nach Beendigung der Therapie war der Anteil jedoch wieder auf 3,7 % angestiegen (40). Auf anderen Kaninchenfarmen

konnte die Dermatophytose durch eine alleinige Umgebungsbehandlung mit Enilconazol ebenfalls stark reduziert werden (29). In fünf Fällen wurde in der vorliegenden Studie Lufenuron, ein Chitin-Inhibitor, zur Therapie eingesetzt, der in der Literatur auch als mögliches Therapeutikum gegen Dermatophyten-Infektionen beim Kaninchen genannt wird (6, 46). In neuen Studien bei Hund und Katze konnte allerdings kein Erfolg bei der Behandlung von Dermatophyten nachgewiesen werden (9, 48). In der vorliegenden Studie war die Therapie in allen fünf Fällen erfolgreich, wobei Lufenuron in drei Fällen mit Antimykotika und in einem Fall mit einem topischen Antibiotikum kombiniert wurde. Den Erfolg der in der aktuellen Studie eingesetzten Medikamente zu beurteilen, ist schwierig, da keine wiederholten Pilzkulturen als Erfolgskontrolle durchgeführt wurden, unterschiedliche Wirkstoffe in unterschiedlichen Kombinationen eingesetzt wurden und zum Teil die Angabe zum Therapieerfolg fehlte. Außerdem kann die Dermatophytose auch bei Kaninchen selbstlimitierend verlaufen (8, 22). Im Hinblick auf das klinische Bild wurde die Therapie in 14 Fällen (73,7 %) als positiv beurteilt. Es ist bekannt, dass auch über die klinische Heilung hinaus noch Dermatophyten nachweisbar sind (31), so dass die Feststellung der Heilung des Tieres im Sinne einer Dermatophyten-Freiheit nur mit Hilfe wiederholter Pilzkulturen sinnvoll und möglich ist. Daher ist zur Verminderung des Zoonoserisikos, der Ansteckungsgefahr für andere Tiere und der Rezidivrate auch bei Kaninchen ein Therapieschema in Anlehnung an die Empfehlungen bei Hund und Katze erforderlich: Partnertiere sollten ebenfalls beprobt und behandelt werden und eine geeignete Umgebungsbehandlung sollte durchgeführt werden. Um subklinische Dermatophyten zu vermeiden, sollte der Therapieerfolg im Abstand von vier Wochen durch Pilzkulturen überprüft werden (26, 38).

In drei von elf Fällen (27,3 %) waren Familienmitglieder ebenfalls von einer Dermatophytose betroffen, wobei es sich dabei immer um Kinder handelte. In Fallberichten von der Ansteckung des Menschen durch Haustier-Kaninchen sind in einem der drei Fälle nur Erwachsene und in zwei der drei Fälle Kinder und Erwachsene betroffen (22, 28, 30). Vilanova und Casanovas (1951) berichteten von insgesamt 14 Fällen mit Kaninchen als Quelle von *T.-m.*-Infektionen beim Menschen, von denen in acht Fällen Kinder betroffen waren. Die übrigen betroffenen Personen waren Züchter (42). Dass in der vorliegenden Studie ausschließlich Kinder betroffen waren, kann außer an der geringen Fallzahl auch

daran liegen, dass Kaninchen häufiger in Familien mit Kindern gehalten werden. Ob für weitere Personengruppen (alte oder immunsupprimierte Menschen) ebenfalls ein erhöhtes Risiko besteht, muss durch weitere Studien überprüft werden. In den genannten Fallberichten sind am häufigsten Gesicht und Kopfhaut, Hals, Hände und Unterarme als Lokalisation der Hautveränderungen genannt. In den aktuellen drei Fällen waren Hände, Gesicht und Schulter betroffen und in allen Fällen war auch Juckreiz aufgetreten. In den oben genannten Fallberichten wurde in zwei Fällen von Juckreiz berichtet (22, 28). Laut Meier (1975) tritt bei Infektionen durch von Nagern übertragenen Dermatophyten beim Menschen kein oder nur leichter Juckreiz auf (27).

Die aktuelle Studie zeigt, dass als Haustier gehaltene Kaninchen mit Dermatophytose für ihre Besitzer, besonders für Kinder, ein nicht zu unterschätzendes Zoonoserisiko darstellen. Junge Kaninchen, die neu in einen Haushalt kommen, scheinen ein erhöhtes Risiko für Dermatophyten-Infektionen zu haben und bei Kaninchen mit alopezischen Hautveränderungen mit Schuppen und/oder Krusten am Kopf sollte eine Dermatophyten-Infektion ausgeschlossen werden. Zusätzliche Studien sind notwendig, um weitere Risikofaktoren und die Wirksamkeit von Behandlungsregimen zu beurteilen.

Fazit für die Praxis

Bei Kaninchen mit Alopezie, Schuppen und/oder Krusten am Kopf sollte eine Dermatophytose ausgeschlossen werden. Schon beim Verdacht auf eine Dermatophyten-Infektion sollten die Besitzer über das Zoonoserisiko aufgeklärt werden. Dies gilt besonders, wenn sich Kinder in der Familie befinden und es sich um junge Kaninchen handelt.

Danksagung

Dank geht an die drei beteiligten Labore (IDEXX, Laboklin, Synlab) für ihre Unterstützung und das Versenden der Fragebögen.

Literaturverzeichnis

1. Ali-Shtayeh MS, Arda HM, Hassouna M, Shaheen SF. Keratinophilic fungi on the hair of cows, donkeys, rabbits, cats, and dogs from the West Bank of Jordan. *Mycopathologia*. 1988; 104: 109-21.
2. Alteras I, Cojocar I. Human infection by *Trichophyton mentagrophytes* from rabbits. *Mykosen*. 1969; 12: 543-4.

3. Aly R. Ecology and epidemiology of dermatophyte infections. *J Am Acad Dermatol.* 1994; 31: S21-5.
4. Balsari A, Bianchi C, Cocilovo A, Dragoni I, Poli G, Ponti W. Dermatophytes in clinically healthy laboratory animals. *Lab Anim.* 1981; 15: 75-7.
5. Banks KL, Clarkson TB. Naturally occurring dermatomycosis in the rabbit. *J Am Vet Med Assoc.* 1967; 151: 926-9.
6. Beck W. Praxisrelevante Ektoparasiten und Dermatophytosen bei kleinen Heimsäugern, Vögeln und Reptilien. *Prakt Tierarzt.* 2003; 84: 752-62.
7. Cabanes FJ, Abarca ML, Bragulat MR. Dermatophytes isolated from domestic animals in Barcelona, Spain. *Mycopathologia.* 1997; 137: 107-13.
8. Canny CJ, Gamble CS. Fungal diseases of rabbits. *Vet Clin North Am Exot Anim Pract.* 2003; 6: 429-33.
9. DeBoer DJ, Moriello KA, Blum JL, Volk LM. Effects of lufenuron treatment in cats on the establishment and course of *Microsporum canis* infection following exposure to infected cats. *J Am Vet Med Assoc.* 2003; 222: 1216-20.
10. Donnelly TM, Rusha EM, Lackner PA. Ringworm in small exotic pets. *Semin Avian Exot Pet.* 2000; 9: 82-93.
11. Drouot S, Mignon B, Fratti M, Roosje P, Monod M. Pets as the main source of two zoonotic species of the *Trichophyton mentagrophytes* complex in Switzerland, *Arthroderma vanbreuseghemii* and *Arthroderma benhamiae*. *Vet Dermatol.* 2009; 20: 13-8.
12. Efuntoye MO, Fashanu SO. Fungi isolated from skins and pens of healthy animals in Nigeria. *Mycopathologia.* 2002; 153: 21-3.
13. El-Fiki AY. Pilzerkrankungen bei Haustieren und ihre Bedeutung als Infektionsquelle für den Menschen. *Zentralbl für Vet Med.* 1959; 6: 505-37.
14. English MP. The epidemiology of animal ringworm in man. *Br J Dermatol.* 1972; 86: 78-87.
15. Fehr M. Hautkrankheiten bei Heimtieren. *Prakt Tierarzt.* 1990; 10: 19-23.
16. Franklin CL, Gibson SV, Caffrey CJ, Wagner JE, Steffen EK. Treatment of *Trichophyton mentagrophytes* infection in rabbits. *J Am Vet Med Assoc.* 1991; 198: 1625-30.
17. Götz H, Meinicke K. Behandlungsergebnisse mit Griseofulvin bei einer

spontanen *Trichophyton-mentagrophytes*-Infektion der Kaninchen. Der Hautarzt. 1961; 12: 105-8.

18. Gräser Y, Scott J, Summerbell R. The new species concept in dermatophytes - a polyphasic approach. Mycopathologia. 2008; 166: 239-56.

19. Hagen KW. Ringworm in Domestic Rabbits: Oral Treatment with Griseofulvin. Lab Anim Care. 1969; 19: 635-8.

20. Hagen KW, Gorham JR. Dermatomycoses in fur animals: chinchilla, ferret, mink and rabbit. Vet Med Sm Anim Clin. 1972; 67: 43-8.

21. Jänisch W, Koch HA. Einige Beobachtungen über Dermatomykosen bei Versuchstieren. Z Versuchstierkd. 1965; 6: 12-8.

22. Kawasaki M, Aso M, Inoue T, Ohsawa T, Ishioka S, Mochizuki T, Ishizaki H. Two cases of tinea corporis by infection from a rabbit with *Arthroderma benhamiae*. Jpn J Med Mycol. 2000; 41: 263-7.

23. Khosravi AR, Mahmoudi M. Dermatophytes isolated from domestic animals in Iran. Mycoses. 2003; 46: 222-5.

24. Kraemer A, Mueller RS, Werckenthin C, Straubinger RK, Hein J. Dermatophytes in pet Guinea pigs and rabbits. Vet Microbiol. 2011; doi:10.1016/j.vetmic.2011.12.005.

25. Lopez-Martinez R, Mier T, Quirarte M. Dermatophytes isolated from laboratory animals. Mycopathologia. 1984; 88: 111-3.

26. Lübke-Becker A, Kietzmann M, Lam A, Müller RS, Schnieder T, Straubinger RK. Bekämpfung von Dermatophyten bei Hunden und Katzen. Osnabrück 2009; verfügbar auf: www.esccap.de.

27. Meier K-H. Parasitäre Dermatopathien der Heimtiere und ihre Bedeutung für den Menschen. Kleintierprax. 1975; 20: 37-47, 73-83.

28. Nakamura Y, Kano R, Nakamura E, Saito K, Watanabe S, Hasegawa A. Case report. First report on human ringworm caused by *Arthroderma benhamiae* in Japan transmitted from a rabbit. Mycoses. 2002; 45: 129-31.

29. Rochette F, van Meirhaeghe P. Enilconazole as a treatment of naturally occurring dermatophytosis in rabbit farms: a review. World Rabbit Science. 1997; 5: 7-11.

30. Romano C, Gianni C, Papini M. Tinea capitis in infants less than 1 year of age. Pediatr Dermatol. 2001; 18: 465-8.

31. Rosenthal SA, Goldfarb N, Baer RL. Therapeutic and preventive effects of griseofulvin in guinea pigs. *J Invest Dermatol.* 1959; 33: 419-26.
32. Saito K, Kano R, Nakamura Y, Watanabe S, Hasegawa A. *Arthroderma benhamiae* infection in a rabbit. *J Vet Med Sci.* 2001; 63: 929-31.
33. Simaljakova M, Buchvald J, Olexova B. *Microsporium canis* infection in rabbits and its transmission to humans. *Mycoses.* 1989; 32: 93-6.
34. Sinha BK, Prasad CB, Sinha MN, Prasad LN. Dermatophytosis due to *Microsporium gypseum* in a pet rabbit - a case report. *Mykosen.* 1982; 25: 332-4.
35. Smith JM, Rush-Munro FM, McCarthy M. Animals as a reservoir of human ringworm in New Zealand. *Australas J Dermatol.* 1969; 10: 169-82.
36. Stenwig H. Isolation of dermatophytes from domestic animals in Norway. *Nord Vet Med.* 1985; 37: 161-9.
37. Szili M, Kohalmi I. Endemic *Trichophyton mentagrophytes* infection of rabbit origin. *Mykosen.* 1981; 24: 412-20.
38. Tietz H-J, Haemmerling, R. Die Bedeutung zoophiler Dermatophyten für den Menschen und anthropophiler Zoonosen für das Tier. *Prakt Tierarzt.* 2007; 88: 78-86.
39. Torres-Rodriguez JM, Dronda MA, Rossell J, Madrenys N. Incidence of dermatophytoses in rabbit farms in Catalonia, Spain, and its repercussion on human health. *Eur J Epidemiol.* 1992; 8: 326-9.
40. Van Cutsem J, Van Gerven F, Geerts H, Rochette F. Treatment with enilconazole spray of dermatophytosis in rabbit farms. *Mykosen.* 1985; 28: 400-7.
41. Vangeel I, Pasmans F, Vanrobaeys M, De Herdt P, Haesebrouck F. Prevalence of dermatophytes in asymptomatic guinea pigs and rabbits. *Vet Rec.* 2000; 146: 440-1.
42. Vilanova X, Casanovas M. Clinical and mycologic observations of an epidemic of trichophytosis transmitted from rabbit to man. *Presse Med.* 1951; 59: 1760-2.
43. Vogtsberger LM, Harroff HH, Pierce GE, Wilkinson GE. Spontaneous dermatophytosis due to *Microsporium canis* in rabbits. *Lab Anim Sci.* 1986; 36: 294-7.
44. Weisbroth SSS. *Microsporium gypseum* dermatophytosis in a rabbit. *J Am Vet Med Assoc.* 1971; 159: 629-34.

45. Weiss R, Weber A. Kultureller Nachweis von Dermatomykoseerregern bei Heimtieren mit Hautveränderungen. *Prakt Tierarzt*. 1983; 64: 827-30.
46. White SD, Bourdeau PJ, Meredith A. Dermatologic problems of rabbits. *Semin Avian Exot Pet*. 2002; 11: 141-50.
47. Zaror L, Casas S. *Microsporum canis* in healthy angora rabbits (Valdivia, Chile). *Zentralbl Veterinarmed B*. 1988; 35: 204-6.
48. Zur G, Elad D. In vitro and in vivo effects of lufenuron on dermatophytes isolated from cases of canine and feline dermatophytoses. *J Vet Med B Infect Dis Vet Public Health*. 2006; 53: 122-5.

Abbildung 1

Positive Pilzkultur mit *Trichophyton mentagrophytes* (links Sabouraud-Agar, rechts DTM-(dermatophyte selective agar)-Agar).

Figure 1

Trichophyton mentagrophytes positive fungal culture (left side Sabouraud agar, right side dermatophyte selective agar).

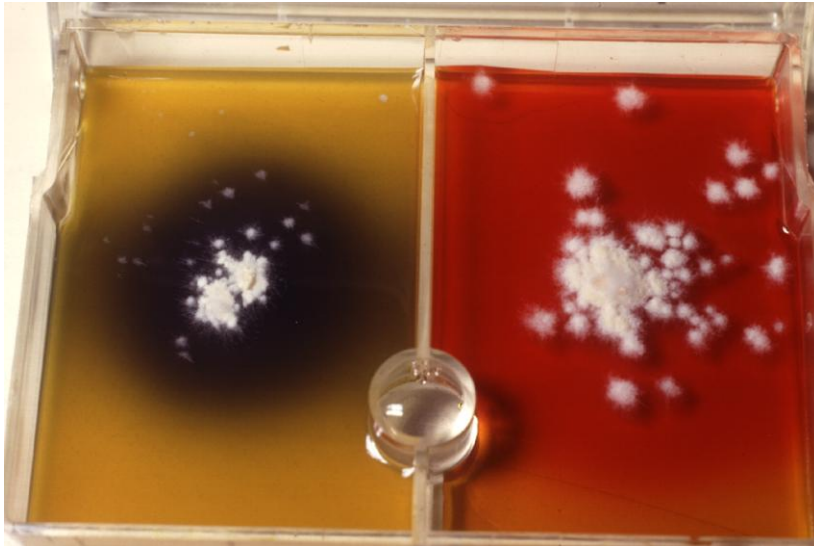


Abbildung 2

Kind mit Hautläsionen im Gesicht und am Hals in Folge einer Dermatophytose.

Figure 2

Child with clinical signs of dermatophytosis located on the face and the neck.



Tabelle 1

Klinische Symptome von 19 Kaninchen mit Dermatophytose

Table 1

Clinical signs of 19 rabbits with dermatophytosis

Symptome	n	%
Alopezie	17	89,5
Schuppen	12	63,2
Krusten	10	52,6
Erythem	4	21,1
Sonstiges	1	5,3

Tabelle 2

Lokalisation der Hautveränderungen von 19 Kaninchen mit Dermatophytose

Table 2

Lesion distribution of 19 rabbits with dermatophytosis

Lokalisation	n	%
Kopf	16	84,2
periokulär	5	26,3
Nasenrücken	2	10,5
perilabial	4	21,1
Ohren	10	52,6
Rücken	3	15,8
Vordergliedmaße	3	15,8
Hintergliedmaße	3	15,8
Sonstiges	3	15,8
Flanke	1	5,3
Bauch	1	5,3
generalisiert	0	0,0

V. WEITERE UNTERSUCHUNGEN

1. Material und Methoden

Im Falle eines Meerschweinchens mit positivem Dermatophyten-Befund wurden vom März 2010 bis Februar 2011 von den drei teilnehmenden Laboren (IDEXX, Laboklin und Synlab) Fragebögen an den behandelnden Tierarzt verschickt. Zur Dermatophyten-Diagnostik wurden die Proben bei IDEXX auf einem Sabouraud-Agar (BD Diagnostic Systems, Heidelberg, D) und einem Selektivmedium (DTM-Agar) mit Cycloheximid und Chloramphenicol (heipha GmbH, Eppelheim, D) bei Raumtemperatur für mindestens vier Wochen bebrütet und zweimal wöchentlich ausgewertet. Zur Differenzierung der Dermatophytenspezies wurde ein Lactophenolblau-Präparat verwendet. Beim Vorliegen von verdächtigem Material wurde die mikroskopische Beurteilung eine Woche später nochmals wiederholt. Laboklin verwendete zur ersten Beurteilung ein Paraffinöl-Präparat. Die Bebrütung erfolgte auf einem Sabouraud-Agar mit Cycloheximid und Gentamicin (BD Diagnostic Systems, Heidelberg, D) und einem Sabouraud-Agar mit Cycloheximid und Chloramphenicol (BD Diagnostic Systems, Heidelberg, D) bei 28 °C für drei Wochen und mit Beurteilung zweimal pro Woche. Bei starkem Schimmelpilzwachstum wurde zusätzlich eine Subkultur auf Sabouraud-Agar mit Cycloheximid und Chloramphenicol (BD Diagnostic Systems, Heidelberg, D) angelegt. Die Differenzierung erfolgte mit Hilfe eines Lactophenolblau-Präparates. Bei Synlab wurden die Proben auf einem Mycosel (BD Diagnostic Systems, Heidelberg, D) und einem Sabouraud-Agar mit Gentamicin und Chloramphenicol (BD Diagnostic Systems, Heidelberg, D) bei 28 °C (+/- 2 °C) für mindestens drei Wochen bebrütet. Die Beurteilung erfolgte alle drei bis vier Tage. Zur Differenzierung wurden die Proben mit Hilfe von Licht- und Fluoreszenzmikroskop untersucht. Bei fehlendem oder langsamem Konidienwachstum wurde ein Reisagar (heipha GmbH, Eppelheim, D) beimpft und bei sehr langsamem Kolonienwachstum wurde zusätzlich ein Sabouraud-Schrägagar mit Chloramphenicol und Actidion (BD Diagnostic Systems, Heidelberg, D) bei 35 °C (+/- 2 °C) bebrütet.

