

## 2 Literaturübersicht

### 2.1 Der Rotfuchs (*Vulpes vulpes*)

#### 2.1.1 Biologie und Ökologie

Der Fuchs hat mit dem Wolf zusammen von allen wildlebenden Carnivoren das größte Verbreitungsgebiet. Der von gemäßigttem Klima geprägte Lebensraum ziernht sich über die gesamte nördliche Erdhälfte und umfaßt nahezu sämtliche Festlandgebiete Nordamerikas, Europas, ganz Asiens, einschließlich Chinas und Japans. Im nördlichen Gebiet trifft der Fuchs bis auf die polare Grenze, wo die Lebensräume des Polarfuchses beginnen, die südliche Verbreitung erstreckt sich bis Nordafrika mit Ausnahme der Wüstengebiete.

Der Rotfuchs wurde 1864 von England aus nach Australien eingeführt und verbreitete sich dort mit Ausnahme des Nordterritoriums über das ganze Land (LABHARDT 1990).

Er besiedelt Lebensräume in allen Vegetations- und Klimazonen, von den Meeresküsten bis in Wüstengebiete Zentralasiens oder bis an die Schneefelder im Hochgebirge (bis 5400 m; in den Alpen wurden noch Würfe in 2500m festgestellt), in der ehemaligen Sowjetunion bis zum Barentsee, sogar bis zum 74. Breitengrad (BERRENS 1994).

Füchse gehören zur Klasse der Säugetiere (Mammalia), zur Ordnung der Raubtiere (Carnivora), zur Familie der Hundartigen (Canidae) und vereinigen mehrere Arten.

Die Gattung *Vulpes* umfaßt insgesamt 10 Arten. Es handelt sich hierbei um den:

Rotfuchs (*Vulpes vulpes*) mit 40 nicht gesicherten Unterarten,

Kit- oder Swiftfuchs (*Vulpes velox*) mit 2 Unterarten,

Kap- oder Kamafuchs (*Vulpes chama*),

Sand- oder Rüppelfuchs (*Vulpes rueppelli*),

Blaßfuchs (*Vulpes pallida*),

Afghan- oder Canafuchs (*Vulpes cana*),

Bengalfuchs (*Vulpes bengalensis*),

Tibetfuchs (*Vulpes ferrilata*) und den

Fennek oder Wüstenfuchs (*Vulpes zerda*)

und den Korsakenfuchs (*Vulpes corsac*).

Der Eis- oder Polarfuchs (*Alopex lagopus*) mit 9 Unterarten weicht in manchen Dingen von den echten Füchsen ab und wird deshalb heute einer eigenen Gattung zugeordnet (LABHARDT 1990).

Die Körperlänge beträgt 60 – 70 cm, dazu die Länge der Lunte um 32 – 48 cm. Die Schulterhöhe beläuft sich durchschnittlich 38 cm, die Körpermasse liegt zwischen 6 – 10 kg.

Die Ranzzeit erstreckt sich über die Monate Januar bis März. Zu dieser Zeit sind die Füchse auch tagsüber aktiver und bellen auch besonders häufig. Die hitzige Fähe „rennt“, oft von mehreren Rüden verfolgt (NÜßLEIN 1983). Wie bei allen Hundetieren „hängen“ sie bis zu 40 Minuten (ZIMEN 1987). Die Fähe trägt 7 ½ Wochen (51 Tage) und wirft zwischen 3 – 8 Welpen. Die anfangs blinden und zahnlosen Welpen leben 2 Wochen von der Muttermilch und werden dann zusätzlich an feste Nahrung gewöhnt, die sowohl von der Fähe, als auch gelegentlich vom Rüden herangeschafft wird. In den ersten 4 Wochen wird das Milchgebiß geschoben. Es besteht nur aus 28 Zähnen, und zwar aus den Schneidezähnen, den Eckzähnen (Fangzähnen) und den drei Prämolaren (P2, P3, P4). Der P1 und die Molaren erscheinen nur im Dauergebiß. Zwischen dem vierten und siebten Lebensmonat werden die Milchzähne durch die Dauerzähne ersetzt und der erste Prämolare (P1) und die Molaren werden geschoben (HASEDER & STINGLWAGNER 1996).

Die Zahnformel ist raubtiertypisch und entspricht dem typischen Gebiß aller Caniden wie Wolf und Haushund. Es ist mit spitzen Fangzähnen (Eckzähnen) und kräftigen Reißzähnen versehen. Der obere 4. Backenzahn (4. Prämolare) und der 5. untere Backenzahn (1. Molar) sind die Reißzähne, die als Quetschzangen wirkend, Muskelfleisch und Knochen zerkleinern können. Der Grad der Abnutzung der Unterkieferschneidezähne und des 1. Backenzahns geben einen Hinweis für die Altersschätzung der Tiere.