Der Fragebogen bestand aus zwei Teilen, von denen einer vom Tierarzt ausgefüllt und der andere an den Tierbesitzer weitergeleitet wurde. Insgesamt wurden 101

Fragebögen mit in die Auswertung einbezogen, wobei in 27 Fällen nur der Teil verfügbar war, der vom Tierarzt ausgefüllt worden war.

Die Tierbesitzer beantworteten Fragen zu Herkunft, Haltung und Fütterung der Meerschweinchen, weiteren Tieren im Haushalt und Veränderungen in der Umgebung der Tiere oder in der Tiergruppe in den Wochen vor dem Auftreten der Dermatophytose. Tierärzte und Tierbesitzer beschrieben Art und Lokalisation der klinischen Veränderungen und das Auftreten von zusätzlichen Krankheiten. Die Tierärzte dokumentierten außerdem das Probenmaterial, zusätzliche Hautpathogene (Bakterien, Hefen, Ektoparasiten), das verwendete Therapieschema und den Erfolg der Therapie. Die Besitzer wurden zusätzlich zum Auftreten von Symptomen einer Dermatophytose bei Familienmitgliedern befragt. Zur statistischen Auswertung wurde ein Chi-Square-Test und bei kleinen Probengrößen ein Fisher-Exact-Test verwendet. Ein p-Wert kleiner 0,05 wurde als statistisch signifikant betrachtet.

2. Ergebnisse

Es wurden 74 Fragebögen ausgewertet, die vom Tierarzt und vom Tierbesitzer ausgefüllt worden waren. Außerdem wurden 27 Fragebögen mit in die Auswertung einbezogen, die nur vom Tierarzt beantwortet worden waren. Es wurden nicht alle Fragen in jedem Fragebogen beantwortet und bei einigen Fragen waren bei der Antwort Mehrfachnennungen möglich.

In 98 der 101 Fälle (97,0 %) wurde *T. mentagrophytes* isoliert. Außerdem wurde in zwei Fällen *T. terrestre* (2,0 %) und in einem Fall *M. canis* (1,0 %) gefunden. Das Alter der Meerschweinchen reichte von einem Monat bis zu acht Jahren, mit einem Median von sechs Monaten. In 66 der 101 Fälle (65,3 %) waren die Meerschweinchen jünger als ein Jahr und in 40 der 101 Fälle (39,6 %) jünger als fünf Monate. 62,2 % der Meerschweinchen (46/74) stammten aus einer Zoohandlung. Die übrigen Tiere stammten von Privatpersonen (10/74; 13,5 %), von Züchtern (10/74; 13,5 %), aus eigener Nachzucht (4/74; 5,4 %) oder aus Tierheimen (3/74; 4,1 %). Die Tiere wurden überwiegend auf Kleintierstreu (64/74; 86,5 %) und/oder Stroh (28/74; 37,8 %) im Haus (47/74; 63,5 %) im Käfig (54/74; 73,0 %) gehalten. Zwanzig der 74 Meerschweinchen (27,0 %) wurden draußen gehalten, 30 erhielten Freilauf in der Wohnung (40,5 %) und 22 (29,7 %) im Garten. Die Meerschweinchen wurden mit Heu (74/74; 100,0 %) und

Gemüse (70/74; 94,6 %) gefüttert, zusätzlich erhielten sie Obst (59/74; 79,7 %), gemischtes Kraftfutter (52/74; 70,3 %) und/oder Pellets (24/74; 32,4 %). Fast alle Meerschweinchen (71/74; 95,9 %) wurden in Gruppen gehalten und es handelte sich dabei in 48,6 % der Fälle um Zweiergruppen (36/74). In 27 der 71 Fälle (38,0 %) zeigten Partnertiere ebenfalls klinische Symptome einer Dermatophytose. Zwölf Partner-Meerschweinchen wurden ebenfalls auf Dermatophyten untersucht, davon waren zehn positiv, wobei vier dieser Dermatophyten-positiven Partnertiere keine Symptome zeigten. Die Besitzer berichteten in 33 von 74 Fällen (44,6 %) von Veränderungen im Umfeld der Tiere (Umzug, Änderung der Fütterungs- oder Haltungsbedingungen, Aufenthalt zur Pflege), die vor dem Ausbruch der Dermatophytose aufgetreten waren. In 32 von 74 Fällen (43,2 %) gab es in den Wochen vor dem Auftreten der Dermatophytose einen Neuzugang in der Gruppe. In 26 der 74 Fälle (35,1 %) war das betroffene Tier innerhalb der letzten drei Monate in den Haushalt gekommen.

Die Beschreibungen der klinischen Symptome und deren Lokalisation laut Tierärzten sind in Tabelle 8 und 9 zusammengefasst. Fünf der Meerschweinchen waren asymptomatische Träger (5,0 %) und wurden wegen Dermatophytose-Fällen bei Familienmitgliedern beprobt. Laut Tierärzten trat in 51 von 96 Fällen (53,1 %) Juckreiz auf, der von mild bis stark reichte. Die Tierbesitzer berichteten in 43 von 69 Fällen (62,3 %) von Juckreiz.

Tab. 8: Klinische Symptome von 101 Meerschweinchen mit Dermatophytose

Symptome	Anzahl der Tiere
Alopezie	80
Schuppen	70
Krusten	67
Erythem	16
Sonstiges	9

Tab. 9: Lokalisation der Hautveränderungen von 101 Meerschweinchen mit Dermatophytose

Lokalisation	Anzahl der Tiere
Kopf	72
periokulär	32
Nasenrücken	32
Ohren	22
Rücken	22
Gliedmaße	21
Flanken	13
Abdomen	11

Fortsetzung Tab. 9: Lokalisation der Hautveränderungen von 101 Meerschweinchen mit Dermatophytose

Lokalisation	Anzahl der Tiere
generalisiert	6
perilabial	4
Sonstiges	11

Als Probenmaterial wurden zu den Laboren hauptsächlich Haare (84/101; 83,2 %) und Krusten (39/101; 38,6 %) eingeschickt, außerdem Hautgeschabsel (25/101; 24,8 %) und Tupferproben (4/101; 4,0 %). Bei sechs Meerschweinchen wurden Milben gefunden (je einmal *Demodex* und *Cheyletiella* spp., bei den restlichen Milben wurden von den Tierärzten keine Angabe gemacht), bei je vier Meerschweinchen Haarlinge und Bakterien und bei einem Meerschweinchen Hefen. Meerschweinchen mit zusätzlichem Ektoparasitenbefall zeigten signifikant häufiger Juckreiz als Meerschweinchen ohne Ektoparasitenbefall ($p < 0,05$). Als zusätzliche Krankheiten wurden bei zwölf Meerschweinchen Atemwegsinfektionen ($n = 3$), Bisswunden ($n = 2$), Pododermatitis ($n = 2$), Ovarialzysten ($n = 1$), Diarrhoe ($n = 1$), Darmhefen ($n = 1$), Allergien ($n = 1$), Konjunktivitiden ($n = 1$) und Anfälle ($n = 1$) diagnostiziert. Ein Meerschweinchen war trächtig.

Acht der 101 Meerschweinchen (7,9 %) wurden nicht mit Antimykotika therapiert und in sieben dieser Fälle wurde dennoch eine Abheilung beobachtet. Die eingesetzten antimykotischen Wirkstoffe mit Dosierungen, Intervallen und Dauer der Therapie sind in Tabelle 10 zusammengefasst. Zwölf der 93 Meerschweinchen (12,9 %) wurden ausschließlich mit Itraconazol p. o. (Itrafungol[®], Janssen Animal Health, Neuss, D) behandelt. 41 Meerschweinchen (44,1 %) erhielten topisch Azole ohne orales Antimykotikum und zwar Clotrimazol-Creme (Canesten[®], Bayer, Leverkusen, D) in fünf Fällen, Miconazol als Bestandteil einer Suspension (Surolan[®], Janssen Animal Health, Neuss, D; $n = 19$) oder eines Shampoos (Malaseb[®], Selectavet, Weyarn, D; $n = 3$) oder Enilconazol als Waschlösung (Imaverol[®], Janssen Animal Health, Neuss, D; $n = 22$). In zwanzig der 93 Fälle (21,5 %) wurde Itraconazol mit einem topischen Antimykotikum kombiniert. Weitere antimykotische Wirkstoffe, die eingesetzt wurden, waren in fünf Fällen (5,4 %) Griseofulvin (Likuden[®], Aventis, Frankfurt, D) und in jeweils einem Fall (1,1 %) Terbinafin (Lamisil[®], Novartis, München, D) und Tiaconazol (Mykondral[®] Puder, Riemser Arzneimittel, Greifswald, D).

Außerdem wurde in drei Fällen (3,2 %) ein Dermatophyten-Impfstoff (Insol[®] Dermatophyton, Boehringer Ingelheim, Ingelheim, D) verwendet. Antiparasitische Wirkstoffe waren Lufenuron (Program[®], Novartis, München, D) und Selamectin (Stronghold[®], Pfizer Animal Health, Berlin, D) in je fünf Fällen, Ivermectin in vier Fällen (Ivomec[®], Merial, Hallbergmoos, D), Doramectin (Dectomax[®], Pfizer Animal Health, Berlin, D) in zwei Fällen und Moxidectin/Imidacloprid (Advocate[®], Bayer Animal Health, Monheim, D) in einem Fall. Andere verwendete Medikamente waren Natamycin und Enrofloxacin in jeweils zwei Fällen, eine Kombination aus Benzylbenzoat, Prednisolon und Phenylphenol (Penochron[®], Merial, Hallbergmoos, D), ein Shampoo mit Ammoniumbitumisulfonat (Abitumfon[®], Almapharm, Kempten, D) und ein weiteres mit Hexaphloren und Lindan (Ectofum[®], Dr. E. Graeub, Bern, Schweiz) in jeweils einem Fall. In vierzehn Fällen (15,1 %) wurde eine Umgebungsbehandlung durchgeführt, davon in sieben Fällen mit Enilconazol. In Hinblick auf das klinische Bild wurde die Therapie in 77 Fällen (76,2 %) als positiv beurteilt. Es wurden keine wiederholten Pilzkulturen zur Bestätigung des Erfolges durchgeführt. In einem Fall kam es zu einer teilweisen Besserung und bei zwei weiteren Meerschweinchen konnte ein Wiederauftreten der Symptome beobachtet werden. In den übrigen Fällen wurden keine Angaben gemacht oder der Erfolg war nicht bekannt.

In 18 von 74 Fällen (24,3 %) zeigten ein oder mehrere Familienmitglieder klinische Symptome einer Dermatophytose und zwar am häufigsten am Kopf (8/18; 44,4 %), am Hals (7/14; 50,0 %) und an den Armen (6/18; 33,3 %). Juckreiz trat in 15 der 18 Fälle auf (83,3 %). In 15 der 18 Fälle wurde die Diagnose durch einen Arzt bestätigt. In der Hälfte der Fälle waren ausschließlich Kinder betroffen, in vier der 18 Fälle (22,2 %) sowohl Kinder als auch Erwachsene. In drei der fünf Haushalte, in denen nur Erwachsene betroffen waren, lebten keine Kinder.

Tab. 10: Therapie und Therapiedauer bei Meerschweinchen mit Dermatophytose

	Dosierung		Häufigkeit		Therapiedauer (Tage)	
	Spanne	Mittel	Spanne	Mittel	Spanne	Mittel
Itraconazol	5 – 10 mg/kg	7.7 mg/kg	1 x täglich	-	14 – 21 Puls-Therapie: 2 – 4 Intervalle	19,25 3 Intervalle
Griseofulvin	15,6 – 31,3 mg/Tier	26 mg/Tier	1 x täglich	-	21 – 28	24.5
Ketoconazol	5 mg/kg	-	-	-	14	-
Emilconazol	1:50	-	alle 2 – 14 Tage	alle 3,9 Tage	7 – 42	19.7
Clotrimazol	-	-	2 x täglich	-	21	-
Miconazol	-	-	2 x täglich	-	10 – 14	12
Terbinafin	-	-	1 x täglich	-	14	-
Tiaconazol	-	-	1 x täglich	-	28	-

VI. DISKUSSION

In der vorliegenden Studie wurde die Dermatophytose bei als Haustier gehaltenen Meerschweinchen und Kaninchen im Hinblick auf die Häufigkeit, die vorkommenden Dermatophytenspezies, das Vorkommen von asymptomatischen Trägern, beeinflussende Faktoren, klinisches Bild, Therapie und Zoonosefälle untersucht. Es zeigte sich, dass Meerschweinchen mit Verdacht auf Dermatophytose mit 38,1 % (431/1132) Dermatophyten-positiven Tieren deutlich häufiger von einer Dermatophytose betroffen sind, als Kaninchen mit 8,1 % (83/1021) Dermatophyten-positiven Tieren, wobei sowohl bei Kaninchen als auch bei Meerschweinchen *T. mentagrophytes* am häufigsten isoliert werden konnte. Asymptomatische Träger konnten bei den Meerschweinchen, aber nicht bei den Kaninchen festgestellt werden. Ein erhöhtes Risiko scheint für Jungtiere und Gruppen, in denen es einen Neuzugang gegeben hat, zu bestehen. Sowohl Meerschweinchen als auch Kaninchen zeigten am häufigsten alopezische Hautveränderungen am Kopf mit Schuppen und/oder Krusten, wobei variabler Juckreiz beobachtet werden konnte. In einem Viertel der Fälle traten in Familien mit Meerschweinchen (18/74) oder Kaninchen (3/11) mit Dermatophytose Zoonosefälle auf, wobei häufiger Kinder betroffen waren.

Der **Anteil an Dermatophyten-positiven Haustier-Meerschweinchen** lag in der vorliegenden Studie bei 38,1 % (431/1132). Dies stimmt ungefähr mit Angaben in der Literatur überein, in der in 28,6 bis 36,4 % der Fälle Dermatophyten nachgewiesen werden konnten (WEISS & WEBER, 1983; DROUOT et al., 2009). In Studien mit kleinen Probenzahlen (KAPLAN, 1958b) oder innerhalb eines Labors (MENGENS & GEORG, 1956; KUNSTYR & MATTHIESEN, 1976) oder einer Farm (POMBIER & KIM, 1975) konnten mit 66,7 bis 81,3 % auch deutlich höhere Anteile an Dermatophyten-positiven Tieren festgestellt werden.

Auch bei **Meerschweinchen ohne Symptome** konnten in der vorliegenden Studie in 8,5 % (14/164) der Fälle Dermatophyten nachgewiesen werden und in der Fragebogenaktion zeigten fünf Meerschweinchen keine Symptome, sondern wurden wegen der Dermatophytose von Familienmitgliedern beprobt. Bei als Haustier gehaltenen Meerschweinchen gibt es in der Literatur keine Berichte zu asymptomatischen Trägern, aber bei Labormeerschweinchen ohne Symptome

konnten bei 1,4 bis 30,0 % der beprobten Tiere Dermatophyten festgestellt werden (ALTERAS & EVOLCEANU, 1967; BALSARI et al., 1981). In einem Labor lag der Anteil der Dermatophyten-positiven Meerschweinchen ohne Hautveränderungen sogar bei 89,1 % (GIP & MARTIN, 1964). Ob es sich dabei um latente Infektionen handelte oder um reine Fellkontaminationen ist unklar.

Die **häufigste Dermatophytenspezies bei Meerschweinchen** war in der vorliegenden Studie *T. mentagrophytes* und zwar sowohl im retrospektiven Teil der Studie (91,6 % (395/431) der isolierten Dermatophyten) als auch in der Fragebogenaktion (97,0 % (98/101) der isolierten Dermatophyten). Dies stimmt mit Angaben in der Literatur überein, in denen *T. mentagrophytes* in 74,7 bis 100,0 % der positiven Fälle isoliert werden konnte (MENGES & GEORG, 1957; KOCH & RIETH, 1958). Diese Zahlen zeigen, dass andere Dermatophytenspezies bei Meerschweinchen selten gefunden werden. In der aktuellen Studie wurde in der retrospektiven Auswertung in 3,0 % (13/431) der Fälle und in der Fragebogenaktion in 1,0 % (1/101) der Fälle *M. canis* isoliert. In der Literatur berichteten WEISS und Mitarbeiter (1979) bei 2,5 % der positiven Meerschweinchen und WEISS und WEBER (1979) bei 8,3 % der positiven Meerschweinchen von *M.-canis*-Infektionen (WEISS et al., 1979; WEISS & WEBER, 1983). Außerdem konnte *M. canis* in einem Fall bei sechs Meerschweinchen (PAPINI et al., 1997) und in einem weiteren Fall bei einem Meerschweinchen isoliert werden (MEIER, 1975). Geophile Dermatophyten werden nur sehr selten bei Meerschweinchen gefunden. In der vorliegenden Studie wurde *M. gypseum* bei 3,0 % (13/431) und *T. terrestre* bei 0,9 % (4/431) der positiven Meerschweinchen der retrospektiven Auswertung und in der Fragebogenaktion *T. terrestre* bei 2,0 % (2/101) der Dermatophyten-positiven Meerschweinchen nachgewiesen. *T. terrestre* gilt als apathogen (MANTOVANI et al., 1982; ALY, 1994) und *M. gypseum* wurde bisher nur bei drei asymptomatischen Meerschweinchen isoliert (FEUERMAN et al., 1975). In den beiden *T.-terrestre*-Fällen aus der Fragebogenaktion wurde eine Abheilung der Läsionen in einem Fall nur mit antiparasitischen Medikamenten und im zweiten Fall mit einer Kombination aus antiparasitischer und antimykotischer Therapie erreicht. Es ist daher fraglich, ob in den vorliegenden Fällen die isolierten Dermatophyten für die Hautveränderungen verantwortlich oder nur Fellkontaminanten waren. Als anthropophiler Dermatophyt konnte in der

retrospektiven Auswertung in einem Fall *M. audouinii* isoliert werden. Frühere Berichte von anthropophilen Dermatophyten beim Meerschweinchen haben gezeigt, dass diese auch bei Meerschweinchen vorkommen können (KOCH & RIETH, 1958; ALTERAS, 1965). Es wurde in zwei Fällen bei je einem Labormeerschweinchen *M. audouinii* isoliert (VOGEL & TIMPE, 1957; ALTERAS, 1965). Außerdem bei 25 von 109 Labormeerschweinchen (KOCH & RIETH, 1958) und jeweils bei zwei (KOCH, 1957) und einem Labormeerschweinchen (ALTERAS, 1965) *T. rubrum*. Dass *T. rubrum* in der vorliegenden Studie bei Meerschweinchen nicht gefunden wurde, kann daran liegen, dass diese Spezies bei Meerschweinchen nur selten vorkommt.