Erste Jagdzüge führt die Fähe mit dem vierteljährigen Wurf gemeinsam aus. Die sich schnell weiterentwickelnden Welpen werden dann auch rasch selbstständig. Der Rotfuchs darf das ganze Jahr über gejagt werden, dennoch dürfen die zur Aufzucht notwendigen Elterntiere bis zum Selbstständigwerden der Jungen nicht erlegt werden (NÜßLEIN 1983). (Jagdzeiten Berlin: Altfüchse: 11.11-31.1, Jungfüchse: 1.5-31.12, mündl. Mitteilung, Jagdnutzungsanweisung der Berliner Forsten, Forstamt Tegel)

Als Kulturfolger besitzt der Rotfuchs ein hervorragendes Anpassungsvermögen an die vom Menschen geschaffenen (antropogenen) Kulturlandschaften, die ihm ein umfangreiches Nahrungsangebot und zahlreiche Unterschlupfmöglichkeiten bieten (LABHARDT 1990).

MATEJKA et al. (1977) weisen den Fuchs als ausgesprochenen Ernährungsgeneralisten, dessen ungewöhnlich breites Nahrungsspektrum weitgehend von der Verfügbarkeit der Beute bestimmt wird, aus. Insbesondere zu Beginn der 90er Jahre war seine Populationsdichte aus verschiedenen Gründen stark angestiegen (GORETZKI 1995, 1998)

### *Allesfresser und Nahrungsopportunist*

Aufgrund der unzureichenden Betrachtung von übriggebliebenen Fraßresten auf den Bauen im Frühjahr, die sich naturgemäß auf große Beutetiere wie Hase, Reh, Fasan und Kleinhaustiere, die den Jungen herangebracht wurden, beschränkten, wurden diese Beutearten überbewertet und kleine Beutetiere völlig außer Acht gelassen. Dies hatte wiederum zur Folge, daß der Fuchs zum Schädling des Niederwildes erklärt und verstärkt verfolgt wurde.

Richtige Erkenntnisse über die Ernährungsgewohnheiten des Allesfressers konnten erst anhand genauer Analysen von Mageninhalten toter Füchse und von Nahrungsresten in gesammelten Losungen, gewonnen werden.

Der Fuchs ist ein Nahrungsopportunist, daß heißt, daß er sich an die Nahrung hält, die am besten, also in kürzester Zeit und mit geringstem Energieaufwand, zu fangen ist.

Durch die Nutzung eines breiten Nahrungsspektrums eines Allesfressers bieten sich dem Fuchs entscheidende Vorteile:

#### *1. Geringe Hungersterblichkeit*

Verändert sich eine Nahrungsart sowohl qualitativ als auch quantitativ, etwa jahreszeitlich bedingt, ermöglicht die vielseitige Ernährungsweise dem Fuchs ein opportunistisches Verhalten.

#### *2. Weite Verbreitung*

Aufgrund des breiten Nahrungsspektrums ist der Fuchs dazu in der Lage, weite Verbreitungsareale von unterschiedlicher ökologischer Prägung zu besiedeln, solange die Jungenaufzucht nicht beeinträchtigt wird.

#### *3. Geringer Raumannspruch*

Herrscht ein mannigfaltiges Nahrungsangebot vor, erlaubt dieses bei einer vielseitigen Ernährungsweise eine kleinräumige Nutzung. Durch das Ausweichen verschiedener Individuen auf unterschiedliche Nahrung kann hier die Konkurrenz um Nahrungsressourcen unter Artgenossen bis zu einem gewissen Maß eingeschränkt werden, womit es Platz für viele Füchse gibt.

## Jäger und Gejagte

Bevor die einzelnen Beutegruppen aufgeführt werden, ist es von Vorteil, das Verhältnis zwischen dem Fuchs und seiner Beute zu betrachten. Der Fuchs und seine Beute stehen im Wettbewerb zueinander. Das Überleben beider Arten wird durch die gegenseitige Selektion bedingte Anpassung im Verhalten und Körperbau ermöglicht, was zu einem Gleichgewicht führt. Der Jäger muß stets seine Jagdmethoden verbessern, wohingegen der Gejagte ständig seine Verhaltensweisen wie Tarnfärbung, Fluchtgeschwindigkeit, Verteidigung und Aufmerksamkeit perfektionieren muß. Mit einer hohen Reproduktionsleistung versucht das Beutetier den starken Feinddruck zu kompensieren.

Die Attraktivität eines Beutetieres wird von verschiedenen Faktoren bestimmt:

### 1. *Häufigkeit und Vorkommen*

Je höher die Beutetierdichte ist, desto höher ist die Begegnungsrate und desto geringer der Zeitaufwand es zu erbeuten.

### 2. *Verfügbarkeit*

Permanent zur Verfügung stehende Beutetiere sind lohnender als saisonal verfügbare (Winterschläfer, Wegzieher).

### 3. *Erbeutbarkeit*

Der aufzubringende Energieaufwand ist bei einem auffälligen, langsamen und wehrlosen Beutetier geringer als bei einem sich tarnenden, schnellen und wehrhaften Tier.

### 4. *Größe*

Viele kleine Beutetiere zu fangen erfordert einen höheren Energieaufwand als das Erbeuten eines großen Tieres. Außerdem liefert ein großes Beutetier mehr Energie als ein kleines.

Das ideale Beutetier sollte somit alle oben aufgeführten Eigenschaften vereinen, also wenig „Kosten“ (Energieaufwand) verursachen und viel „Nutzen“ (Energiegewinn) bringen (LABHARDT 1990).

### *Der Speiseplan*

MACDONALD (1993) hat in seinen Untersuchungen Kotproben von Füchsen aus der Innenstadt von Oxford analysiert und stellte fest, daß sie sich wie folgt zusammensetzten:

#### *Nahrungsabfälle*

Den größten Anteil des Fraßangebotes im Stadtbereich machen die Nahrungsabfälle des Menschen aus. Die Füchse durchstöbern nachts Mülleimer oder greifen umher liegende Abfälle auf.

#### *Regenwürmer und Kleinsäuger*

Regenwürmer stellen mit 60 – 70 % Proteinen, 7 – 10 % Fett und 8 – 20 % Kohlenhydraten ein sehr nahrhaftes Futter für viele Tiere dar. Die Studien im Raum Oxford belegten, daß über 10 % der aufgenommenen Kalorien der dort ansässigen Fuchspopulation von Regenwürmern stammte, in gewissen Monaten und Territorien waren es sogar bis zu 60 % (MACDONALD 1980). Sind Mäuse Mangelware, können Regenwürmer Ersatzproteinlieferanten sein, was dadurch belegt ist, daß ihre Reste häufig zusammen mit Obstresten, selten jedoch mit Mäuseresten vorhanden waren.

Die Regenwürmer kommen erst bei der Abenddämmerung und nachts an die Oberfläche, weil sie sehr lichtscheu sind. Des weiteren muß die Bodentemperatur über der Frostgrenze liegen (ab 3°C) und die Bodenoberfläche feucht sein. Ungünstige Witterungsbedingungen sind Frost, extreme Trockenheit und starker Wind, bei denen sie im Boden bleiben. Aufgrund ihrer starken Vibrationsempfindlichkeit ziehen sich die Regenwürmer bei Bodenerschütterungen sofort in die Löcher zurück.

Der Fuchs scheint bei der Suche mit gesenktem Kopf und nach vorn gerichteten Gehören die Würmer aufgrund der kratzenden Geräusche ihrer Borsten zu hören, ferner kann er ihre Bewegungen mittels seiner „Schnauzhaare“ wahrnehmen. Nach dem Ergreifen der Würmer mit den Schneidezähnen wird der Wurm durch Hochwerfen oder Seitwärtsschwenken des Kopfes aus dem Loch gerissen.

Kleinsäuger, wie zum Beispiel die Feldmaus, gehören mit zu der attraktivsten Beute für den Fuchs. Sie sind das ganze Jahr über verfügbar und einfach zu erbeuten. Ein kraft- und zeitaufwendiges Zerreißen wie bei größeren Beutetieren entfällt, da sie aufgrund ihrer geringen Größe ganz hinuntergeschluckt werden können.

Feldmäuse sind Kleinsäuger mit einer hohen Organvielfalt, die viele Nähr- und Ballaststoffe bei einem hohen Kaloriengehalt liefern.

Der Fuchs ortet die Beute, die sich durch Raschelgeräusche und Pfeiftöne verrät, schleicht sich heran, bis er die Maus lokalisiert hat und auf Sprungdistanz herangekommen ist. Die Sprungweite kann bis zu 4 m betragen. Befindet sich die Beute unmittelbar vor ihm, springt der Fuchs am Ort senkrecht in die Luft, drückt die Beute dann mit den Vorderpfoten auf den Boden, um den Tötungsbiß durchzuführen. Gelegentlich schüttelt er die Beute auch zu Tode. Anschließend schluckt er die Maus nach wenigen Kaubewegungen mit dem Kopf voran ab.

### *Vögel*

Auf die Bedeutung der Vögel für die Stadtfüchse in London, vor allem für die Jungenaufzucht hat HARRIS (1981) hingewiesen. Da die Vögel in den Städten im Winter mit dem ausgestreuten Futter ein optimales Nahrungsangebot vorfinden, kommen die anwesenden Arten, obwohl die Artenvielfalt geringer ist, in wesentlich höheren Dichten vor. Am häufigsten werden Singvögel erbeutet (76 %). Während Tauben an der zweiten Stelle stehen (16 %), macht das Hausgeflügel mit 7 % aller Vögel einen sehr geringen Anteil aus.

Eine leichte Beute für den Fuchs sind die Bodenbrüter in der Brutzeit, da sie während des Brütens auf ihren Eiern sitzen, sich auf ihre Tarnfärbung verlassen und fluchtgehemmt sind.

### *Kaninchen*

Wildkaninchen sind sehr ortstreu und leben in Kolonien mit hohen Besatzdichten. Es sind dämmerungs- und nachtaktive Tiere, die sich tagsüber im Freien versteckt halten. Sie sind sehr flink, wendig und vorsichtig, weshalb die Verfolgung im offenen Gelände auch meist erfolglos ist. Der Fuchs kann sich also nur unter Sichtschutz an die Beute heranschleichen und sie mit einem kurzen Sprint überraschen, oder Jungtiere und an Myxomatose oder Kokzidiose erkrankte und wenig aufmerksame Tiere überwältigen und erlegen.

### *Obst/ Früchte*

Ab Ende Juni finden Füchse in den Gärten ein reichhaltiges Früchteangebot. Die Aufnahme pflanzlicher Nahrung richtet sich sowohl nach dem Zuckergehalt als auch nach der Menge anderer erreichbarer Beute. Im Spätsommer/ Herbst frißt der Fuchs vorwiegend Heidelbeeren, Brom- und Himbeeren, Zwetschgen, Mirabellen, vereinzelt auch Hagebutten, Schlehen und Nüsse.