Bei **Kaninchen mit Hautveränderungen** wurden in der vorliegenden Studie bei 8,1 % (83/1021) der Proben Dermatophyten isoliert. In der einzigen Studie in der Literatur, in der eindeutig Haustier-Kaninchen mit Hautveränderungen untersucht wurden, lag der Anteil der positiven Tiere mit 18,9 % ungefähr doppelt so hoch (WEISS & WEBER, 1983). Alle anderen Studien stammen von Labor- oder Farmtieren, in denen bei 9,0 (EL-FIKI, 1959) bis 100,0 % (SZILI & KOHALMI, 1981) der Kaninchen Dermatophyten gefunden wurden. Diese teilweise deutlich höheren Zahlen lassen sich damit erklären, dass sich Dermatophyten innerhalb einer geschlossenen Tierpopulation leichter ausbreiten können als in Haushalten mit weniger Tieren und dass in großen Tiergruppen ein höherer Infektionsdruck herrscht. Gerade auf Kaninchenfarmen besteht eine hohe Tierfluktuation und erkrankte Tiere werden vom Personal später erkannt.

Bei **asymptomatischen Kaninchen** konnten in der vorliegenden Studie keine Dermatophyten nachgewiesen werden, allerdings wurden in der Fragebogenaktion bei einem Partnerkaninchen ohne Symptome Dermatophyten isoliert. Auch hier lässt sich nicht sagen, ob es sich um eine latente Infektion handelt oder ob das Kaninchen durch das Partnertier lediglich mit Sporen kontaminiert wurde. Berichte zu Kaninchen als asymptomatische Träger von Dermatophyten sind in der Literatur zu finden, wobei in der einzigen Studie, in der es sich eindeutig nicht um Labor- oder Farmtiere handelte und die Tiere keinen Kontakt zu symptomatischen Tieren hatten, nur bei zwei von 67 Tieren (3,0 %) Dermatophyten nachgewiesen werden konnten (VANGEEL et al., 2000). Es ist also davon auszugehen, dass der Anteil an asymptomatischen Trägern bei als Haustier gehaltenen Kaninchen gering ist.

Auch bei Kaninchen ist *T. mentagrophytes* die **am häufigsten isolierte Dermatophytenspezies**. In der vorliegenden Studie lag der Anteil an *T.-m.*-positiven Proben in der retrospektiven Auswertung bei 72,3 % (60/83) und bei der Fragebogenaktion bei 79,0 % (15/19). In der Literatur sind Angaben von 69,2 (CABANES et al., 1997) bis 100,0 % (SZILI & KOHALMI, 1981) zu finden. In einer Studie mit neun Dermatophyten-positiven Tieren lag der Anteil an *T. mentagrophytes* nur bei 11,1 %, da hier *M. gypseum* mit 55,6 % die dominierende Spezies war, was auf die geringe Probenzahl oder auf unterschiedliche Haltungsbedingungen zurückzuführen sein kann (KHOSRAVI & MAHMOUDI, 2003). Geophile Dermatophyten waren in der vorliegenden Studie mit *T. terrestre* mit einem Anteil von 14,5 % (12/83) und *M. gypseum* mit einem Anteil von 9,6 % (8/83) der positiven Proben bei Kaninchen häufiger vertreten als bei den Meerschweinchen. Dies liegt möglicherweise daran, dass Kaninchen häufiger im Freien gehalten werden und auch gerne graben und dadurch geophilen Dermatophyten stärker ausgesetzt sind. Außer der oben genannten Studie, in der *M. gypseum* mit 55,6 % die am häufigsten isolierte Dermatophytenspezies war, liegen nur Einzelfallberichte zu *M. gypseum* bei Kaninchen mit Hautveränderungen vor (WEISBROTH, 1971; SINHA et al., 1982). Auch *T. terrestre* konnte in einem Fall bei zwei von 14 Kaninchen mit Hautveränderungen isoliert werden (CARMAN et al., 1979), wobei hier, wie bei den Fällen in der vorliegenden Studie, fraglich ist, ob der Dermatophyt für die Hautveränderungen verantwortlich war und die Einschätzung dadurch erschwert wird, dass das Kaninchen mit *T.-terrestre*-Infektion aus der Fragebogenaktion sowohl antiparasitische als auch antimykotische Therapie erhalten hat. Eine weitere Dermatophytenspezies, die in der vorliegenden Studie beim Kaninchen isoliert wurde, ist *M. canis* mit 2,4 % (2/83) der isolierten Dermatophyten in der retrospektiven Auswertung und mit 5,3 % (1/19) in der Fragebogenaktion. Der Anteil an positiven Pilzkulturen wird in der Literatur mit 2,0 (TORRES-RODRIGUEZ et al., 1992) bis 30,8 % (CABANES et al., 1997) angegeben, wobei es sich dabei um Farmkaninchen handelte. Auch Dermatophytose-Ausbrüche durch *M. canis* auf Kaninchenfarmen sind beschrieben (VAN CUTSEM et al., 1985; SIMALJAKOVA et al., 1989). In der Fragebogenaktion konnte bei einem Kaninchen *M. audouinii*, ein anthropophiler Dermatophyt, isoliert werden. In diesem Fall war kein Familienmitglied betroffen und die Läsionen des Kaninchens heilten ohne antimykotische Therapie ab. In der Literatur liegt nur ein

Bericht der Isolation eines anthropophilen Dermatophyten beim Kaninchen vor. Es handelt sich dabei ebenfalls um *M. audouinii*, wobei das betroffene Tier keine Hautveränderungen zeigte (ALI-SHTAYEH et al., 1988). Anthrophile Dermatophyten scheinen also nur eine untergeordnete Rolle bei Meerschweinchen und Kaninchen zu spielen.

Der Einfluss von potentiellen **Risikofaktoren** wie Alter, Geschlecht, Gruppengröße und immunsupprimierende Faktoren, wurden in dieser Studie ebenfalls untersucht. So konnte eine **Altersprädisposition** festgestellt werden, da *T.-m.*-positive Meerschweinchen und Kaninchen dieser Studie signifikant jünger waren als Dermatophyten-negative Tiere und als gesunde Tiere der Kontrollpopulation. In der Fragebogenaktion waren 39,6 % (40/101) der Meerschweinchen und 47,4 % (9/19) der Kaninchen bis zu fünf Monate und 65,3 % (66/101) der Meerschweinchen und 84,2 % (16/19) der Kaninchen bis zu einem Jahr alt. Dies lässt die Schlussfolgerung zu, dass das Risiko eine Dermatophytose zu entwickeln bei jungen Meerschweinchen und Kaninchen höher ist. Ähnliche Untersuchungen gibt es nur in einer Studie bei Meerschweinchen, in der keine Altersabhängigkeit festgestellt werden konnte (DROUOT et al., 2009), was möglicherweise mit der geringen Tierzahl der Studie (21 Tiere untersucht, sechs Kultur-positiv) zu erklären ist. Auch andere Berichte in der Literatur weisen auf diese Altersabhängigkeit hin. So waren in der Studie von VANGEEL und Mitarbeiter (2000) alle Dermatophyten-positiven Meerschweinchen und Kaninchen jünger als sechs Monate (VANGEEL et al., 2000). Auch FRANKLIN und Mitarbeiter (1991) beobachteten, dass fast alle jungen Kaninchen einer Kaninchenfarm erkrankten und schwerwiegendere Symptome entwickelten als ältere Tiere (FRANKLIN et al., 1991). Beim Ausbruch einer Dermatophytose in einer Meerschweinchenzucht lag die Mortalität bei Tieren, die direkt nach der Geburt erkrankt waren, bei 50 %. Ob es auch bei den älteren Tieren Todesfälle gab, wird nicht angegeben (POMBIER & KIM, 1975).

Eine **Geschlechtsprädisposition** konnte in der retrospektiven Auswertung der aktuellen Studie weder bei Meerschweinchen noch bei Kaninchen festgestellt werden, wobei in der Fragebogenaktion doppelt so viele weibliche (12/19) wie männliche Kaninchen (6/19) betroffen waren. Dies hängt vermutlich mit der geringen Tierzahl von 19 Kaninchen in der Fragebogenaktion zusammen. Bisher

sind bei Meerschweinchen und Kaninchen keine Geschlechtsprädispositionen in Bezug auf die Dermatophytose festgestellt worden (GALLO et al., 2005; DROUOT et al., 2009). In den meisten Literaturquellen sind aber keine Angaben zum Geschlecht zu finden. In der vorliegenden Studie traten bei der Fragebogenaktion die Symptome der Dermatophyten-Infektion jeweils in einem Fall bei Meerschweinchen und Kaninchen auf, nachdem die Tiere geworfen hatten. Auch beim Ausbruch einer Dermatophytose in einer Meerschweinchenzucht konnte beobachtet werden, dass bei weiblichen Tieren zum Zeitpunkt der Geburt erneut Symptome aufgetreten sind, obwohl die Dermatophytose bereits abgeheilt war (POMBIER & KIM, 1975). In der Fragebogenaktion gab es im Fall des Meerschweinchens in den Wochen vor der Erkrankung auch einen Neuzugang. Beim dem Kaninchen wurde kein Neuzugang verzeichnet, so dass es tatsächlich durch die Geburt zur klinischen Manifestation einer latenten Infektion gekommen sein kann.

Inwieweit ein geschwächtes **Immunsystem** oder eine Grunderkrankung die Entstehung einer Dermatophytose fördern, konnte auch mit der aktuellen Studie nicht geklärt werden. Es wurden bei gesunden Meerschweinchen, Meerschweinchen mit Hautveränderungen und mit anderen Krankheiten ungefähr gleich häufig Dermatophyten isoliert. Der Anteil an Tieren mit zusätzlicher Krankheit in der Fragebogenaktion lag bei Meerschweinchen bei 11,9 % (12/101) und bei Kaninchen bei 21,1 % (4/19). Da aktuell auch in der Literatur keine Untersuchungen zum Einfluss von Grunderkrankungen auf die Dermatophytose bei Meerschweinchen und Kaninchen zu finden sind, sind hier weitere Studien notwendig.

In der vorliegenden Studie war die vorherrschende **Gruppengröße** in der Fragebogenaktion sowohl bei den Meerschweinchen (48,6 %; 36/74), als auch bei den Kaninchen (72,7 %; 8/11) zwei Tiere. Gruppengrößen von drei bis zehn Meerschweinchen wurden in der Fragebogenaktion in 39,2 % (29/74), Gruppen von über zehn Tieren nur in 6,8 % (5/74) der Fälle angegeben. Bei den Kaninchen bestand die Gruppe nur in einem der elf Fälle (9,1 %) aus drei Tieren, größere Gruppen waren in der Fragebogenaktion nicht vertreten. Dies steht in gewissem Widerspruch zu der Vermutung, dass die Entstehung von Dermatophyten bei Meerschweinchen und Kaninchen besonders in großen Tiergruppen und bei Überbesatz gefördert wird (SZILI & KOHALMI, 1981; FEHR, 1990; CANNY &

GAMBLE, 2003) und entsprechend mehr Tiere aus großen Gruppen betroffen sein sollten. Grund hierfür ist vermutlich, dass Besitzer von Einzeltieren ihre Tiere eher beim Tierarzt vorstellen, während Züchter und Halter von großen Gruppen kleinere Veränderungen eher übersehen oder selbst therapieren. Auffällig war außerdem, dass bei den Meerschweinchen in 43,2 % (32/74) und bei den Kaninchen in 36,4 % (4/11) der Fälle in den Wochen vor dem Ausbruch der Dermatophytose ein neues Tier in den Haushalt gekommen war, so dass die Möglichkeit besteht, dass die **Neuzugänge** die Dermatophyten eingeschleppt haben. Ein Bericht der Einschleppung von Dermatophyten existiert aus einem Labor in Bezug auf Meerschweinchen, die zur Ansteckung von Kaninchen und Mäusen geführt haben (MCALEER, 1980b). Auch **Stress** wird als Dermatophytose-fördernder Faktor diskutiert (FEHR, 1990; FEHR, 1992). Bei 44,6 % (33/74) der Meerschweinchen und bei 36,4 % (4/11) der Kaninchen traten im Vorfeld des Dermatophytose-Ausbruchs Veränderungen, wie Umzüge, Wechsel des Käfigs, des Einstreus, des Futters oder des Käfigstandortes, Aufenthalt zur Pflege und so weiter auf. Dies deutet darauf hin, dass Änderungen der Haltungs- oder Fütterungsbedingungen die Entstehung einer Dermatophytose fördern können. Es ist auffällig, dass in der Fragebogenaktion 62,2 % (46/74) der Meerschweinchen und 45,5 % (5/11) der Kaninchen aus **Zoohandlungen** stammten. In einer Studie von VANGEEL und Mitarbeitern (2000) an asymptomatischen Tieren wurden auch 28 Meerschweinchen und 21 Kaninchen aus Zoohandlungen beprobt. Bei den Meerschweinchen konnten keine Dermatophyten nachgewiesen werden, aber bei den Kaninchen wurde bei zwei Tieren *T. mentagrophytes* isoliert. Beide Kaninchen hatten allerdings Kontakt zu einem ebenfalls Dermatophyten-positiven Kaninchen mit Hautveränderungen (VANGEEL et al., 2000). Bei Meerschweinchen liegt außerdem ein Fallbericht von einem Tier aus einer Zoohandlung mit Hautveränderungen vor, bei dem ebenfalls *T. mentagrophytes* isoliert werden konnte (MEIER, 1975). Es stellt sich die Frage, ob Meerschweinchen und Kaninchen aus Zoohandlungen ein höheres Risiko für die Entstehung einer Dermatophytose haben. Andererseits lässt sich die Häufung von Fällen auch allein schon dadurch erklären, dass Zoohandlungen in Deutschland vermutlich die Hauptbezugsquelle für Meerschweinchen und Kaninchen darstellen und dort auch vorwiegend Jungtiere gehandelt werden.

In der Fragebogenaktion konnten **Ektoparasiten** bei zehn von 101

Meerschweinchen und bei keinem der 19 Kaninchen festgestellt werden und die Meerschweinchen mit Ektoparasiten zeigten signifikant häufiger Juckreiz als die Meerschweinchen ohne Ektoparasiten. Auch FEHR (1990) und POLLOCK (2003) nennen einen Ektoparasitenbefall als Risikofaktor für eine Dermatophyten-Infektion bei Meerschweinchen und Kaninchen. Es kann vermutet werden, dass die wegen des Juckreizes durch Kratzen entstandenen Hautläsionen das Eindringen der Dermatophyten begünstigen.

Ein weiterer Teil der Fragebogenaktion befasste sich mit den **klinischen Symptomen**. Bei **Meerschweinchen** mit Dermatophytose trat in der Fragebogenaktion mit 83,3 % (80/96) am häufigsten Alopezie auf, außerdem in 72,9 % (70/96) der Fälle Schuppen und in 69,8 % (67/96) der Fälle Krusten. Ein Erythem konnte bei 16,7 % (16/96) der Fälle beobachtet werden. Systematische Untersuchungen zu klinischen Symptomen bei Meerschweinchen mit Dermatophytose gibt es in der Literatur bisher nicht, aber einzelne Beschreibungen, die mit den vorliegenden Ergebnissen übereinstimmen (MENGES & GEORG, 1956; KOCH & RIETH, 1958; ETTIG, 1960; JÄNISCH & KOCH, 1965). In der Fragebogenaktion zeigten laut Besitzern 62,3 % (43/69) und laut Tierärzten 53,1 % (51/96) der Tiere **Juckreiz** und die Intensität reichte von mild bis sehr stark. Die Auswertung ergab außerdem, dass Meerschweinchen mit zusätzlichem Ektoparasitenbefall signifikant häufiger Juckreiz zeigten. Meist werden in der Literatur keine Angaben dazu gemacht, ob bei Meerschweinchen mit Dermatophytose Juckreiz aufgetreten ist oder nicht, aber in den wenigen Berichten, die vorliegen, variieren die Angaben. In zwei Fallberichten von jeweils zwei Meerschweinchen berichten die Autoren, dass Juckreiz aufgetreten ist (MEIER, 1975; PAPINI et al., 1997). VENDRIG und HENDRIKSE (1978) beobachteten bei einem Meerschweinchen mit Dermatophyten-Infektion starken Juckreiz (VENDRIG & HENDRIKSE, 1978) und in einer Studie mit 21 Meerschweinchen, bei denen in sechs Fällen Dermatophyten nachgewiesen werden konnten, zeigten die Tiere keinen bis starken Juckreiz (DROUOT et al., 2009). Juckreiz scheint vor allem dann bei einer Dermatophytose aufzutreten, wenn zusätzliche Infektionen vorliegen, wobei durch das Kratzen weitere Hautläsionen entstehen, die sekundäre bakterielle Infektionen begünstigen, und sich das klinische Bild so wiederum entsprechend verschlechtert.

Die Hautveränderungen der Meerschweinchen waren in dieser Studie mit 75,0 %

(72/96) hauptsächlich am Kopf und dort besonders an Nase, Augen und Ohren **lokalisiert**. Dies stimmt mit Literaturberichten überein (MENGES & GEORG, 1956; JÄNISCH & KOCH, 1965; KUNSTYR & MATTHIESEN, 1976), wobei im Kopfbereich auch noch häufig die Schnauze genannt wird (KOCH & RIETH, 1958; EL-FIKI, 1959; DROUOT et al., 2009). Veränderungen an Rücken (22/96) und Gliedmaßen (21/96) traten in dieser Studie in ca. 20 % der Fälle auf, generalisierte Hautveränderungen in 6,3 % (6/96) der Fälle. Sie werden auch in der Literatur weniger häufig genannt und können in schweren oder fortgeschrittenen Fällen auftreten (MENGES & GEORG, 1956; JÄNISCH & KOCH, 1965; MEIER, 1975; POMBIER & KIM, 1975; VENDRIG & HENDRIKSE, 1978; DROUOT et al., 2009). Das vorwiegende Auftreten am Kopf liegt vermutlich darin begründet, dass Erstkontakt zwischen Tieren zunächst im Kopfbereich stattfindet und auch das Durchstöbern von Einstreu immer mit dem Kopf voran erfolgt und so Infektionen zumeist zuerst am Kopf erfolgen und sich dann weiter nach caudal ausbreiten können.