Wie Katzen und Hunde fressen Füchse hin und wieder auch Grashalme, um sich bei einer Magenübersäuerung überschüssiger Magensäfte zu entledigen (LABHARD 1990).

Aus schwedischen Untersuchungen von LINDSTRÖM (1983) geht hervor, daß Obst als Hauptlieferant von Kohlenhydraten für den Aufbau von Fettreserven von großer Bedeutung ist, wobei die Anreicherung von Fettdepots zwischen den Darmschlingen und unter der Haut vorwiegend im Herbst erfolgt, um somit während des Winters davon profitieren zu können

### *Insekten*

Insekten werden in den Monaten Mai bis September gern als zusätzliche Nahrung aufgenommen. Bevorzugt werden die jeweils im Jahreszyklus auftretenden Insektenarten gefressen, d.h. die Lauf- und Mistkäfer im Mai/ Juni, im August/ September zum Teil auch Heuschrecken. Ansonsten frißt der Fuchs Fliegen, Maden, Larven und unbehaarte Raupen.

### *Faktoren, die die Populationsentwicklung beeinflussen*

Der Fuchs hat eine sehr geringe Anzahl an natürlichen Feinden. Dazu gehören der Wolf, der Luchs, die Großraubvögel und wildernde Hunde. Die Anzahl der wildernden Hunde in Deutschland dürfte so gering sein, daß ihr wohl kaum eine Bedeutung für die Dezimierung der Fuchspopulation beigemessen werden kann. Die übrigen aufgeführten Feinde haben schon seit mehr als 200 Jahren in Deutschland an Bedeutung verloren. Abgesehen davon besagt die Tatsache, daß der Fuchs auf der Beuteliste seiner Feinde steht, nicht, daß er auch ein begehrtes Beuteobjekt ist (BEHRENDT 1955).

*Jagd:* Die Jagdzeit der Füchse ist ganzjährig. Nach dem BundesJagdGesetz sind die an der Aufzucht der Jungen beteiligten Elternteile während der Aufzuchtzeit zu schonen, dies ist etwa der Zeitraum von Anfang März bis Ende August. (Jagdzeiten Berlin: Altfüchse: 11.11-31.1, Jungfüchse: 1.5-31.12, mündl. Mitteilung, Jagdnutzungsanweisung der Berliner Forsten, Forstamt Tegel).

Die Länder können jedoch Ausnahmen erlassen, was z.B. beim Fuchs in Tollwutgebieten der Fall ist. Dies setzt allerdings voraus, daß auch die Jungtiere vorher restlos getötet werden.

Angesichts der erheblichen Zunahme der Bestände scheint eine stärkere Bejagung des Fuchses geboten, besonders im Hinblick auf das Geschehen um die Tollwut und den Fuchsbandwurm, um die Infektionskette zu unterbrechen. Allerdings bleibt der jagdliche Eingriff ohne erkennbaren Effekt auf die Populationsdynamik und Bestandsentwicklung. Ferner erholen sich die Fuchsbestände nach starker Dezimierung oder nach natürlichen Bestandseinbrüchen relativ schnell (BERRENS 1994).

*Krankheiten* : Empfindlich gegen Nässe, Kälte und Infektionskrankheiten, gehen bis zu 40 % der Welpen verloren, manche Gehecke sogar vollständig (BERRENS 1994).

Wesentliche Verluste verursachen nur die epidemischen Krankheiten mit letalem Verlauf, wohingegen alle übrigen Krankheiten sowohl den Gesundheitszustand des Fuchses gefährden, als auch einzelne örtliche Verluste bedingen. Die wichtigsten Infektionskrankheiten des Fuchses sind:

#### Virale Infektionen:

##### *Die Tollwut:*

Hierbei handelt es sich um eine für den Menschen hochgefährliche Zoonose, wobei aber auch andere Warmblüter stark gefährdet sind. Die Übertragung erfolgt durch einen Biß, Berührung (Speichel), die Ausbreitung erfolgt rasch, der Verlauf ist immer letal.

##### *Die Fuchsencephalitis:*

Die Übertragung des Virus erfolgt sowohl indirekt über den Kot und den Harn, als auch direkt durch das gegenseitige Belecken des Schnauzen- und Analbereiches. Klinische Symptome neben Nasenausfluß sind innere Blutungen der Organe und motorische Störungen mit Krämpfen.

##### *Die Staupe:*

Diese Krankheit tritt hauptsächlich bei Jungfüchsen auf, hat begrenzt örtlichen Charakter und eine hohe Mortalitätsrate. Es gibt verschiedene Verlaufsformen, die Symptome zeigen sich in Form von entzündlichen Erscheinungen der Augen, Hustenanfällen, Erbrechen, Durchfall, krampfartigen Anfällen und Lähmungserscheinungen.

Des Weiteren ist der Fuchs für ein Herpes-Virus empfänglich, an dem er sich durch die Aufnahme von verseuchtem Schweinefleisch infizieren kann. Dieses Virus ruft bei Haus- und Wildschweinen die Aujeszky-Krankheit hervor und kann einen seuchenartigen Verlauf nehmen.

### Bakterielle Infektionen

#### *Leptospirose:*

Hervorgerufen durch den Erreger *Leptospira interrogans*, der von infizierten Tieren über den Harn ausgeschieden wird, verläuft diese Krankheit für den Fuchs tödlich. Sie kann auch auf den Menschen übertragen werden. Überträger sind Nager wie z. B. die Wanderratte.

Typische Symptome sind Gelbsucht, Entzündungen des Magen-Darmtraktes, sowie der Leber und der Nieren.

Andere bakterielle Erkrankungen wie Milzbrand, Tularämie (Nagerpest) und Listeriose treten beim Fuchs nur sehr selten auf (LABHARDT 1990).

### Parasitäre Infektionen

Eine weitere wesentliche Rolle spielen die parasitären Krankheiten, die häufig eine Kachexie hervorrufen und damit auch die körperliche Leistungsfähigkeit herabsetzen. Im Allgemeinen sind Verluste durch Parasiten gering, bei einem Zusammentreffen von Infektionskrankheiten und Parasiten kann es allerdings schon zu Verlusten kommen, da die durch Parasiten geschwächten Füchse mit einer größeren Anfälligkeit auf Infektionskrankheiten reagieren werden (BEHRENDT 1955).

Laut BOCH & SCHNEIDAWIND (1988) beherbergt der Fuchs zahlreiche Parasitenarten, u.a. auch wichtige Zoonoseerreger wie *Echinococcus multilocularis*, *Trichinella spiralis* und *Toxocara canis*, die aufgrund des engen gemeinsamen Lebensraumes von Mensch, Haustier und Fuchs innerhalb des Stadtgebietes eine potentielle Gefährdung der Bevölkerung darstellen können.

Die von SCHEIN et al. (1991) veröffentlichte Untersuchung über die Parasitenfauna des Rotfuchses im Stadtgebiet von Berlin unter der besonderen Berücksichtigung der parasitären Zoonosen und der Rolle des Fuchses in der Epidemiologie der Lyme-Erkrankung (Borreliose) haben folgendes gezeigt: Die Befallsintensität der 100 Füchse (47 männliche und 53

weibliche) im Untersuchungszeitraum von November 1988 bis September 1989 war in den meisten Fällen nur gering bis mittelgradig, mit Ausnahme eines oft hochgradigen Befalls mit *Mesocestoides spp.* und *Sarcoptes canis*.

Beim Befall mit Ektoparasiten kam der Räude die größte Bedeutung zu. 28 % der untersuchten Füchse wies einen Befall mit *Sarcoptes canis* auf, wobei die Hälfte der infizierten Tiere (54 %) einen hochgradigen Befall aufwies, der stets mit Kachexie, Anämie und hoch bis mittelgradigem Endoparasitenbefall einherging. Die hohe Befallsrate in den Wintermonaten und bei älteren Tieren war besonders auffällig, was aber auch schon aus der Nutztierhaltung bekannt ist. Die *Sarcoptes*-Räude ist ein limitierender Faktor für die Fuchspopulation und verursacht häufig Todesfälle.

Des Weiteren wurden bei den Ektoparasiten 3 Ixodes-, 7 Floh-, und eine Haarlingsart nachgewiesen. Die Untersuchung auf Endoparasiten ergab einen Befall mit 6 Zestoden-, 7 Trematoden-, 10 Nematoden- sowie 3 Kokzidienarten. Die hohen Befallsraten mit Haken- und Spulwürmern, sowie *Mesocestoides* waren besonders auffällig. Negativ hingegen verliefen in allen Fällen die Untersuchungen auf *Trichinella spiralis* und *Echinococcus multilocularis*, dem Erreger der multilokulären Echinococcose des Menschen, der im süddeutschen Raum (SCHOTT & MÜLLER 1989), Rheiland-Pfalz (JONAS & HAHN 1984), Nordrhein-Westfalen (ZIMMERMANN 1990) und in Mitteldeutschland (Hessen und Thüringen, pers. Mitteilung) vorkommt und eine Tendenz zur Ausbreitung aufweist.

Die Untersuchung der Seren von 98 Füchsen auf *Borrelia burgdorferi*- Antikörper im ELISA ergab einen positiven Antikörpertiter von 15 %. Aufgrund dessen muß der Fuchs zu den Reservoirwirten von *Borrelia burgdorferi* gezählt werden.

#### Habitatnutzung, Territorialität, Homerange (Streifgebiet)

Nachdem Füchse mit dem Eintritt der Geschlechtsreife das elterliche Revier verlassen und sich in einem neuen Streifgebiet (Homerange) angesiedelt haben, verbringen sie in der Regel ihr Leben im selben Gebiet. Bei Änderungen der sozialen Umwelt, bei zu- oder abnehmender Populationsdichte können die Lage und Ausdehnung dieser Streifgebiete sich jedoch verändern. LABHARDT (1990) ist der Auffassung, daß das Streifgebiet im Laufe des Lebens eines Fuchses nicht starr, sondern flexibel ist. Dies ist besonders nach einer massiven Populationsverdünnung, wie dies zum Beispiel durch eine Tollwutwelle bedingt sein kann,

der Fall, da die Konkurrenz zwischen den Artgenossen aufgehoben ist, der soziale Druck nachläßt und der Fuchs somit versucht; mit der Reviererweiterung ihm geeignetere Gebiete zu erschließen.