Als **klinische Symptome** bei den **Kaninchen** wurden in der vorliegenden Studie übereinstimmend mit Beschreibungen in der Literatur am häufigsten Alopezie (89,5 %; 17/19), Schuppen (63,2 %; 12/19) und Krusten (52,6 %; 10/19) beobachtet (BANKS & CLARKSON, 1967; ALTERAS & COJOCARU, 1969; SZILI & KOHALMI, 1981), während Erytheme sowohl in der vorliegenden Studie als auch in der Literatur seltener auftraten (21,1 %; 4/19) (JÄNISCH & KOCH, 1965; FRANKLIN et al., 1991). In der Fragebogenaktion war den Besitzern in 45,5 % (5/11) der Fälle und den Tierärzten in 36,8 % (7/19) der Fälle **Juckreiz** aufgefallen, der von mild bis sehr stark reichte. Angaben zu Juckreiz bei Kaninchen mit Dermatophytose sind in der Literatur selten zu finden: Bei zwei Berichten von Farm- und Laborkaninchen konnte kein Juckreiz beobachtet werden (BANKS & CLARKSON, 1967; VOGTSBERGER et al., 1986), wohingegen bei einem Haustier-Kaninchen starker Juckreiz auffiel (SINHA et al., 1982). Laut WEISBROTH (1971) tritt bei Kaninchen mit Dermatophytose üblicherweise Juckreiz auf, laut CANNY und GAMBLE (2003) manchmal. Diese Angaben und die Ergebnisse der vorliegenden Studie lassen darauf schließen, dass eine Dermatophytose bei Kaninchen mit variablem Juckreiz einhergehen kann. Dass sowohl bei den Meerschweinchen als auch bei den Kaninchen von den Besitzern in mehr Fällen Juckreiz angegeben wurde als von den Tierärzten, lässt

sich dadurch erklären, dass die Besitzer ihre Tiere öfter beobachten und der Tierarzt nur das Auftreten des Juckreizes in einem kurzen Zeitraum beurteilen kann.

In Bezug auf die **Lokalisation** der Hautveränderungen waren die Läsionen der Kaninchen mit Dermatophytose in der Fragebogenaktion in 84,2 % (16/19) der Fälle am Kopf aufgetreten und zwar in über der Hälfte der Fälle an den Ohren. Dies deckt sich mit Berichten in der Literatur, in denen fast immer der Kopf (ELFIKI, 1959; BANKS & CLARKSON, 1967; SZILI & KOHALMI, 1981; SIMALJAKOVA et al., 1989) und besonders die Ohren genannt werden (JÄNISCH & KOCH, 1965; ALTERAS & COJOCARU, 1969; VAN CUTSEM et al., 1985). Als nächsthäufigste Lokalisation waren in der Studie die Gliedmaße betroffen (31,6 %; 6/19), die auch in der Literatur häufig als Lokalisation beschrieben werden (VILANOVA & CASANOVAS, 1951; BANKS & CLARKSON, 1967; SINHA et al., 1982; FRANKLIN et al., 1991). Andere Körperbereiche, wie Rücken, Flanke und Bauch, wurden in der Fragebogenaktion genauso wie in der Literatur selten genannt (JÄNISCH & KOCH, 1965; SAXENA & RHOADES, 1970; SZILI & KOHALMI, 1981). Eine generalisierte Ausbreitung der Dermatophytose wurde in der vorliegenden Studie nicht beobachtet, Berichte dazu sind aber in der Literatur in schweren Fällen vereinzelt zu finden (HAGEN & GORHAM, 1972; SZILI & KOHALMI, 1981). Auch hier kann die häufige Lokalisation am Kopf mit dem Erstkontakt zwischen Tieren am Kopf und das Durchstöbern von Einstreu und Heu begründet werden.

Die Auswertung der eingesetzten **Therapieformen** in der Fragebogenaktion ergab, dass bei **Meerschweinchen** am häufigsten (40,9 %, 38/93) Miconazol (in Kombination mit Polymyxin B und Prednisolon; Surolan[®], Janssen Animal Health, Neuss, Deutschland) gefolgt von Enilconazol (Imaverol[®], Janssen Animal Health, Neuss, Deutschland) und Itraconazol (Itrafungol[®], Janssen Animal Health, Neuss, Deutschland) (jeweils 39,8 % (37/93)) eingesetzt wurde. Therapiestudien beim Meerschweinchen gibt es zu Miconazol und Clotrimazol (WAHAB et al., 1978), Terbinafin (YAMAGUCHI & UCHIDA, 1989), Griseofulvin (FREY & GELEICK, 1959; ROSENTHAL et al., 1959) und Itraconazol (BORGERS et al., 1993; MIETH et al., 1994; NAGINO et al., 2000a). Die Wahl der Therapeutika in der vorliegenden Studie ist vermutlich durch die Zulassung von Präparaten in Deutschland mit diesen Wirkstoffen für Meerschweinchen, Hunde oder Katzen

begründet (WWW.VETIDATA.DE). Bei acht Meerschweinchen wurde nicht mit Antimykotika therapiert und in sieben dieser Fälle heilten die Läsionen dennoch ab. Dies kann daraufhin deuten, dass die isolierten Dermatophyten in den vorliegenden Fällen nicht für die Hautveränderungen verantwortlich waren. Allerdings wird die Dermatophytose bei Meerschweinchen häufig als selbstlimitierend beschrieben (WENK, 1962; KUNSTYR & MATTHIESEN, 1976), so dass auch eine spontane Remission denkbar ist. In 58,1 % (54/93) der Fälle wurde ein einzelnes Antimykotikum eingesetzt. Eine Umgebungsbehandlung wurde nur in 13,9 % (13/93) der Fälle durchgeführt, obwohl die Empfehlung in der Literatur lautet, eine Kombination aus topischer, systemischer und Umgebungsbehandlung durchzuführen (DONNELLY et al., 2000; LÜBKE-BECKER et al., 2009). Vermutlich wurde von den Tierärzten zunächst eine weniger aufwendige und kostengünstigere Therapiemethode gewählt, bei der eine gute Akzeptanz vom Besitzer zu erwarten ist. Die Entscheidung über den Einsatz der Therapiemethode hängt wohl auch von den Erfahrungen des jeweiligen Tierarztes mit dem Erfolg der Therapie und von seiner persönlichen Einschätzung des Zoonosepotentials der Dermatophytose ab.

Ein Meerschweinchen in der Fragebogenaktion wurde laut behandelndem Tierarzt erfolgreich (klinische Heilung) mit Impfung durch Insol[®] Dermatophyton (Boehringer Ingelheim, Ingelheim, Deutschland) und Clotrimazol-Creme (Canesten[®], Bayer, Leverkusen, Deutschland) therapiert. Bei zwei weiteren Meerschweinchen, die laut Fragebogenaktion nur die Impfung erhalten haben, ist der Erfolg nicht bekannt. Bei Insol[®] Dermatophyton (Boehringer Ingelheim, Ingelheim, Deutschland) handelt sich um einen inaktivierten Breitspektrum-Dermatophytenimpfstoff, der in Deutschland für Pferde, Hunde und Katzen zugelassen ist. Laut Herstellerangaben dient die Impfung dazu, das Infektionsrisiko zu verringern und den Heilungsprozess zu beschleunigen, allerdings sollte durch zusätzliche Maßnahmen das Zoonoserisiko verringert werden (WWW.VETIDATA.DE). Da die Dermatophyten-Infektion bei Meerschweinchen auch ohne Therapie abheilen kann (WENK, 1962; KUNSTYR & MATTHIESEN, 1976), ist es prinzipiell schwierig zu beurteilen, ob die Heilung in diesen Fällen durch die Impfung erzielt wurde.

Lufenuron führte laut behandelnden Tierärzten in der vorliegenden Studie bei fünf Meerschweinchen zur klinischen Heilung, wobei das Präparat in vier Fällen mit

Antimykotika kombiniert wurde. Lufenuron (Program[®], Novartis, München, Deutschland) ist ein Chitin-Inhibitor, der zur Prophylaxe und Therapie von Flohbefall für Hunde und Katzen zugelassen ist, aber in der Literatur auch im Zusammenhang mit der Therapie von Dermatophytosen beim Meerschweinchen genannt wird (WHITE et al., 2002; BECK, 2003). Zu Meerschweinchen liegen bisher keine Therapiestudien vor. Bei Studien an Hunden und Katzen wurde die antimykotische Wirksamkeit nicht bestätigt (DEBOER et al., 2003; ZUR & ELAD, 2006).

Anhand des klinischen Bildes wurde die Therapie in 77 von 96 Fällen als erfolgreich bezeichnet, ein Tier zeigte eine Besserung und zwei Tiere ein Rezidiv, in den übrigen sechzehn Fällen war der Therapieerfolg nicht bekannt (8/96) oder wurde nicht angegeben (8/96). Die Therapiedauer lag bei durchschnittlich 20 Tagen. Die Effektivität der durchgeführten Therapieschemata zu beurteilen, ist somit leider kaum möglich, da viele verschiedene Kombinationen von Medikamenten eingesetzt wurden, häufig parallel antiparasitische Medikamente verabreicht wurden und in keinem Fall eine Pilzkultur zur Kontrolle durchgeführt wurde. Außerdem waren die Angaben zu Dosierungen und Therapiedauer häufig unvollständig.

Zur Therapie der Dermatophytose bei **Kaninchen** wurde laut Fragebogenaktion mit 47,1 % (8/17) am häufigsten Enilconazol eingesetzt, gefolgt von Itraconazol in 29,4 % (5/17) der Fälle. Hierbei handelt es sich, wie bei den Meerschweinchen, um die Wirkstoffe, für die Präparate für Hunde und Katzen zugelassen sind (WWW.VETIDATA.DE). Studien zur Wirksamkeit von Antimykotika bei Kaninchen sind kaum zu finden. Es gibt zwei Studien zum erfolgreichen Einsatz von Griseofulvin bei Laborkaninchen mit 30 mg/kg zweimal täglich für 35 Tage (Kultur negativ) und 25 mg/kg einmal täglich für 12 bis 14 Tage und bei Farmkaninchen mit 25 mg/kg für 12 bis 14 Tage (klinische Abheilung) (GÖTZ & MEINICKE, 1961; HAGEN, 1969). Die Umgebungsbehandlung mit Enilconazol-Spray als alleinige Therapie auf mehreren Kaninchenfarmen ist ebenfalls beschrieben (VAN CUTSEM et al., 1985; ROCHETTE & VAN MEIRHAEGHE, 1997). Mit einer Dosierung von 50 mg/m² wurde laut Autoren die Anzahl der Kaninchen mit Dermatophyten-Läsionen zum Teil trotz schlechter hygienischer Bedingungen deutlich gesenkt, zum Beispiel von 59,0 % auf 3,3 % und von 35,7 % auf 1,7 % (VAN CUTSEM et al., 1985; ROCHETTE & VAN

MEIRHAEGHE, 1997). Miconazol, Clotrimazol und Griseofulvin, die laut den Tierärzten in der Fragebogenaktion ebenfalls eingesetzt wurden, werden auch in diesem Zusammenhang in der Literatur erwähnt (DONNELLY et al., 2000; BECK, 2003), es handelt sich hierbei allerdings nicht um Studien und die Dosierungen wurden entsprechend denen bei Hund und Katze übernommen (DONNELLY et al., 2000).

Bei den Kaninchen dieser Studie wurde in fünf Fällen Lufenuron eingesetzt. Laut Angaben im Fragebogen war die Therapie in allen fünf Fällen erfolgreich (klinische Heilung), wobei Lufenuron in drei Fällen mit einem Antimykotikum und in einem Fall mit einem topischen Antibiotikum kombiniert wurde. Lufenuron wird auch in der Literatur im Zusammenhang mit der Therapie von Dermatophyten beim Kaninchen genannt (WHITE et al., 2002; BECK, 2003). Studien zum Einsatz bei Kaninchen mit Dermatophyten liegen allerdings nicht vor.

Auch bei den Kaninchen wurde trotz Empfehlung der Kombination von topischer, systemischer und Umgebungsbehandlung in der Literatur (DONNELLY et al., 2000; LÜBKE-BECKER et al., 2009) bei elf der 19 Kaninchen (57,9 %) nur ein Antimykotikum eingesetzt und eine Umgebungsbehandlung nur in zwei Fällen mit Enilconazol durchgeführt. Bei zwei Kaninchen der vorliegenden Studie heilten die Läsionen ohne Einsatz von Antimykotika ab. Bei einem der Fälle wurde allerdings wegen des Verdachtes auf Kaninchensyphilis zusätzlich mit Amoxicillin (Duphamox LA[®], Pfizer, Deutschland) behandelt.

Anhand des klinischen Bildes wurde die Therapie bei Kaninchen dieser Studie in 14 Fällen (73,7 %) als erfolgreich beurteilt, wobei hier unterschiedliche Wirkstoffe zum Einsatz kamen (Enilconazol, Itraconazol, Miconazol, Clotrimazol, Lufenuron, schwefelhaltige Waschlösung). Ein Kaninchen wurde zunächst mit Griseofulvin und dann mit Itraconazol und Enilconazol behandelt und zeigte eine teilweise Besserung. In den übrigen Fällen war der Erfolg nicht beurteilbar (2/19) oder wurde nicht angegeben (2/19).

Die durchschnittliche Therapiedauer betrug bei den Kaninchen 5,2 Wochen und war damit deutlich länger als bei den Meerschweinchen mit knapp drei Wochen. Die Aussagekraft ist hier allerdings fraglich, da die Therapiedauer nur in fünf der 19 Fälle angegeben wurde. Daher fällt auch bei den Kaninchen die Beurteilung

der Therapie im Rahmen der Fragebogenaktion schwer. Die Angaben zu Therapiedauer und Dosierungen waren häufig unvollständig, die Medikamente wurden in unterschiedlichen Kombinationen in unterschiedlichen Dosierungen und Intervallen eingesetzt und es wurden keine wiederholten Pilzkulturen zur Kontrolle des Therapieerfolges durchgeführt. Außerdem kann es auch bei Kaninchen zur Selbstheilung der Dermatophytose kommen (KAWASAKI et al., 2000; CANNY & GAMBLE, 2003).

Ein wesentlicher Schwerpunkt der Fragebogenaktion war die Beurteilung des **Zoonoserisikos**. In der Fragebogenaktion waren bei 24,3 % (18/74) der **Meerschweinchen** Familienmitglieder ebenfalls von einer Dermatophytose betroffen, in der Hälfte der Fälle (9/18) zeigten nur Kinder und in 22,2 % (4/18) sowohl Erwachsene als auch Kinder in der Familie Hautveränderungen. Berichte der Übertragung von Dermatophyten auf den Menschen gibt es sowohl von Labormeerschweinchen (KOCH & RIETH, 1958; ALTERAS, 1965; KUNSTYR & MATTHIESEN, 1976) als auch von als Haustier gehaltenen Meerschweinchen (MEIER, 1975; POLANO, 1977; BILEK et al., 2005). In Studien am Menschen wird der Anteil der zoophilen *T.-m.*-Infektionen mit 1,5 % (DEVLIOTOU-PANAGIOTIDOU et al., 1995) bis 20,7 % (MANTOVANI, 1978) angegeben, wobei meist nicht angegeben wird, welche Tiere die Quelle der Infektionen waren. Auch in den Fallberichten über die Ansteckung von Menschen an Haustier-Meerschweinchen sind meist Kinder betroffen (LANGER, 1959; POLANO, 1977; BILEK et al., 2005). Es kann also davon ausgegangen werden, dass für Kinder ein erhöhtes Risiko besteht, sich an Meerschweinchen mit Dermatophyten anzustecken. Die Ursache hierfür liegt möglicherweise daran, dass häufig Kinder Besitzer von Meerschweinchen sind, sie diese gerne auf den Arm nehmen und mit ihnen kuscheln und sie so leichter Hautkontakt zu den Tieren haben und zudem das Immunsystem der Kinder weniger belastbar ist als das von Erwachsenen. In fünf der Fälle in der Fragebogenaktion zeigten die Meerschweinchen keine Hautveränderungen, sondern wurden wegen Dermatophytosefällen in der Familie beprobt. Auch in der Literatur gibt es Berichte, in denen erst Erkrankungen von Mitarbeitern zur Beprobung von Labormeerschweinchen geführt haben (JÄNISCH & KOCH, 1965; MCALEER, 1980a), wobei in beiden Fällen bei der Untersuchung der Tiere vereinzelt Hautveränderungen gefunden wurden. In einem anderen Fall wurde allerdings der

umgekehrte Weg, nämlich die Ansteckung von Meerschweinchen und Kaninchen bei einer Mitarbeiterin mit *T. mentagrophytes*, beschrieben (JÄNISCH & KOCH, 1965). Dies deutet darauf hin, dass eine Ansteckung auch an asymptomatischen Meerschweinchen möglich ist, aber auch die Möglichkeit besteht, dass sich die Meerschweinchen beim Menschen angesteckt haben.

Am häufigsten waren in den Zoonosefällen der Meerschweinchen-Fragebogenaktion die Hautveränderungen im Gesicht (55,6 %; 10/18), am Hals (44,4 %; 8/18) und an den Armen (38,9 %; 7/18) der erkrankten Personen lokalisiert. Im Gegensatz dazu waren in einer Auswertung von Zoonosefällen bei Labormeerschweinchen am häufigsten die Hände (58,8 %; 10/17) betroffen (ALTERAS, 1965). Dieser Unterschied lässt sich damit erklären, dass Labormitarbeiter die Tiere zwar hochheben, diese aber seltener auf den Arm nehmen als private Meerschweinchenbesitzer und so nur an den Händen direkten Kontakt zu den Tieren haben. In den Fallberichten von Übertragungen von Haustier-Meerschweinchen auf den Menschen in der Literatur ist ebenfalls am häufigsten das Gesicht betroffen (POLANO, 1977; VENDRIG & HENDRIKSE, 1978; BILEK et al., 2005) und zum Teil berichten die Besitzer in diesen Fällen auch, dass die Meerschweinchen direkten Kontakt zum Gesicht hatten (POLANO, 1977; VENDRIG & HENDRIKSE, 1978). In 15 der 18 Zoonosefälle in der Fragebogenaktion trat bei den Menschen auch Juckreiz auf. In der Literatur wird meist keine Angabe zum Auftreten von Juckreiz gemacht. Ob in den beschriebenen Fällen tatsächlich kein Juckreiz vorhanden war, ist daher fraglich. Nur in einem Fall konnte bei einer technischen Assistentin, die sich im Labor an Meerschweinchen mit *T. mentagrophytes* angesteckt hatte, starker Juckreiz im Bereich der Hautveränderungen an der Hand beobachtet werden (MEYER, 1957), ob hier zusätzlich eine sekundäre bakterielle Infektion vorlag, ist unklar.