Die Anforderungen an eine Home-range bestehen darin, daß sie dem Fuchs alle zum Überleben notwendigen Ressourcen zu allen Jahreszeiten bieten muß. Hierzu gehören Nahrung, Deckungsmöglichkeiten, um sich vor Feinden zu verbergen, Geschlechtspartner und Baue für die Welpenaufzucht.

Ein eigenes Wohngebiet hat demzufolge auf Lebenszeit gesehen große Vorteile. Dadurch, daß der Fuchs weiß, wo die Ressourcen sind, spart er Zeit und Energie bei deren Aufsuche. Ferner ist eine Standorttreue überhaupt Voraussetzung für eine erfolgreiche Welpenaufzucht, da diese anfangs ohnehin immobil und somit ortsgebunden sind (LABHARDT 1990).

Die Größe der Streifgebiete, das räumliche und zeitliche Verhalten der Füchse darin konnten erst mit Hilfe der Radiotelemetrie ermittelt werden.

Im Saarland durchgeführte Untersuchungen mit telemetrierten Füchsen ergaben, daß die Durchschnitts- und Streuungswerte der zurückgelegten Strecken, der Fortbewegungsgeschwindigkeit und die Länge aller Ruhephasen in der Nacht mit der Größe der Streifgebiete variierten. Füchse mit großen Revieren legten längere Strecken mit größerem Tempo unter Einhaltung kürzerer Ruhephasen zurück, als solche in kleinen Revieren.

MACDONALD (1980) wies nach, daß die Territoriumsgrößen von Rotfüchsen im Raum Oxford zwischen 18,6 ha und 72,0 ha variierten und die Fuchsgruppen aus 3 – 6 Füchsen bestanden, wobei die größten Gruppen keineswegs über die größten Territorien verfügten. Ausschlaggebend ist die ökologische Ausstattung der zu verteidigenden Gebiete.

Er definiert ein Territorium als eine besondere Art Streifgebiet, das gegen Nachbarn und Eindringlinge als Privateigentum verteidigt wird. Das Ausmaß eines Territoriums scheint von zwei Größen bestimmt zu werden: 1. Von der Verfügbarkeit der Nahrung, 2. Von den Verteidigungskosten.

Somit spielt auch das „Nutzen-Kosten“-Verhältnis zueinander eine entscheidende Rolle. Je größer ein Territorium, desto „teurer“ ist es auch zu verteidigen. Deshalb sollte man erwarten, daß Territorien gerade so groß sind, um die Bedürfnisse ihrer Bewohner noch zu erfüllen. Territorien mit sehr gutem Nahrungsangebot können unter sonst gleichen Bedingungen auch kleiner sein. In Gebieten mit hoher Fuchsdichte und vielen Eindringlingen sind die „Kosten“ den Privatbesitz zu verteidigen am aufwendigsten, wohingegen in Gebieten mit hoher

Mortalitätsrate die Territoriumsbesitzer es sich durchaus leisten können, den „Privatbesitz“ bis zu einer Größe auszubreiten, jenseits der sie keinen Nettovorteil mehr haben.

Die Territorien der Stadtfüchse sind lange nicht so stabil wie die der Landfüchse. Nach einer durchschnittlichen Besetzung der Reviere für zwei bis drei Wochen verschieben sich deren Grenzen aus verschiedenen Gründen; wie ständigen Umweltveränderungen und Störungen durch den Menschen, sowie der hohen Sterblichkeit der Stadtfüchse durch Unfälle und Vergiftungen. Die Limitation der Fuchsdichte erfolgt in der Stadt somit weniger über die Nahrung, sondern vielmehr auf eine soziale Weise.

DONCASTER (1987) analysierte mittels telemetrischer Untersuchungen die Bewegungsmuster von 28 Stadtfüchsen Oxfords und stellte hierbei fest, daß sich sowohl die Form als auch die Lage des Streifgebietes amöbenartig verlagerten. Die Drift der Gebiete war insgesamt dreimal so groß wie das Gebiet, das die Füchse im Laufe einiger Wochen durchstreiften (drifting territoriality).

Während Landfüchse Territoriumsgrößen von rund 250 ha beanspruchen, fand man bei den Stadtfüchsen solche von 28 ha in Bristol, 38 ha in Oxford und 150 ha in Edinburgh. Ein Territorium in Oxford wird von vier bis fünf Füchsen besiedelt, wodurch die insgesamt hohe Dichte in der Stadt zur Besetzung des verfügbaren Raumes mit einem lückenlosen Netz von Territorien führt, die sich wenig überlappen (LABHARDT 1990).

### Populationsdichte, Populationsdynamik und Populationsstruktur

Zur Bestimmung der Populationsverhältnisse im Rahmen der bisher vom Institut für Forstökologie und Walderfassung, Fachgebiet Wildtierökologie und Jagd, Eberswalde, veröffentlichten Untersuchungen zur Biologie und Ökologie des Rotfuchses (*Vulpes vulpes*), bediente man sich der folgenden Methoden (SCHNEIDER & STIEBLING 1999):

1. *Der Erfassung der Jagdstrecken* : Die Ermittlung der Jagdstrecken erfolgt in der Regel durch das Befragen der Jäger und aus den an die Untere Jagdbehörde gesandten Streckenlisten der Jagdausübungsberechtigten des Untersuchungsgebietes. Neben den gesteckten beinhalten diese auch die verendet bzw. verunfallt aufgefundenen Füchse.