In der Fragebogenaktion berichteten drei der elf Besitzer (27,3 %) von **Kaninchen** mit Dermatophytose von Erkrankungen in der Familie. Bei Kaninchen stammen die meisten Berichte von **Zoonosefällen** von Farmkaninchen (SZILI & KOHALMI, 1981; SIMALJAKOVA et al., 1989; FRANKLIN et al., 1991; TORRES-RODRIGUEZ et al., 1992), aber auch Berichte von Labor- (ALTERAS, 1965; ALTERAS & COJOCARU, 1969) und Haustier-Kaninchen (MEIER, 1975; KAWASAKI et al., 2000; ROMANO et al., 2001; NAKAMURA et al., 2002) liegen vor. Laut TORRES-RODRIGUEZ und Mitarbeitern (1992)

gaben 77 % der Mitarbeiter auf Kaninchenfarmen an, schon einmal von einer Dermatophytose betroffen gewesen zu sein. In allen drei Zoonosefällen in der Kaninchen-Fragebogenaktion waren ausschließlich Kinder von einer Dermatophytose betroffen. Auch in der Literatur waren in den Berichten von Dermatophyten ausgehend von Haustier-Kaninchen in zwei von vier Fällen zusätzlich zu Erwachsenen auch Kinder erkrankt (KAWASAKI et al., 2000; ROMANO et al., 2001) und in einer Auswertung von 14 Zoonosefällen waren außer Züchtern in acht Fällen Kinder betroffen (VILANOVA & CASANOVAS, 1951). Daraus lässt sich schließen, dass nicht nur von Meerschweinchen mit Dermatophytose, sondern auch von Kaninchen mit Dermatophytose ein erhöhtes Zoonoserisiko für Kinder ausgeht.

Die Hautveränderungen der Kinder mit Dermatophytose in der vorliegenden Studie waren in zwei Fällen an den Händen lokalisiert, jeweils einmal waren Gesicht und einmal die Schulter betroffen. In allen Fällen trat auch Juckreiz auf. Die Angaben zur Lokalisation der Läsionen in den Fallberichten sind sehr variabel (KAWASAKI et al., 2000; ROMANO et al., 2001; NAKAMURA et al., 2002). In der Auswertung der Übertragung von Dermatophyten von Kaninchen auf Züchter, Kinder und Familienmitglieder in 14 Fällen waren am häufigsten das Gesicht, der Hals und die Arme betroffen (VILANOVA & CASANOVAS, 1951). Angaben zum Juckreiz bei den betroffenen Personen fehlen meist, nur in einem Fallbericht konnte bei beiden Besitzern und in einem weiteren Fallbericht bei der Mutter im Gegensatz zur Tochter Juckreiz beobachtet werden (KAWASAKI et al., 2000; NAKAMURA et al., 2002). Kaninchen waren zwar im Verhältnis zu Meerschweinchen mit 8,1 % zu 38,1 % der Proben seltener von einer Dermatophytose betroffen, das Risiko einer Zoonose ausgehend von erkrankten Kaninchen scheint aber gerade für Kinder ähnlich hoch zu sein wie bei erkrankten Meerschweinchen. Inwiefern der Immunstatus der Kinder, die Häufigkeit des Kontakts und die unterschiedliche Pathogenität der Erreger hierbei eine Rolle spielen, muss in weiteren Studien untersucht werden.

Die Stärken der vorliegenden Studie liegen in der großen Zahl der untersuchten Proben von als Haustier gehaltenen Meerschweinchen und Kaninchen aus ganz Deutschland, sowohl in der retrospektiven Auswertung als auch in der Fragebogenaktion. Ausnahme ist hier die geringe Anzahl von Kaninchen in der Fragebogenaktion. In der prospektiven Studie wurden erstmals Tiere mit

Hautveränderungen mit Gesundtieren und Tieren mit anderen Krankheiten verglichen, wobei die Gruppengröße bei den Tieren mit Hautveränderungen und anderen Krankheiten vergleichsweise gering war. Durch die detaillierten Fragebögen konnten wichtige Informationen im Hinblick auf klinisches Bild und Zoonosepotential ebenso wie Hinweise auf Risikofaktoren erhalten werden. Um diese genauer zu ermitteln, sind allerdings weitere Studien notwendig. Schwachpunkt waren hier die variablen Therapieformen und die fehlende Überprüfung des Therapieerfolges mittels Kulturen, sowie die zum Teil fehlenden Angaben.

VII. ZUSAMMENFASSUNG

Die vorliegende Studie bestand aus drei Teilen. Im ersten Teil wurden 2153 Proben von Meerschweinchen (n = 1132) und Kaninchen (n = 1021) mit Verdacht auf Dermatophytose, die im Jahr 2009 zu den drei teilnehmenden Laboren eingesandt worden waren, in Bezug auf Anteil der positiven Proben, isolierte Dermatophytenspezies und Alters- und Geschlechtsabhängigkeit retrospektiv ausgewertet. Im zweiten Teil wurden gesunde Meerschweinchen (n = 164) und Kaninchen (n = 140), Tiere mit Hautveränderungen (26 Meerschweinchen, 19 Kaninchen) und mit anderen Krankheiten (25 Meerschweinchen, 32 Kaninchen) auf Dermatophyten untersucht. Im dritten Teil wurden Angaben einer Fragebogenaktion bei Tierärzten und Besitzern von Meerschweinchen (n = 101) und Kaninchen (n = 19) mit Dermatophytose zu Haltungs- und Fütterungsbedingungen, klinischen Symptomen, Diagnostik, Therapie und Zoonosefällen ausgewertet.

Meerschweinchen waren mit 38,1 % (431/1132) Dermatophyten-positiven Proben häufiger von einer Dermatophytose betroffen als Kaninchen mit 8,1 % (83/1021) Dermatophyten-positiven Proben. Bei beiden Tierarten war sowohl in der retrospektiven Auswertung als auch in der Fragebogenaktion *T. mentagrophytes* die am häufigsten isolierte Dermatophytenspezies: bei den Meerschweinchen in 91,6 (395/431) und 97,0 % (98/101) und bei den Kaninchen in 72,3 (60/83) und 79,0 % (15/19) der Dermatophyten-positiven Fälle. Als weitere Dermatophytenspezies konnten bei den Meerschweinchen *M. canis*, *M. gypseum*, *T. terrestre*, *M. equinum* und *M. audouinii* isoliert werden, bei den Kaninchen waren es *M. canis*, *M. gypseum*, *T. terrestre* und *M. audouinii*. Asymptomatische Träger konnten nur bei den Meerschweinchen und zwar in 8,5 % (14/164) der Fälle festgestellt werden. Sowohl bei den Meerschweinchen als auch bei den Kaninchen waren die *T.-m.*-positiven Tiere signifikant jünger als die negativen Tiere ($p < 0,0001$) und als die Gesundtiere aus dem prospektiven Teil der Studie ($p < 0,001$). Die Dermatophytose äußerte sich bei Meerschweinchen und Kaninchen am häufigsten als alopezische Hautveränderungen mit Schuppen und/oder Krusten im Kopfbereich. Juckreiz trat in ca. der Hälfte der Fälle auf. Die Therapieschemata waren bei Meerschweinchen und Kaninchen sehr variabel, wobei als Wirkstoffe bei beiden Tierarten am häufigsten Enilconazol (Imaverol[®],

Janssen Animal Health, Neuss, Deutschland) und Itraconazol (Itrafungol[®], Janssen Animal Health, Neuss, Deutschland) eingesetzt wurden. Bei den Meerschweinchen wurde nur Miconazol in Kombination mit Polymyxin B und Prednisolon (Surolan[®], Janssen Animal Health, Neuss, Deutschland) noch häufiger verwendet. In ca. einem Viertel der Fälle traten sowohl bei Meerschweinchen (18/74) als auch bei Kaninchen (3/11) mit Dermatophytose in den Familien Zoonosefälle auf. Bei den Kaninchen waren nur Kinder betroffen, bei den Meerschweinchen in der Hälfte der Fälle (9/18) nur Kindern und in weiteren 22,2 % (4/18) Kinder und Erwachsene. In den Zoonosefällen ausgehend von Meerschweinchen waren bei den erkrankten Personen am häufigsten das Gesicht, der Hals und die Arme betroffen, ausgehend von Kaninchen waren es die Hände. Juckreiz trat bei 83,3 % (15/18) der von Meerschweinchen infizierten Menschen und bei allen von Kaninchen infizierten Patienten auf.

Dies ist die erste Studie, in der über 2000 mykologische Proben von Meerschweinchen und Kaninchen untersucht, Befunde von Hautpatienten denen von gesunden Tieren und Tieren mit anderen Krankheiten gegenübergestellt wurden und Fragebögen von Tierärzten und Besitzern von infizierten Tieren unter anderem in besonderem Hinblick auf das Zoonosepotential ausgewertet wurden. Die Studie liefert wichtige Hinweise in Bezug auf Prävalenz und Zoonosepotential, genauere Aussagen zu Therapie und Risikofaktoren bedürfen weiterer Studien.

VIII. SUMMARY

The present study consisted of three parts. In the first part of the study 2153 samples of Guinea pigs ($n = 1132$) and rabbits ($n = 1021$) with suspected dermatophytosis sent to three participating laboratories in 2009 were analysed retrospectively in regard to number of positive samples, isolated dermatophytes and age and gender predisposition. In the second part, healthy Guinea pigs ($n = 164$) and rabbits ($n = 140$), animals with skin lesions (26 Guinea pigs, 19 rabbits) and with others than skin diseases (25 Guinea pigs, 32 rabbits) were tested for dermatophytes and in the third part veterinarians and owners of Guinea pigs ($n = 101$) and rabbits ($n = 19$) with dermatophytosis provided information about keeping and feeding of the animals, clinical signs, diagnostic, therapy and zoonosis in a questionnaire.

Guinea pigs with 38.1 % (431/1132) of dermatophyte-positive samples were more often affected than rabbits with 8.1 % (83/1021) dermatophyte-positive samples. *T. mentagrophytes* was the species isolated most often in Guinea pigs (91.6 (395/431) and 97.0 % (98/101) of positive samples) and rabbits (72.3 (60/83) and 79.0 % (15/19) of positive samples) in the retrospective part of the study as well as in the questionnaires. Other dermatophytes found were *M. canis*, *M. gypseum*, *T. terrestre*, *M. equinum* and *M. audouinii* in Guinea pigs and *M. canis*, *M. gypseum*, *T. terrestre* and *M. audouinii* in rabbits. Dermatophytes were found in 8.5 % (14/164) of asymptomatic Guinea pigs and in none of the rabbits. Guinea pigs and rabbits positive for *T. mentagrophytes* were significantly younger than the negative animals ($p < 0.0001$) and the asymptomatic animals of the prospective part of the study ($p < 0.001$). Clinical signs seen in Guinea pigs and rabbits with dermatophytosis were in most of the cases alopecia with scaling and/or crusts on the head. About half of the animals showed pruritus. The therapies used against dermatophytosis in Guinea pigs and rabbits were variable, but enilconazole (Imaverol[®], Janssen Animal Health, Neuss, Germany) and itraconazole (Itrafungol[®], Janssen Animal Health, Neuss, Germany) were the antifungal agents used the most often. In Guinea pigs, only miconazole in combination with polymyxin B and prednisolone (Surolan[®], Janssen Animal Health, Neuss, Germany) was applied more often. In approximately a quarter of cases of Guinea pigs (18/74) and rabbits (3/11) with dermatophytosis family

members were affected as well. In households with rabbits children were the only ones affected, in Guinea pigs in half of the cases (9/18) only children and in additional 22.2 % (4/18) children and adults were affected. In cases of transmission of dermatophytes from Guinea pigs the face, neck and arms of the human patients were affected the most often, in cases of rabbits the hands. Pruritus was seen in 83.3 % (15/18) of the cases from Guinea pigs and in all the cases from rabbits.

This is the first study which analysed over 2000 mycological samples of Guinea pigs and rabbits, compared findings in animals with skin disease to those of healthy animals and animals with other diseases and evaluated questionnaires answered by veterinarians and owners of Guinea pigs and rabbits with dermatophytosis particularly with regard to the zoonotic risk. The study provides important information in regard to prevalence and zoonotic risk. In regard to therapy and risk factors additional studies are necessary.

IX. LITERATURVERZEICHNIS

Abanmi A, Bakheshwain S, El Khizzi N, Zouman AR, Hantirah S, Al Harthi F, Al Jamal M, Rizvi SS, Ahmad M, Tariq M. Characteristics of superficial fungal infections in the Riyadh region of Saudi Arabia. *Int J Dermatol* 2008; 47: 229-35.

Aho R. Studies on fungal flora in hair from domestic and laboratory animals suspected of dermatophytosis. I. Dermatophytes. *Acta Pathol Microbiol Scand B* 1980; 88: 79-83.

Ajello L. A taxonomic review of the dermatophytes and related species. *Sabouraudia* 1968; 6: 147-59.

Ajello L. Natural history of the dermatophytes and related fungi. *Mycopathol Mycol Appl* 1974; 53: 93-110.

Akbaba M, Ilkit M, Sutuluk Z, Ates A, Zorba H. Comparison of hairbrush, toothbrush and cotton swab methods for diagnosing asymptomatic dermatophyte scalp carriage. *J Eur Acad Dermatol Venereol* 2008; 22: 356-62.

Ali-Shtayeh MS, Arda HM, Hassouna M, Shaheen SF. Keratinophilic fungi on the hair of cows, donkeys, rabbits, cats, and dogs from the West Bank of Jordan. *Mycopathologia* 1988; 104: 109-21.

Alteras I. Human dermatophyte infections from laboratory animals. *Sabouraudia* 1965; 4: 143-5.

Alteras I. Ringworm in rabbit due to *Trichophyton quinckeanum*. *Mycopathol Mycol Appl* 1966; 28: 361-7.

Alteras I, Evolceanu R. Occurrence of *Trichophyton mentagrophytes* in normal healthy laboratory animals. *Recent advances of human and animal mycology* 1967: 99-101.

Alteras I, Cojocar I. Human infection by *Trichophyton mentagrophytes* from rabbits. *Mykosen* 1969; 12: 543-4.

Aly R. Ecology and epidemiology of dermatophyte infections. *J Am Acad Dermatol* 1994; 31: S21-5.

Ameen M. Epidemiology of superficial fungal infections. *Clin Dermatol* 2010; 28: 197-201.

- Balsari A, Bianchi C, Cocilovo A, Dragoni I, Poli G, Ponti W. Dermatophytes in clinically healthy laboratory animals. *Lab Anim* 1981; 15: 75-7.
- Banks KL, Clarkson TB. Naturally occurring dermatomycosis in the rabbit. *J Am Vet Med Assoc* 1967; 151: 926-9.
- Beck W. Praxisrelevante Ektoparasiten und Dermatophytosen bei kleinen Heimsäugetern, Vögeln und Reptilien. *Prakt Tierarzt* 2003; 84: 752-62.
- Bilek J, Baranova Z, Kozak M, Fialkovicova M, Weissova T, Sesztakova E. *Trichophyton mentagrophytes* var. *quinckeanum* as a cause of zoophilic dermatomycosis in a human family. *Bratisl Lek Listy* 2005; 106: 383-5.
- Böhm KH, Bisping W. Latent skin fungus infections in animals and their importance for the epidemiology of animal and human dermatomycoses. *Dtsch Tierärztl Wochenschr* 1968; 75: 473-6.
- Böhm KH. Dermatomykosen bei kleinen Nagern. *Prakt Tierarzt* 1978; 59: 213-4.
- Böhm KH. Skin fungi as pathogens of zoonoses. *Münch Med Wochenschr* 1983; 125: 1061-3.
- Bond R. Superficial veterinary mycoses. *Clin Dermatol* 2010; 28: 226-36.
- Bonk AF, Friedman L, Derbes VJ. Experimental Dermatophytosis. *J Invest Dermatol* 1962; 39: 281-6.
- Borgers M, Xhonneux B, Van Cutsem J. Oral itraconazole versus topical bifonazole treatment in experimental dermatophytosis. *Mycoses* 1993; 36: 105-15.
- Bosse K, Kreml-Lamprecht L, Burzynski Z, Kostanecki W. Die Beziehungen zwischen der *Trichophyton-mentagrophytes*-Infektion und dem Haarcyclus beim Meerschweinchen. *Arch Dermatol Res* 1964; 220: 1-7.
- Brilhante RS, Cordeiro RA, Gomes JM, Sidrim JJ, Rocha MF. Canine dermatophytosis caused by an anthropophilic species: molecular and phenotypical characterization of *Trichophyton tonsurans*. *J Med Microbiol* 2006; 55: 1583-6.
- Brillowska-Dabrowska A, Swierkowska A, Lindhardt Saunte DM, Arendrup MC. Diagnostic PCR tests for *Microsporum audouinii*, *M. canis* and *Trichophyton* infections. *Med Mycol* 2010; 48: 486-90.
- Bühlman A, Rieth, H. Über die Erkennung und Bedeutung von Dermatomykosen bei Haustieren. *Schweiz Arch Tierheilkd* 1962; 104: 437-545.

- Cabanes FJ, Abarca ML, Bragulat MR. Dermatophytes isolated from domestic animals in Barcelona, Spain. *Mycopathologia* 1997; 137: 107-13.
- Canny CJ, Gamble CS. Fungal diseases of rabbits. *Vet Clin North Am Exot Anim Pract* 2003; 6: 429-33.
- Carman MG, Rush-Munro FM, Carter ME. Dermatophytes isolated from domestic and feral animals. *N Z Vet J* 1979; 27: 136, 43-4.
- Cavalcanti JN, Guerra, J. L., Gambale, W., Correa, B., Paula, C. R. . Histopathologic and mycologic aspects of experimental infection of guinea pigs with *Microsporum canis*. *Braz J Vet Res Anim Sci* 2002; 39: 238-43.
- Chermette R, Ferreiro L, Guillot J. Dermatophytoses in animals. *Mycopathologia* 2008; 166: 385-405.
- Chittasobhon N, Smith JM. The production of experimental dermatophyte lesions in guinea pigs. *J Invest Dermatol* 1979; 73: 198-201.
- Connole MD, Yamaguchi H, Elad D, Hasegawa A, Segal E, Torres-Rodriguez JM. Natural pathogens of laboratory animals and their effects on research. *Med Mycol* 2000; 38 Suppl 1: 59-65.
- Dahl MV. Dermatophytosis and the immune response. *J Am Acad Dermatol* 1994; 31: 34-41.
- DeBoer DJ, Moriello KA. Development of an experimental model of *Microsporum canis* infection in cats. *Vet Microbiol* 1994; 42: 289-95.
- DeBoer DJ, Moriello KA, Blum JL, Volk LM. Effects of lufenuron treatment in cats on the establishment and course of *Microsporum canis* infection following exposure to infected cats. *J Am Vet Med Assoc* 2003; 222: 1216-20.
- Devliotou-Panagiotidou D, Koussidou-Eremondi T, Badillet G. Dermatophytosis in northern Greece during the decade 1981-1990. *Mycoses* 1995; 38: 151-7.
- Ditrich O, Otcenasek M, Zampachova I. Natural focus of microsporosis caused by *Microsporum canis* Bodin. *Folia Parasitol (Praha)* 1980; 27: 173-82.
- Donnelly TM, Rusha EM, Lackner PA. Ringworm in small exotic pets. *Semin Avian Exot Pet* 2000; 9: 82-93.
- Drouot S, Mignon B, Fratti M, Roosje P, Monod M. Pets as the main source of two zoonotic species of the *Trichophyton mentagrophytes* complex in

Switzerland, *Arthroderma vanbreuseghemii* and *Arthroderma benhamiae*. Vet Dermatol 2009; 20: 13-8.

Efuntoye MO, Fashanu SO. Fungi isolated from skins and pens of healthy animals in Nigeria. Mycopathologia 2002; 153: 21-3.

El-Fiki AY. Pilzkrankungen bei Haustieren und ihre Bedeutung als Infektionsquelle für den Menschen. Zentralbl für Vet Med 1959; 6: 505-37.

Ellis C, Mori M. Skin diseases of rodents and small exotic mammals. Vet Clin North Am Exot Anim Pract 2001; 4: 493-542.

Emmons CW. Dermatophytes. Natural grouping based on the form of the spores and accessory organs. Arch Dermatol Syphilol 1934; 30: 337-62.

English MP. The epidemiology of animal ringworm in man. Br J Dermatol 1972; 86: 78-87.

Ettig B. Guinea pigs as carriers of skin-pathogenic fungi. Dtsch Gesundheitsw 1960; 15: 2463-4.

Fegeler F. Untersuchungen zu aktuellen Fragen der medizinischen Mykologie. Mycoses 1958; 1: 147-64.

Fehr M. Hautkrankheiten bei Heimtieren. Prakt Tierarzt 1990; 10: 19-23.

Fehr M. Aspekte der Heimtierdermatologie. Kleintierprax 1992; 37: 393-401.

Feuerman E, Alteras I, Honig MD, Lehrer N. Saprophytic occurrence of *Trichophyton mentagrophytes* and *Microsporum gypseum* in the coats of healthy laboratory animals (Preliminary report). Mycopathologia 1975; 55: 13-5.

Franklin CL, Gibson SV, Caffrey CJ, Wagner JE, Steffen EK. Treatment of *Trichophyton mentagrophytes* infection in rabbits. J Am Vet Med Assoc 1991; 198: 1625-30.

Frealle E, Rodrigue M, Gantois N, Aliouat CM, Delaporte E, Camus D, Dei-Cas E, Kauffmann-Lacroix C, Guillot J, Delhaes L. Phylogenetic analysis of *Trichophyton mentagrophytes* human and animal isolates based on MnSOD and ITS sequence comparison. Microbiology 2007; 153: 3466-77.

Frey JR, Geleick H. Zur Wirkung von Griseofulvin auf die experimentelle Trichophytie des Meerschweinchens. Dermatologica 1959; 119: 132-48.

Gallo MG, Tizzani P, Peano A, Rambozzi L, Meneguz PG. Eastern cottontail

(*Sylvilagus floridanus*) as carrier of dermatophyte fungi. *Mycopathologia* 2005; 160: 163-6.

Georg LK. The relationship between the downy and granular forms of *Trichophyton mentagrophytes*. *J Invest Dermat u Syph* 1954; 23: 123-41.

Georg LK, Hand EA, Menges RA. Observations on rural and urban ringworm. *J Invest Dermatol* 1956; 27: 335-53.

Gip L, Martin B. Occurrence of *Trichophyton mentagrophytes* var. *asteroid*. on hairs of guinea pigs without ringworm lesions. *Acta Derm Venereol* 1964; 44: 208-10.

Götz H, Meinicke K. Behandlungsergebnisse mit Griseofulvin bei einer spontanen *Trichophyton-mentagrophytes*-Infektion der Kaninchen. *Der Hautarzt* 1961; 12: 105-8.

Grappel SF, Blank F. Role of keratinases in dermatophytosis. I. Immune responses of guinea pigs infected with *Trichophyton mentagrophytes* and guinea pigs immunized with keratinases. *Dermatologica* 1972; 145: 245-55.

Grappel SF. Role of keratinases in dermatophytosis. IV. Reactivities of sera from guinea pigs with heat-inactivated keratinase II. *Dermatologica* 1976; 153: 157-62.

Gräser Y, El Fari M, Vilgalys R, Kuijpers AF, De Hoog GS, Presber W, Tietz H. Phylogeny and taxonomy of the family *Arthrodermataceae* (dermatophytes) using sequence analysis of the ribosomal ITS region. *Med Mycol* 1999a; 37: 105-14.

Gräser Y, Kuijpers AF, Presber W, De Hoog GS. Molecular taxonomy of *Trichophyton mentagrophytes* and *T. tonsurans*. *Med Mycol* 1999b; 37: 315-30.

Gräser Y, Kuijpers AF, El Fari M, Presber W, de Hoog GS. Molecular and conventional taxonomy of the *Microsporum canis* complex. *Med Mycol* 2000; 38: 143-53.

Gräser Y, Scott J, Summerbell R. The new species concept in dermatophytes - a polyphasic approach. *Mycopathologia* 2008; 166: 239-56.

Green F, Balish E. Suppression of in vitro lymphocyte transformation during an experimental dermatophyte infection. *Infect Immun* 1979; 26: 554-62.

Green F, Balish E. *Trichophyton mentagrophytes* dermatophytosis in germfree guinea pigs. *J Invest Dermatol* 1980; 75: 476-80.

Greenberg JH, King RD, Krebs S, Field R. A quantitative dermatophyte infection model in the guinea pig--a parallel to the quantitated human infection model. *J Invest Dermatol* 1976; 67: 704-8.

Greer DL. An overview of common dermatophytes. *J Am Acad Dermatol* 1994; 31: S112-6.

Gugnani HC, Wattal BL, Sandhu RS. Dermatophytes and other keratinophilic fungi recovered from small mammals in India. *Mykosen* 1975; 18: 529-38.

Hagen KW. Ringworm in Domestic Rabbits: Oral Treatment with Griseofulvin. *Lab Anim Care* 1969; 19: 635-8.

Hagen KW, Gorham JR. Dermatophytes in fur animals: chinchilla, ferret, mink and rabbit. *Vet Med Sm Anim Clin* 1972; 67: 43-8.

Hämmerling R, Cieslicki, M. Dermatophyten sicher diagnostizieren und die Zoonosegefahr verringern. *Kleintierprax* 2009; 54: 639-52.

Harrenstien L, Gentz EJ, Carpenter JW. How to handle respiratory, ophthalmic, neurologic, and dermatologic problems in rabbits. *Vet Med* 1995; 90: 373-80.

Harvey C. Rabbit and rodent skin diseases. *Semin Avian Exot Pet* 1995; 4: 195-204.

Hashiguchi T, Ryu A, Itoyama T, Uchida K, Yamaguchi H. Study of the effective dose of a topical antifungal agent, omoconazole nitrate, on the basis of percutaneous pharmacokinetics in guinea-pigs and mice. *J Pharm Pharmacol* 1997; 49: 757-61.

Hay RJ, Jones RM. New molecular tools in the diagnosis of superficial fungal infections. *Clin Dermatol* 2010; 28: 190-6.

Hill PB, Moriello KA, Shaw SE. A review of systemic antifungal agents. *Vet Dermatol* 1995; 6: 59-66.

Hironaga M, Fujigaki T, Watanabe S. *Trichophyton mentagrophytes* skin infections in laboratory animals as a cause of zoonosis. *Mycopathologia* 1981; 73: 101-4.

Hoffmann R, Kolipp D, Koch HA. The importance of mice and various small mammals for the spread of dermatophytes and various keratinophilic fungi. A contribution of the epidemiology of dermatomycoses. *Mykosen* 1970; 13: 583-7.

- Hoppmann E, Barron HW. Rodent dermatology. *J Exot Pet Med* 2007a; 16: 238-55.
- Hoppmann E, Barron HW. Ferret and rabbit dermatology. *J Exot Pet Med* 2007b; 16: 225-37.
- Jacobs PH. Dermatophytes that infect animals and humans. *Cutis* 1988; 42: 330-1.
- Jaksch W. Dermatomykosen der Equiden, Karnivoren und einiger Rodentier in Österreich, mit einem Beitrag zur normalen Pilzflora der Haut. *Wien Tierärztl Monatsschr* 1963; 50: 645-78.
- Jänisch W, Koch HA. Einige Beobachtungen ueber Dermatomykosen bei Versuchstieren. *Z Versuchstierkd* 1965; 6: 12-8.
- Jenkins JR. Skin disorders of the rabbit. *Vet Clin North Am Exot Anim Pract* 2001; 4: 543-63.
- Kaplan W, Georg, L. K., Ajelloi, L. Recent developements in animal ringworm and their public health implications. *Ann NY Acad Sci* 1958; 70: 636-49.
- Katoh T. Dermatomycosis and environment. *Jpn J Med Mycol* 2006; 47: 63-7.
- Kawasaki M, Aso M, Inoue T, Ohsawa T, Ishioka S, Mochizuki T, Ishizaki H. Two cases of tinea corporis by infection from a rabbit with *Arthroderma benhamiae*. *Jpn J Med Mycol* 2000; 41: 263-7.
- Kerbs S, Greenberg J, Jesrani K. Temporal correlation of lymphocyte blastogenesis, skin test responses and erythema during dermatophyte infections. *Clin Exp Immunol* 1977; 27: 526-30.
- Khosravi AR, Mahmoudi M. Dermatophytes isolated from domestic animals in Iran. *Mycoses* 2003; 46: 222-5.
- Kligman AM. Pathophysiology of ringworm infections in animals with skin cycles. *J Invest Dermatol* 1956; 27: 171-85.
- Koch H. Kasuistische Mitteilung zur Epidemiologie von *Trichophyton-rubrum*-Erkrankungen. *Hautarzt* 1957; 8: 366-8.
- Koch H, Rieth H. Endemic trichophytosis in guinea pigs. *Arch Klin Exp Dermatol* 1958; 205: 577-85.
- Kral F. Classification, symptomatology and recent treatment of animal dermatomycoses (ringworm). *J Am Vet Med Assoc* 1955; 127: 395-402.

- Kral F. Skin diseases. *Adv vet sci* 1962; 7: 183-224.
- Künzel F, Schmerold I. Arzneimitteltherapie bei kleinen Heimtieren. *Wien Tierärztl Monatsschr* 2001; 88: 153-68.
- Kunstyr I, Matthiesen T. Trichophytosis in the guinea pig. *Tierärztl Prax* 1976; 4: 107-14.
- Langer H. Pigment-forming *Trichophyton mentagrophytes* strains in guinea pig trichophytosis. *Dermatol Wochenschr* 1959; 139: 621-7.
- Lehenkari E, Silvennoinen-Kassinen S. Dermatophytes in northern Finland in 1982-90. *Mycoses* 1995; 38: 411-4.
- Linek M. Update der Therapie von Dermatophytosen. *Kleintierprax* 2009; 54: 622-32.
- Liu D, Pearce L, Lilley G, Coloe S, Baird R, Pedersen J. A specific PCR assay for the dermatophyte fungus *Microsporum canis*. *Med Mycol* 2001; 39: 215-9.
- Lopez-Martinez R, Mier T, Quirarte M. Dermatophytes isolated from laboratory animals. *Mycopathologia* 1984; 88: 111-3.
- Lübke-Becker A, Kietzmann M, Lam A, Müller RS, Schnieder T, Straubinger RK. Bekämpfung von Dermatophytosen bei Hunden und Katzen. ESCCAP-Empfehlung Osnabrück 2009; www.esccap.de.
- Mackenzie DW. "Hairbrush Diagnosis" in detection and eradication of non-fluorescent scalp ringworm. *Br Med J* 1963; 2: 363-5.
- Mahmoudabadi AZ. A study of dermatophytosis in South West of Iran (Ahwaz). *Mycopathologia* 2005; 160: 21-4.
- Male O, Fritsch P. *Trichophyton mentagrophytes* caused epidemic and enzootic disease in a chinchilla farm. *Mykosen* 1966; 4: 74-84.
- Mancianti F, Nardoni S, Corazza M, D'Achille P, Ponticelli C. Environmental detection of *Microsporum canis* arthrospores in the households of infected cats and dogs. *J Feline Med Surg* 2003; 5: 323-8.
- Mantovani A. The role of animals in the epidemiology of the mycoses. *Mycopathologia* 1978; 65: 61-6.
- Mantovani A, Morganti L, Battelli G, Poglayen G, Tampieri MP, Vecchi G. The role of wild animals in the ecology of dermatophytes and related fungi. *Folia*

- Parasitol (Praha) 1982; 29: 279-84.
- Marshall KL. Fungal diseases in small mammals: therapeutic trends and zoonotic considerations. *Vet Clin North Am Exot Anim Pract* 2003; 6: 415-27.
- Matsumoto T, Ajello L. Current taxonomic concepts pertaining to the dermatophytes and related fungi. *Int J Dermatol* 1987; 26: 491-9.
- McAleer R. Keratinophilic fungi on four animal groups. *Aust Vet J* 1980a; 56: 387-90.
- McAleer R. An epizootic in laboratory guinea pigs due to *Trichophyton mentagrophytes*. *Aust Vet J* 1980b; 56: 234-6.
- Meier K-H. Parasitäre Dermatopathien der Heimtiere und ihre Bedeutung für den Menschen. *Kleintierprax* 1975; 20: 37-47, 73-83.
- Meinhof W. Isolierung und Identifizierung von Dermatophyten. *Zbl Bakt* 1990; 273: 229-45.
- Menges RW, Georg LK. An epizootic of ringworm among guinea pigs caused by *Trichophyton mentagrophytes*. *J Am Vet Med Assoc* 1956; 128: 395-8.
- Menges RW, Georg LK, Habermann RT. Therapeutic studies on ringworm-infected guinea pigs. *J Invest Dermatol* 1957; 28: 233-7.
- Menges RW, Georg LK. Survey of animal ringworm in the United States. *Public Health Rep* 1957; 72: 503-9.
- Meredith A. Skin diseases of rodents. *In Practice* 2010; 32: 16-21.
- Meyer G. Über zwei Laborinfektionen mit *Trichophyton mentagrophytes*, ausgehend von spontan erkrankten Meerschweinchen. *Mycoses* 1957; 1: 70-3.
- Michel A (2011). Boehringer Ingelheim Vetmedica GmbH, persönliche Mitteilung
- Mieth H, Leitner I, Meingassner JG. The efficacy of orally applied terbinafine, itraconazole and fluconazole in models of experimental trichophytoses. *J Med Vet Mycol* 1994; 32: 181-8.
- Mignon B, Brouta, F., Descamps, F., Losson, B. Le portage asymptomatique de *Microsporium canis* chez le chat. *Ann Med Vet* 2001: 174-7.
- Milan R, Alois R, Josef C, Jana B, Evzen W. Recombinant protein and DNA

vaccines derived from hsp60 *Trichophyton mentagrophytes* control the clinical course of trichophytosis in bovine species and guinea-pigs. *Mycoses* 2004; 47: 407-17.

Moriello KA. Diagnostic techniques for dermatophytosis. *Clin Tech Small Anim Pract* 2001; 16: 219-24.

Moriello KA, Deboer DJ, Volk LM, Sparkes A, Robinson A. Development of an in vitro, isolated, infected spore testing model for disinfectant testing of *Microsporum canis* isolates. *Vet Dermatol* 2004; 15: 175-80.

Nagino K, Shimohira H, Ogawa M, Uchida K, Yamaguchi H. Comparison of the therapeutic efficacy of oral doses of fluconazole and itraconazole in a guinea pig model of dermatophytosis. *J Infect Chemother* 2000a; 6: 41-4.

Nagino K, Shimohira H, Ogawa M, Uchida K, Yamaguchi H. Comparison of the therapeutic efficacy of oral doses of fluconazole and griseofulvin in a guinea pig model of dermatophytosis. *J Antibiot* 2000b; 53: 207-10.

Nakamura Y, Kano R, Nakamura E, Saito K, Watanabe S, Hasegawa A. Case report. First report on human ringworm caused by *Arthroderma benhamiae* in Japan transmitted from a rabbit. *Mycoses* 2002; 45: 129-31.

Negrone R. Historical aspects of dermatomycoses. *Clin Dermatol* 2010; 28: 125-32.

Nenoff P, Herrmann J, Gräser Y. *Trichophyton mentagrophytes sive interdigitale?* A dermatophyte in the course of time. *J Dtsch Dermatol Ges* 2007; 5: 198-202.

Papini R, Gazzano A, Mancianti F. Survey of dermatophytes isolated from the coats of laboratory animals in Italy. *Lab Anim Sci* 1997; 47: 75-7.

Petranyi G, Meingassner JG, Mieth H. Activity of terbinafine in experimental fungal infections of laboratory animals. *Antimicrob Agents Chemother* 1987; 31: 1558-61.

Pier AC, Smith JM, Alexiou H, Ellis DH, Lund A, Pritchard RC. Animal ringworm - its aetiology, public health significance and control. *J Med Vet Mycol* 1994; 32 Suppl 1: 133-50.

Pier AC, Hodges AB, Lauze JM, Raisbeck M. Experimental immunity to *Microsporum canis* and cross reactions with other dermatophytes of veterinary importance. *J Med Vet Mycol* 1995; 33: 93-7.