2. *Der Bau- und Wurfbaukartierung*: Eine flächendeckende Bau- und Wurfbaukartierung erfolgt in den gesamten Untersuchungsgebieten üblicherweise über den Zeitraum mehrerer Jahre hinweg. Hierbei werden die Baustandorte zum Teil schon im Winter vor der

Wölperiode kartiert, und dann im Frühjahr erneut aufgesucht, um Anzeichen für die Anwesenheit von Welpen zu finden. Im Frühjahr werden dann Wurfbaue durch Sichtbeobachtungen von Welpen und auch weitere direkte und indirekte Anzeichen der Anwesenheit von Fuchswelpen nachgewiesen. Sehr bedeutungsvoll in diesem Zusammenhang ist die Verteilung der Exkreme der Jungfüchse, da anhand dieser eine Unterscheidung zwischen Fuchs- und Maderhundwurfbaue ausgemacht werden kann (STIEBLING et al. 1999).

Tabelle1: Indirekte und direkte Anzeichen für einen Fuchswurfbau (SCHNEIDER & STIEBLING 1999)

Anzeichen für einen Fuchswurfbau	
Indirekte	Direkte
Spielplätze mit niedergewalzter Vegetation in unmittelbarer Baunähe	Spuren der Welpen
Stark frequentierte Fuchspässe	Verstreut umherliegende Exkreme der Welpen
Umherliegende Nahrungsreste	Lautäußerungen der Welpen
Unangenehmer Geruch durch Kot, Urin u. Nahrungsreste	Am und im Bau
Gehäuftes Auftreten nekro- und koprophager Insekten	Totfunde von Welpen
Grabungen (Nahrungsdepots)	Sichtbeobachtungen von Welpen
Kratz- und Bißspuren an Gegenständen	

3. *Der Erfassung von Sichtbeobachtungen:* Befindet sich bei den durch die Sichtbeobachtungen erfaßten Welpen der nächste Wurfbau in größerer Entfernung als 500 m, wird davon ausgegangen, daß ein Wurfbau übersehen wurde. Des weiteren werden neben den durchgeführten Beobachtungen die Welpen auch gefangen und markiert, um eine Doppelzählung auszuschließen. Durch die Sichtbeobachtungen kann somit ein gewisser Anteil der zur Dunkelziffer zählenden Wurfbaue ermittelt werden. Dennoch muß immer eine gewisse Dunkelziffer zu Grunde gelegt werden.

4. *Der Populationsdichtebestimmung :* Die Ermittlung des Frühjahrsbesatzes erfolgt getrennt entsprechend der durch Wurfbaukartierung sowie durch Wurfbaukartierung und Sichtbeobachtungen erfaßten Anzahl an Fuchswürfen. Mit der Anzahl an Fuchswürfen läßt sich dann die Fuchsfamiliendichte ermitteln (Fuchsfamilien/ km<sup>2</sup>). Der daraus resultierende

Frühjahrsbesatz der sich an der Reproduktion beteiligter Tiere (Elterntiere/ km<sup>2</sup>) wird durch Multiplikation der Anzahl der Würfe mit dem Faktor 2,5 (Geschlechterverhältnis 1,5: 1 , Rüde: Fähe) unter der Annahme saisonaler Monogamie ermittelt, wobei der Anteil nicht reproduzierender Fähen im Faktor enthalten ist (Methode nach STUBBE 1965, 1989 a).

Diese Methode der Wurfbaukartierung für die Populationsdichtebestimmung beim Rotfuchs erlaubt eine präzisere Bestimmung der Populationsdichte, erfordert jedoch einen sehr hohen zeitlichen und personellen Aufwand und kann deshalb nur in kleinen Gebieten durchgeführt werden ( SCHNEIDER & STIEBLING 1999).

Die Berechnung des Sommerbesatzes erfolgt auf der Grundlage des gesamten Frühjahrsbesatzes und unter Berücksichtigung einer durchschnittlichen Welpenzahl von 5 Welpen/ Wurf (GORETZKI & PAUSTIAN 1982 a, b; HARRIS & SMITH 1987; STUBBE & STUBBE 1995; GORETZKI et al. 1997).

#### *Geschlechterverhältnis:*

Die Angaben in der Literatur über die Geschlechterverteilung in der Fuchspopulation sind sehr unterschiedlich. Ein ausgeglichenes pränatales Geschlechterverhältnis konnte anhand von Untersuchungen an Föten nachgewiesen werden (FAIRLEY 1970; PITZSCHKE 1972; ULBRICH 1974; LLOYD et al. 1976; STORM et al. 1976), wohingegen STUBBE (1974) die Föten ein deutliches Überwiegen der Rüden ermittelte. Bei den untersuchten Welpen wird überwiegend ein höherer Rüdenanteil festgestellt, ohne daß es hierfür hinlängliche Erklärungen gibt. Zurückgeführt wird das allgemeine Überwiegen der Rüden an der Jagdstrecke z.T. auf die größere Aktivität und ihre dementsprechend häufigere Erlegung (FAIRLEY 1970; STORM et al. 1976; STUBBE & STUBBE 1977) oder es wird mit einer höheren Sterberate der Fähen erklärt (FAIRLEY 1970; PIETZSCHKE 1972; PIELOWSKI 1976).