- Polano MK. Fungus infections from domestic animals and pets. *Ned Tijdschr Geneesk* 1977; 121: 121-5.
- Pollock C. Fungal diseases of laboratory rodents. *Vet Clin North Am Exot Anim Pract* 2003; 6: 401-13.
- Pombier EC, Kim JC. An epizootic outbreak of ringworm in a guinea-pig colony caused by *Trichophyton mentagrophytes*. *Lab Anim* 1975; 9: 215-21.
- Post K, Saunders JR. Topical treatment of experimental ringworm in guinea pigs with griseofulvin in dimethylsulfoxide. *Can Vet J* 1979; 20: 45-8.
- Poulain D, Tronchin G, Vernes A, Delabre M, Biguet J. Experimental study of resistance to infection by *Trichophyton mentagrophytes*: demonstration of memory skin cells. *J Invest Dermatol* 1980; 74: 205-9.
- Ranganathan S, Balajee SA, Raja SM. A survey of dermatophytosis in animals in Madras, India. *Mycopathologia* 1997; 140: 137-40.
- Refai M, Miligy M. *Trichophyton rubrum* infection in a family transmitted from a cat. *Mykosen* 1968; 11: 191-4.
- Robert R, Pihet M. Conventional methods for the diagnosis of dermatophytosis. *Mycopathologia* 2008; 166: 295-306.
- Rochette F, van Meirhaeghe P. Enilconazole as a treatment of naturally occurring dermatophytosis in rabbit farms: a review. *World Rabbit Science* 1997; 5: 7-11.
- Rochette F, Engelen M, Vanden Bossche H. Antifungal agents of use in animal health - practical applications. *J Vet Pharmacol Therap* 2003; 26: 31-53.
- Romano C, Gianni C, Papini M. Tinea capitis in infants less than 1 year of age. *Pediatr Dermatol* 2001; 18: 465-8.
- Rosen LB. Dermatologic Manifestations of Zoonotic Diseases in Exotic Animals. *J Exot Pet Med* 2011; 20: 9-13.
- Rosenthal SA, Goldfarb N, Baer RL. Therapeutic and preventive effects of griseofulvin in guinea pigs. *J Invest Dermatol* 1959; 33: 419-26.
- Rosenthal SA, Wapnick H. The value of Mackenzie's "Hair Brush" Technic in the isolation of *T. mentagrophytes* from clinically normal Guinea-Pigs. *J Invest Dermatol* 1963; 41: 5-6.
- Rush-Munro FM, Woodgyer AJ, Hayter MR. Ringworm in guinea-pigs. *Mykosen*

1977; 20: 292-6.

Rycroft AN, McLay C. Disinfectants in the control of small animal ringworm due to *Microsporum canis*. Vet Rec 1991; 129: 239-41.

Saito K, Kano R, Nakamura Y, Watanabe S, Hasegawa A. *Arthroderma benhamiae* infection in a rabbit. J Vet Med Sci 2001; 63: 929-31.

Saunte DM, Hasselby JP, Brillowska-Dabrowska A, Frimodt-Moller N, Svejgaard EL, Linnemann D, Nielsen SS, Haedersdal M, Arendrup MC. Experimental guinea pig model of dermatophytosis: a simple and useful tool for the evaluation of new diagnostics and antifungals. Med Mycol 2008; 46: 303-13.

Saxena SP, Rhoades HE. *Microsporum canis* infection in a rabbit. Sabouraudia 1970; 8: 235-6.

Seebacher C, Bouchara JP, Mignon B. Updates on the epidemiology of dermatophyte infections. Mycopathologia 2008; 166: 335-52.

Simaljakova M, Buchvald J, Olexova B. *Microsporum canis* infection in rabbits and its transmission to humans. Mycoses 1989; 32: 93-6.

Sinha BK, Prasad CB, Sinha MN, Prasad LN. Dermatophytosis due to *Microsporum gypseum* in a pet rabbit - a case report. Mykosen 1982; 25: 332-4.

Sinski JT, Kelley LM. A survey of dermatophytes isolated from human patients in the United States from 1982 to 1984. Mycopathologia 1987; 98: 35-40.

Smith JM, Rush-Munro FM, McCarthy M. Animals as a reservoir of human ringworm in New Zealand. Australas J Dermatol 1969; 10: 169-82.

Sparkes AH, Gruffydd-Jones TJ, Shaw SE, Wright AI, Stokes CR. Epidemiological and diagnostic features of canine and feline dermatophytosis in the United Kingdom from 1956 to 1991. Vet Rec 1993; 133: 57-61.

Sparkes AH, Werrett G, Stokes CR, Gruffydd-Jones TJ. Improved sensitivity in the diagnosis of dermatophytosis by fluorescence microscopy with calcafluor white. Vet Rec 1994; 134: 307-8.

Sprotte I, Wolframm G, Lötsch D. Zoonosen bei kleinen Heim- und Haustieren. Monatsh Vet Med 1985; 40: 201-5.

Stahl D, Onsberg P. Dermatophyte activity in guinea-pigs. Mykosen 1978; 21: 25-8.

- Stenwig H. Isolation of dermatophytes from domestic animals in Norway. *Nord Vet Med* 1985; 37: 161-9.
- Sun PL, Hsieh HM, Ju YM, Jee SH. Molecular characterization of dermatophytes of the *Trichophyton mentagrophytes* complex found in Taiwan with emphasis on their correlation with clinical observations. *Br J Dermatol* 2010; 163: 1312-8.
- Szili M, Kohalmi I. Endemic *Trichophyton mentagrophytes* infection of rabbit origin. *Mykosen* 1981; 24: 412-20.
- Tagami H, Watanabe S, Ofuji S. Trichophyтин contact sensitivity in guinea pigs with experimental dermatophytosis induced by a new inoculation method. *J Invest Dermatol* 1973; 61: 237-41.
- Tagami H, Natsume N, Aoshima T, Inoue F, Suehisa S, Yamada M. Analysis of transepidermal leukocyte chemotaxis in experimental dermatophytosis in guinea pigs. *Arch Dermatol Res* 1982; 273: 205-17.
- Tagami H. Epidermal cell proliferation in guinea pigs with experimental dermatophytosis. *J Invest Dermatol* 1985; 85: 153-5.
- Taplin D, Zaias N, Rebell G, Blank H. Isolation and recognition of dermatophytes on a new medium (DTM). *Arch Dermatol* 1969; 99: 203-9.
- Tietz HJ, Czaika V, Ulbricht HM, Sterry W. Tinea capitis in Germany. A survey in 1998. *Mycoses* 1999; 42 Suppl 2: 73-6.
- Torres-Rodriguez JM, Dronca MA, Rossell J, Madrenys N. Incidence of dermatophytoses in rabbit farms in Catalonia, Spain, and its repercussion on human health. *Eur J Epidemiol* 1992; 8: 326-9.
- Torres-Rodriguez JM, Martinez-Roig A. The importance of rabbits as source of human tinea. *Mikologia Lekarska* 2008; 15: 89-94.
- Van Cutsem J, Van Gerven F, Geerts H, Rochette F. Treatment with enilconazole spray of dermatophytosis in rabbit farms. *Mykosen* 1985; 28: 400-7.
- Van Rooij P, Detandt M, Nolard N. *Trichophyton mentagrophytes* of rabbit origin causing family incidence of kerion: an environmental study. *Mycoses* 2006; 49: 426-30.
- Vangeel I, Pasmans F, Vanrobaeys M, De Herdt P, Haesebrouck F. Prevalence of dermatophytes in asymptomatic guinea pigs and rabbits. *Vet Rec* 2000; 146: 440-

1.

Velasco Benito JA, Martin-Pascual A, Garcia Perez A. Epidemiologic study of dermatophytoses in Salamanca (Spain). *Sabouraudia* 1979; 17: 113-23.

Vendrig AA, Hendrikse JC. Fungus infection in a guinea pig as a cause of human infection (author's transl). *Tijdschr Diergeneeskd* 1978; 103: 548-51.

Vermout S, Tabart J, Baldo A, Mathy A, Losson B, Mignon B. Pathogenesis of dermatophytosis. *Mycopathologia* 2008; 166: 267-75.

Vermout SM, Brouta FD, Descamps FF, Losson BJ, Mignon BR. Evaluation of immunogenicity and protective efficacy of a *Microsporum canis* metalloprotease subunit vaccine in guinea pigs. *FEMS Immunol Med Microbiol* 2004; 40: 75-80.

Vilanova X, Casanovas M. Clinical and mycologic observations of an epidemic of trichophytosis transmitted from rabbit to man. *Presse Med* 1951; 59: 1760-2.

Vogel RA, Timpe AM. Spontaneous *Microsporum audouinii* infection in a guinea pig. *J Invest Dermatol* 1957; 28: 311-2.

Vogtle-Junkert U, Seeliger HP. Dermatomycoses caused by domestic animals with special reference to occupational infections. *Dtsch Med Wochenschr* 1976; 101: 551-7.

Vogtsberger LM, Harroff HH, Pierce GE, Wilkinson GE. Spontaneous dermatophytosis due to *Microsporum canis* in rabbits. *Lab Anim Sci* 1986; 36: 294-7.

Wahab S, Srivastava OP, Singh NB, Gupta SK. Comparative in vitro & in vivo evaluation of tolclate, tolnaftate, miconazole, clotrimazole & undecylenic acid against *Trichophyton mentagrophytes*. *Indian J Exp Biol* 1978; 16: 1200-2.

Walzl HL, Georgopoulos A. On the pathology of ringworm in the guinea pig (author's transl). *Mykosen* 1979; 22: 383-92.

Weisbroth SSS. *Microsporum gypseum* dermatophytosis in a rabbit. *J Am Vet Med Assoc* 1971; 159: 629-34.

Weiss R, Böhm KH, Mumme J, Nicklas W. 13 Years of veterinary mycological routine diagnostics. Isolation of dermatophytes in the years 1965-1977. *Sabouraudia* 1979; 17: 345-53.

Weiss R, Weber A. Kultureller Nachweis von Dermatomykoseerregern bei

- Heimtieren mit Hautveränderungen. *Prakt Tierarzt* 1983; 64: 827-30.
- Weitzman I, Summerbell RC. The dermatophytes. *Clin Microbiol Rev* 1995; 8: 240-59.
- Wenk P. On the causes of spontaneous healing in experimental guinea pig trichophytosis. *Z Tropenmed Parasitol* 1962; 13: 201-18.
- White SD, Bourdeau PJ, Meredith A. Dermatologic problems of rabbits. *Semin Avian Exot Pet* 2002; 11: 141-50.
- White SD, Bourdeau PJ, Meredith A. Dermatologic problems in Guinea pigs. *Compendium* 2003; 25: 690-700.
- www.pei.de. zuletzt abgerufen am 01.02.2012.
- www.vetidata.de. zuletzt abgerufen am 01.02.2012.
- Yamaguchi H, Uchida K. Once daily administration of terbinafine to guinea-pigs with experimental dermatophytosis. *Clin Exp Dermatol* 1989; 14: 108-9.
- Zaror L, Casas S. *Microsporum canis* in healthy angora rabbits (Valdivia, Chile). *Zentralbl Veterinarmed B* 1988; 35: 204-6.
- Zhang H, Ran Y, Liu Y, Zhang R, Lin X, Yan W, Dai Y. *Arthroderma vanbreuseghemii* infection in three family members with kerion and tinea corporis. *Med Mycol* 2009; 47: 539-44.
- Zrimsek P, Kos J, Pinter L, Drobnic-Kosorok M. Detection by ELISA of the humoral immune response in rabbits naturally infected with *Trichophyton mentagrophytes*. *Vet Microbiol* 1999; 70: 77-86.
- Zur G, Elad D. In vitro and in vivo effects of lufenuron on dermatophytes isolated from cases of canine and feline dermatophytoses. *J Vet Med B Infect Dis Vet Public Health* 2006; 53: 122-5.

X. ANHANG

Tab. 11: Literaturangaben zum Auftreten von Dermatophyten bei Meerschweinchen (A. = *Arthroderma*, k. A. = keine Angabe, M. = *Microsporum*, m. = *mentagrophytes*, spp. = spesies pluralis, T. = *Trichophyton*, TÄ = Tierärzte, var. = *varietas*, z. T. = zum Teil)

Quelle	Dermatophyten spp.	Anzahl betroffener Tiere	Herkunft	Hautveränderungen
<i>T. mentagrophytes</i>				
KUNSTYR & MATTHIESEN, 1976	<i>T. m.</i>	fast alle Tiere	Labor	ja
SMITH et al., 1969	<i>T. m.</i>	81,3 % (65/80)	Labor	27,7 % (18/65)
POMBIER & KIM, 1975	<i>T. m.</i>	75,0 % Linie A	Farm	ja
		25,0 % Linie B		
MENGES & GEORG, 1957	<i>T. m.</i>	70,5 % (141/200)	k. A.	ja
KAPLAN, 1958	<i>T. m.</i>	66,7 % (6/9)	k. A.	ja
JAKSCH, 1963	<i>T. spp., T. m.</i>	43,3 % (26/60)	Impfstoffwerk	nein
JÄNISCH & KOCH, 1965	<i>T. m.</i>	39,0 % (16/41)	Labor	ja
WEISS et al., 1979	<i>T. m.</i>	36,1 % (39/108)	Proben von TÄ eingesandt	k. A.
MEYER, 1957	<i>T. m.</i>	33,3 % (5/15)	Labor	ja
WEISS & WEBER, 1983	<i>T. m.</i>	33,3 % 11/33	Haustiere	ja
PAPINI et al., 1997	<i>T. m.</i>	30,4 % (7/23)	Labor	nein
ALTERAS & EVOLCEANU, 1967	<i>T. m.</i>	30,0 % (33/110)	Labor	nein
MCALEER, 1980a	<i>T. m.</i>	27,9 % (12/43)	Labor	nein
ETTIG, 1960	<i>T. m.</i>	27,5 % (11/14)	Labor	ja
VANGEEL et al., 2000	<i>T. m.</i>	23,5 % (4/17)	Labor	nein
CARMAN et al., 1979	<i>T. m.</i>	14,3 % (1/7)	k. A.	ja
ROSENTHAL & WAPNICK, 1963	<i>T. m.</i>	12,6 % (28/222)	Labor	nein

Fortsetzung Tab. 11: Literaturangaben zum Auftreten von Dermatophyten bei Meerschweinchen

Quelle	Dermatophyten spp.	Anzahl betroffener Tiere	Herkunft	Hautveränderungen
ETTIG, 1960	<i>T. m.</i>	5,0 % (2/40)	Labor	nein
BÖHM & BISPING, 1968	<i>T. m.</i>	4,4 % (9/206)	Labor, von verschiedenen Züchtern	nein
JAKSCH, 1963	<i>T. m.</i>	3,3 % (1/30)	Versuchstiere Tierklinik	33,3 % (10/30)
STENWIG, 1985	<i>T. m.</i>	15	k. A.	k. A.
SPROTTE et al., 1985	<i>T. m.</i>	10	Haustiere	k. A.
MEIER, 1975	<i>T. m.</i>	66,7 % (2/3)	Haustier Zoohandlung	ja
MCALEER, 1980a	<i>T. m.</i>	2	Labor	ja
VENDRIG & HENDRIKSE, 1978	<i>T. m.</i>	1	Haustier	ja
LANGER, 1959	<i>T. m.</i>	k. A.	Labor	ja
<i>T. spp.</i>				
JAKSCH, 1963	<i>T. spp.</i>	1	Tiergarten	ja
JAKSCH, 1963	<i>T. spp.</i>	1	Impfstoffwerk	ja
<i>T. m. var. mentagrophytes</i>				
BALSARI et al., 1981	<i>T. m. var. m.</i>	1,4 % (1/70)	Labor	nein
<i>T. m. var. granulosum/granulare</i>				
MENGES & GEORG, 1956	<i>T. m. var. granulare</i>	86,0 % (129/150)	Labor	ja
EL-FIKI, 1959	<i>T. m. var. granulosum/asteroides</i>	23,9 % (363/1518)	Labor	z. T.
AHO, 1980	<i>T. m. var. granulare</i>	20,0 % (2/10)	Labor	ja
FEUERMAN et al., 1975	<i>T. m. var. granulare</i>	7,9 % (5/63)	Labor	nein
KOCH & RIETH, 1958	<i>T. m. var. granulosum/asteroides</i>	7,0 % (74/1063)	Labor	25,6 % (272/1063)
MCALEER, 1980b	<i>T. m. var. granulare</i>	62	Labor	ja
POLANO, 1977	<i>T. m. var. granulosum</i>	1	Haustier	ja
<i>T. m. var. asteroides</i>				
GIP & MARTIN, 1964	<i>T. m. var. asteroides</i>	89,1 % (82/92)	Labor	nein
VOGTLE-JUNKERT & SEELIGER, 1976	<i>T. m. var. asteroides</i>	mehrere	Labor	ja

Fortsetzung Tab. 11: Literaturangaben zum Auftreten von Dermatophyten bei Meerschweinchen

Quelle	Dermatophyten spp.	Anzahl betroffener Tiere	Herkunft	Hautveränderungen
<i>T. m. var. lacticolor</i>				
LOPEZ-MARTINEZ et al., 1984	<i>T. m. var. lacticolor</i>	6,0 % (3/50)	Labor	nein
<i>T. m. var. quinckeanum</i>				
BILEK et al., 2005	<i>T. m. var. quinckeanum</i>	1	Haustier, stammt aus Zoo	ja
<i>A. vanbreuseghemii</i>				
HIRONAGA et al., 1981	<i>A. vanbreuseghemii</i>	23	Labor	ja
<i>A. benhamiae</i>				
DROUOT et al., 2009	<i>A. benhamiae</i>	28,6 % (6/21)	Haustier	ja
<i>T. quinckeanum</i>				
WEISS & WEBER, 1983	<i>T. quinckeanum</i>	3,0 % (1/33)	Haustiere	ja
<i>T. erinacei</i>				
RUSH-MUNRO et al., 1977	<i>T. erinacei</i>	7,5 % (3/40)	Zucht/Labor	nein
<i>T. verrucosum</i>				
BÖHM & BISPING, 1968	<i>T. verrucosum</i>	0,5 % (1/206)	Labor, von verschiedenen Züchtern	nein
POLANO, 1977	<i>T. verrucosum</i>	1	Haustier	ja
<i>T. rubrum</i>				
KOCH & RIETH, 1958	<i>T. rubrum</i>	22,9 % (25/109)	Labor	18,3 % (20/109)
KOCH, 1957	<i>T. rubrum</i>	2	Labor	ja
ALTERAS, 1965	<i>T. rubrum</i>	1	Labor	k. A.
<i>M. canis</i>				
MEIER, 1975	<i>M. canis</i>	33,3 % (1/3)	Haustier	ja
PAPINI et al., 1997	<i>M. canis</i>	26,1 % (6/23)	Labor	33,3 % (2/6)
SMITH et al., 1969	<i>M. canis</i>	6,3 % (5/80)	Labor	k. A.
WEISS et al., 1979	<i>M. canis</i>	0,9 % (1/108)	Proben von TÄ eingesandt	k. A.

Fortsetzung Tab. 11: Literaturangaben zum Auftreten von Dermatophyten bei Meerschweinchen

Quelle	Dermatophyten spp.	Anzahl betroffener Tiere	Herkunft	Hautveränderungen
<i>M. audouinii</i>				
VOGEL & TIMPE, 1957	<i>M. audouinii</i>	1	Quarantänestation eines Labors, stammt von Farm	ja
ALTERAS, 1965	<i>M. audouinii</i>	1	Labor	k. A.
<i>M. gypseum</i>				
FEUERMAN et al., 1975	<i>M. gypseum</i>	4,8 % (3/63)	Labor	nein

Tab. 12: Literaturangaben zum Auftreten von Dermatophyten bei Kaninchen (A. = *Arthroderma*, k. A. = keine Angabe, M. = *Microsporium*, m. = *mentagrophytes*, T. = *Trichophyton*, var. = *varietas*, z. T. = zum Teil)

Quelle	Dermatophyten spp.	Anzahl betroffener Tiere	Herkunft	Hautveränderungen
<i>T. mentagrophytes</i>				
JÄNISCH & KOCH, 1965	<i>T. m.</i>	96,9 % (31/32)	Labor	ja
CABANES et al., 1997	<i>T. m.</i>	57,4 % (27/47)	k. A.	ja
WEISS & WEBER, 1983	<i>T. m.</i>	18,9 % (7/37)	Haustier	ja
EFUNTOYE & FASHANU, 2002	<i>T. m.</i>	12,5 % (5/40)	k. A.	nein
ALI-SHTAYEH et al., 1988	<i>T. m.</i>	10,5 % (2/19)	k. A.	nein
VANGEEL et al., 2000	<i>T. m.</i>	9,6 % (2/21)	Tierhandlung	nein
ALTERAS & EVOLCEANU, 1967	<i>T. m.</i>	5,0 % (1,5/30)	Labor	nein
KHOSRAVI & MAHMOUDI, 2003	<i>T. m.</i>	4,0 % (1/25)	k. A.	ja
VANGEEL et al., 2000	<i>T. m.</i>	3,0 % (2/67)	Haustiere	nein
BANKS & CLARKSON, 1967	<i>T. m.</i>	204	Zucht	ja
VILANOVA & CASANOVAS, 1951	<i>T. m.</i>	14	Haustiere/ Zucht	ja
STENWIG, 1985	<i>T. m.</i>	4	k. A.	k. A.
MEIER, 1975	<i>T. m.</i>	2	Haustiere	ja
VANGEEL et al., 2000	<i>T. m.</i>	1	Tierhandlung	ja
<i>T. m. var. mentagrophytes</i>				
BALSARI et al., 1981	<i>T. m. var. m.</i>	0,5 % (1/215)	Labor	nein
VAN ROOIJ et al., 2006	<i>T. m. var. m.</i>	k. A.	Farm	ja
<i>T. m. var. granulosum/granulare</i>				
SZILI & KOHALMI, 1981	<i>T. m. var. granulosum</i>	alle 5500 Tiere	Zucht	ja
TORRES-RODRIGUEZ et al., 1992	<i>T. m. var. granulosum</i>	76,4 % (142,1/186 Farmen)	Farm	82,8 % (154/186 Farmen)

Fortsetzung Tab. 12: Literaturangaben zum Auftreten von Dermatophyten bei Kaninchen

Quelle	Dermatophyten spp.	Anzahl betroffener Tiere	Herkunft	Hautveränderungen
ALTERAS & COJOCARU, 1969	<i>T. m. var. granulare</i>	30,0 % (24/80)	Labor	ja
EL-FIKI, 1959	<i>T. m. var. granulosum/asteroides</i>	9,0 % (19/212)	Labor	z. T.
FEUERMAN et al., 1975	<i>T. m. var. granulare</i>	6,5 % (2/31)	Labor	nein
TORRES-RODRIGUEZ et al., 1992	<i>T. m. var. granulosum</i>	6,5 % (2/31 Farmen)	Farm	nein
MCALEER, 1980b	<i>T. m. var. granulare</i>	2	Labor	ja
AHO, 1980	<i>T. m. var. granulare</i>	1	Labor	ja
<i>T. m. var. lacticolor</i>				
LOPEZ-MARTINEZ et al., 1984	<i>T. m. var. lacticolor</i>	36,0 % (18/50)	Labor	nein
<i>A. benhamiae</i>				
KAWASAKI et al., 2000	<i>A. benhamiae</i>	1	Haustier	ja
SAITO et al., 2001	<i>A. benhamiae</i>	1	Haustier	ja
NAKAMURA et al., 2002	<i>A. benhamiae</i>	1	Haustier	ja
<i>T. quinckeanum</i>				
ALTERAS, 1966	<i>T. quinckeanum</i>	1	k. A.	ja
<i>T. verrucosum</i>				
ALI-SHTAYEH et al., 1988	<i>T. verrucosum</i>	15,8 % (3/19)	k. A.	nein
<i>T. equinum</i>				
ALI-SHTAYEH et al., 1988	<i>T. equinum</i>	10,5 % (2/19)	k. A.	nein
<i>T. terrestre</i>				
CARMAN et al., 1979	<i>T. terrestre</i>	14,3 % (2/14)	k. A.	ja
<i>M. canis</i>				
VOGTSBERGER et al., 1986	<i>M. canis</i>	90,9 % (10/11)	Labor	z. T.
SIMALJAKOV A et al., 1989	<i>M. canis</i>	90,0 % (45/50)	Farm	100
SIMALJAKOV A et al., 1989	<i>M. canis</i>	große Anzahl/19.000	Farm	ja
VAN CUTSEM et al., 1985	<i>M. canis</i>	56,7 % (17/30)	Farm	nein

Fortsetzung Tab. 12: Literaturangaben zum Auftreten von Dermatophyten bei Kaninchen

Quelle	Dermatophyten spp.	Anzahl betroffener Tiere	Herkunft	Hautveränderungen
ZAROR & CASAS, 1988	<i>M. canis</i>	54,7 % (110/201)	Farm	nein
VAN CUTSEM et al., 1985	<i>M. canis</i>	35,7 % (157/440)	Farm	ja
CABANES et al., 1997	<i>M. canis</i>	25,5 % (12/47)	Farm	ja
VAN CUTSEM et al., 1985	<i>M. canis</i>	23,4 % (193/826)	Farm	ja
KHOSRAVI & MAHMOUDI, 2003	<i>M. canis</i>	8,0 % (2/25)	k. A.	ja
TORRES-RODRIGUEZ et al., 1992	<i>M. canis</i>	2	Farm	k. A.
SAXENA & RHOADES, 1970	<i>M. canis</i>	1	Haustier	ja
STENWIG, 1985	<i>M. canis</i>	1	k. A.	k. A.
ALTERAS, 1965	<i>M. canis</i>	k. A.	Labor	k. A.
<i>M. distortum</i>				
EFUNTOYE & FASHANU, 2002	<i>M. distortum</i>	5,0 % (2/40)	k. A.	nein
<i>M. persicolor</i>				
KHOSRAVI & MAHMOUDI, 2003	<i>M. persicolor</i>	4,0 % (1/25)	k. A.	ja
<i>M. nanum</i>				
ALI-SHTAYEH et al., 1988	<i>M. nanum</i>	10,5 % (2/19)	k. A.	nein
<i>M. audouinii</i>				
ALI-SHTAYEH et al., 1988	<i>M. audouinii</i>	5,3 % (1/19)	k. A.	nein
<i>M. gypseum</i>				
EFUNTOYE & FASHANU, 2002	<i>M. gypseum</i>	30,0 % (12/40)	Gehegematerial	
KHOSRAVI & MAHMOUDI, 2003	<i>M. gypseum</i>	20,0 % (5/25)	k. A.	ja
WEISBROTH, 1971	<i>M. gypseum</i>	1	Haustier	ja
SINHA et al., 1982	<i>M. gypseum</i>	1	Haustier	ja

Tab. 13: Literaturangaben zur Übertragung von Dermatophytenspezies von Meerschweinchen auf Menschen (entzündl. = entzündlich, k. A. = keine Angabe, *M.* = *Microsporum*, *m.* = *mentagrophytes*, medizin. = medizinisch, spp. = Spezies pluralis, *T.* = *Trichophyton*, var. = *varietas*)

Quelle	Dermatophyten spp.	Herkunft der Tiere	betroffene Personen	Klinik Mensch	
ALTERAS, 1965	<i>T. m.</i>	Labor	17 Mitarbeiter	4 x Arm, 11 x Hand, 1 x Gesicht, 1 x Bein, 1 x Rumpf, 1 x Bart	meist runde, klar umschriebene Läsionen mehr oder weniger entzündl. 2 – 6 cm
	<i>M. audouinii</i>		1 Mitarbeiter	Hand	
	<i>T. rubrum</i>		1 Mitarbeiter	Hand	
BILEK et al., 2005	<i>T. m. var. quinckeanum</i>	Haustier, stammt aus Zoo	Besitzer	einzelne ovale, ringförmige Läsion im Gesicht, 3 cm	
			Sohn	ovale ringförmige Läsion, 2 – 3 cm, Brust	
FEGELER, 1958	<i>T. m.</i>	Labor	Laborantin	Oberarm	
JAKSCH, 1963	<i>T. spp.</i>	Impfstoffwerk	technische Assistentin	k. A.	
KOCH, 1957	<i>T. rubrum</i>	Labor	Doktorand	geröteter, stark schuppender Herd mit mehreren Follikulitiden am linken Handrücken	
KOCH & RIETH, 1958	<i>T. m. var. asteroides</i>	Labor	Mitarbeiter	k. A.	
	<i>T. rubrum</i>				
	<i>T. m. var. granulosum</i>				
KUNSTYR & MATTHIESEN, 1976	<i>T. m.</i>	Labor	Tierpfleger-in	Gesicht, Hände, Unterarm; kreisförmige, leicht aufgewölbte, rötliche Herde	
LANGER, 1959	<i>T. m.</i>	Haustier	Junge	Herd an Thoraxwand	
		Labor	medizin.-technische Assistentin	oberflächlicher Trichophytieherd an der Wange	
MCALFEER, 1980b	<i>T. m. var. granulare</i>	Labor	Mitarbeiter	Läsion am Handgelenk	

Fortsetzung Tab. 13: Literaturangaben zur Übertragung von Dermatophytenspezies von Meerschweinchen auf Menschen

Quelle	Dermatophyten spp.	Herkunft der Tiere	betroffene Personen	Klinik Mensch
MCALÉER, 1980a	<i>T. m.</i>	Labor	Mitarbeiter	k. A.
MEIER, 1975	<i>T. m.</i>	Haustier	Besitzer	k. A.
		Zoohandlung	k. A.	
MEYER, 1957	<i>T. m.</i>	Labor	technische Assistentin	Zeigefinger, stark juckender, geröteter und infiltrierter Herd, am Rand einzelne, kleine Bläschen
			technische Assistentin	ähnliche Veränderung an Daumen und Unterarm
POLANO, 1977	<i>T. verrucosum</i>	Haustiere	Mädchen	vor linkem Ohr squamös-erythematöse, scharf begrenzte Hautveränderung, 4 x 10 cm
	<i>T. m. var. granulata</i>		Junge	erythematöse Hautveränderung mit Bläschen im Gesicht, 5 cm
VENDRIG & HENDRIKSE, 1978	<i>T. m.</i>	Haustiere	Besitzerin	scharf begrenzte Läsion an rechter Wange, ca. 5 cm
VOGTLE-JUNKERT & SEELIGER, 1976	<i>T. m. var. asteroides</i>	Labor	Tierpfleger	Effloreszenzen am rechten Unterarm, 3 cm
			medizin.-technische Assistentin	Hautveränderungen am rechten Mittelfinger

Tab. 14: Literaturangaben zur Übertragung von Dermatophytenspezies von Kaninchen auf Menschen (A. = *Arthroderma*, entzündl. = entzündlich, k. A. = keine Angabe, M. = *Microsporum*, m. = *mentagrophytes*, spp. = spezies pluralis, T. = *Trichophyton*, v. a. = vor allem, var. = *varietas*)

Quelle	Dermatophyten spp.	Herkunft der Tiere	betroffene Personen	Klinik Mensch	
ALTERAS, 1965	<i>T. m.</i>	Labor	4 Mitarbeiter	2 x Hand, 1 x Arm, 1 x Bart	meist runde, klar umschriebene Läsionen, mehr oder weniger entzündl., 2 – 6 cm
	<i>M. canis</i>		1 Mitarbeiter	Hand	
ALTERAS & COJOCARU, 1969	<i>T. m. var. granulare</i>	Labor	Mitarbeiterin	3 erythematös-squamöse, stark entzündliche, runde Läsionen (4 – 5 cm) an Arm, Hand und Oberschenkel, am Rand jeweils Kette von kleinen Bläschen	
CARMAN et al., 1979	<i>T. m. var. m.</i>	Wildtiere	4 Familienmitglieder	k. A.	
FRANKLIN et al., 1991	<i>T. m.</i>	Farm	Mitarbeiter	k. A.	
KAWASAKI et al., 2000	<i>T. m., A. benhamiae</i>	Haustier	Mutter	runde Läsion an Schulter mit schuppendem Erythem, 3,5 x 4,5 cm; Läsion mit multiplen, miliaren Papeln am Schienbein; beide juckend	
			Tochter	runde, scharf begrenzte, gerötete Läsionen mit erhöhtem Rand und Schuppen; an Hals, Handgelenk, Unterarm	
MEIER, 1975	<i>T. m.</i>	Haustiere	Besitzer	k. A.	

Fortsetzung Tab. 14: Literaturangaben zur Übertragung von Dermatophytenspezies von Kaninchen auf Menschen

Quelle	Dermatophyten spp.	Herkunft der Tiere	betroffene Personen	Klinik Mensch
NAKAMURA et al., 2002	<i>A. benhamiae</i>	Haustier	beide Besitzer	juckende gerötete Hautveränderungen mit kleinen Bläschen am Oberschenkel; an Oberarm, Mundwinkel, Hüfte
ROMANO et al., 2001	<i>T. m.</i>	Haustiere	Großmutter	Gesicht, diskoider Lupus erythematodus-ähnliche Manifestation
			Kleinkind	Kerion im Nacken
SIMALJAKOVA et al., 1989	<i>M. canis</i>	Farm	Mädchen	Alopezieherd auf dem Kopf, 5 cm
			Mitarbeiterin	erythematosquamöser Infektionsherd am Oberschenkel
SZILI & KOHALMI, 1981	<i>T. m. var. granulosum</i>	Farm	38 Menschen (Mitarbeiter und Familienmitglieder, darunter 15 Kinder)	meist, runde/ovale erythematöspustulöse oder krustige Läsionen v. a. an unbedeckten Körperteilen, 4 x Kopf, 34 x Extremitäten
TORRES-RODRIGUEZ et al., 1992	<i>7 x T. m. var. granulosum</i>	Farm	10 beprobt; 77 % gaben an schon mal eine Dermatophytose gehabt zu haben	Schuppen und Rötung an Handrücken oder Arm
	<i>1 x M. canis</i>			
VAN ROOIJ et al., 2006	<i>T. m. var. m.</i>	Farm	2 Kinder	kleine, runde Läsion am Kopf; Kerion durch Kortikoide

Fortsetzung Tab. 14: Literaturangaben zur Übertragung von Dermatophytenspezies von Kaninchen auf Menschen

Quelle	Dermatophyt	Herkunft der Tiere	betroffene Personen	Klinik Mensch
VILANOVA & CASANOVAS, 1951	<i>T. m.</i>	Zucht, Haustiere	Züchter, Besitzer und Familienmitglieder; insgesamt 14 Fälle, davon 8 Kinder	Kerion der Kopfhaut und der Oberlippe; Hautflechte an Händen, Arm, Oberschenkel, Unterarm, Gesicht, Hals und Wange, z. T. mit zahlreichen Pusteln auf gerötetem Grund; erythematopustulöse, runde Läsionen an Wange und Gesicht; runde, erythematosquamöse Herde an Hals und Nacken; runde, erythematöse Herde an Hals und Fuß; runde, erythematovesikuläre Läsionen an Stirn, Unterarmen und Bauch; stark entzündliche Läsion an Fingern und Handinnenfläche

XI. TABELLENVERZEICHNIS

Tab. 1: Dermatophyten-Einteilung nach EMMONS (1934)	3
Tab. 2: Dermatophyten-Einteilung nach WEITZMANN und SUMMERBELL (1995)	3
Tab. 3: Dermatophyten-Einteilung nach GRAESER und Mitarbeiter (2008)	4
Tab. 4: Klinische Symptome und deren Lokalisation bei Meerschweinchen mit Dermatophytose	15
Tab. 5: Klinische Symptome und deren Lokalisation bei Kaninchen mit Dermatophytose	19
Tab. 6: Differenzierungsmerkmale ausgewählter Dermatophyten nach GREER (1994)	26
Tab. 7: Übersicht über Studien bei Meerschweinchen zu topischen Antimykotika	29
Tab. 8: Klinische Symptome von 101 Meerschweinchen mit Dermatophytose	77
Tab. 9: Lokalisation der Hautveränderungen von 101 Meerschweinchen mit Dermatophytose	77
Tab. 10: Therapie und Therapiedauer bei Meerschweinchen mit Dermatophytose	80
Tab. 11: Literaturangaben zum Auftreten von Dermatophyten bei Meerschweinchen	117
Tab. 12: Literaturangaben zum Auftreten von Dermatophyten bei Kaninchen	121
Tab. 13: Literaturangaben zur Übertragung von Dermatophytenspezies von Meerschweinchen auf Menschen	124
Tab. 14: Literaturangaben zur Übertragung von Dermatophytenspezies von Kaninchen auf Menschen	126

XII. DANKSAGUNG

Ein besonderer Dank geht an Prof. Dr. Ralf Müller und Dr. Jutta Hein für die Bereitstellung des interessanten Themas und die gewährte Hilfe und Unterstützung während des Verfassens der Arbeit.

Dr. Carola Sauter-Louis und Prof. Dr. Ralf Müller möchte ich für die Hilfe bei der statistischen Auswertung danken.

Außerdem gilt mein Dank meinen Kolleginnen im Team für kleine Heimtiere und Gesundheitsvorsorge der Medizinischen Kleintierklinik der LMU München für die Unterstützung beim Sammeln der Proben und hier besonders Karin Tausch und Nadine Binder für die Beprobung der Gesundtiere.

Des weiteren danke ich den drei teilnehmenden Laboren für die Bereitstellung der Daten von 2009, das Versenden der Fragebögen und die freundliche Zusammenarbeit.

Dr. Christiane Werckenthin und Gudrun Schulz aus dem Institut für Infektionsmedizin und Zoonosen der LMU München danke ich für die Anzucht und Differenzierung der Dermatophyten-Proben.

Bedanken möchte ich mich ebenfalls bei allen teilnehmenden Tierärzten und Tierbesitzern, die sich die Zeit genommen haben, den Fragebogen auszufüllen und auch für Rückfragen zur Verfügung standen.