Bei der Untersuchung von 248 Welpen aus 45 kompletten Gehecken in den Jahren 1975 – 1979 im Wildforschungsgebiet (WFG) Wriezen betrug das Geschlechterverhältnis der überwiegend 4 – 6 Wochen alten Welpen 1,36 männliche: 1 weiblichem Füchsen. Daneben konnte bei 381 im selben Zeitraum erlegten Füchsen, die älter als 6 Monate waren mit einem Geschlechterverhältnis von 1,4 Rüden:1 Fähe ebenfalls ein deutliches Überwiegen der Rüden festgestellt werden (GORETZKI & PAUSTIAN 1982).

Aus der Gleichheit der Geschlechterverhältnisse bei Welpen und gestreckten Füchsen ist ersichtlich, daß im WFG Wriezen die Geschlechter keiner unterschiedlichen jagdlichen Nutzung bzw. unterschiedlichen Sterberate unterliegen.

*Reproduktionsrate:*

Bei den Angaben von Wurfgrößen muß der Sachverhalt berücksichtigt werden, daß in den ersten 4 Lebenswochen Welpenverluste von 16,8 % (HARRIS 1977) bzw. 16 % (STUBBE & STUBBE 1977) nachgewiesen wurden. Für die Produktivität von Fuchspopulationen ist also nicht die Anzahl der gewölfen Welpen ausschlaggebend, sondern die Anzahl der Welpen, die die kritischen ersten 4 Lebenswochen überleben (GORETZKI & PAUSTIAN 1982).

Bei der Bestimmung der Größe von 45 Gehecken im WFG Wriezen, die das kritische Alter bereits überschritten hatten, wurden im Durchschnitt 5,5 Welpen/ Geheck ermittelt, die somit den in die Population eingehenden Nettozuwachs darstellen. Die durchschnittliche Reproduktionsrate, die auf die Altfuchspopulation von 1,5 Rüden und 1 Fähe bezogen ist, betrug 220 % (200 – 250) und liegt somit höher als in anderen Gebieten.

HARRIS (1977) ermittelte in London eine Geheckgröße von 3,97 Welpen, INSLEY (1977) von 4,0 Welpen. STUBBE & STUBBE (1977) wiesen im WFG Hakel eine durchschnittliche Geheckgröße von 4,76 Welpen nach. GORETZKI & PAUSTIAN (1982) empfehlen daher für Reproduktionsberechnungen eine Reproduktionsrate von 200 % bezogen auf 1,5 Rüden und 1 Fähe anzuwenden.

*Fortpflanzung und Familienverband:*

Beim Fuchs mit seinem großen Verbreitungsgebiet wird wie bei kaum einer anderen Wildart deutlich, wie die Fortpflanzungsrate in verschiedenen Ländern durch voneinander abweichenden ökologischen Bedingungen – der Dichte und dem Fraßangebot – die Fortpflanzungsrate bestimmt wird.

In den USA und Mitteleuropa, wo die Population immer wieder durch Tollwutwellen und den hohen Jagddruck dezimiert wird, reproduzieren etwa 80 – 90 % der Fähen, wohingegen sich die Reproduktionsrate in manchen englischen Städten, die die höchsten Fuchsdichten der Welt aufweisen, lediglich auf rund 25 % beläuft. Man geht davon aus, daß der soziale Streß bei hoher Dichte, vor allen das aggressive Verhalten der ranghöheren Tiere, bei den jüngeren Fähen zu einer Unterdrückung des Östrus führt.

Die Füchse sind etwa mit 9 - 10 Monaten ausgewachsen. Er ist wie alle Wildcaniden nur einmal im Jahr zeugungsfähig. Die Ranz oder Paarungszeit erfolgt beim Fuchs in Mitteleuropa von Ende Dezember bis Mitte Februar. Die Spermatogenese beim Rüden beginnt ab November, voll befruchtungsfähig ist er jedoch erst von Dezember bis Anfang März. Bis zum nächsten Herbst bleiben die Hoden nun inaktiv (LABHARDT 1990).

Ausgelöst wird die Ranz durch die Ranzwitterung der hitzigen Fähe, Beginn und Verlauf sind aber auch von den Witterungsverhältnissen abhängig. Der intensive Geruch (Ranzgeruch) wird von den Analdrüsen abgegeben (HASEDER & STINGLWEIDER 1996). Nach dem Durchlaufen einer 10tägigen Vorranz (Proöstrus) ist die Fähe dann für 2-3 Tage paarungsbereit. Manche Fähen lassen sich auch von mehreren Rüden decken, die untereinander eine Rangordnung aufbauen, was zur Erhöhung des Befruchtungserfolges führt (BERRENS 1994). Wie bei den Hunden können daher die Welpen eines Wurfes von mehreren Rüden stammen (HASEDER & STINGLWEIDER 1996).

Es zeigt sich jedoch eine deutliche Tendenz zur „Saisonehe“. Auch paaren sich die Partner häufig in aufeinander folgenden Jahren. Der Rüde beteiligt sich durch Eintragen von Nahrung u. a. an der Aufzucht des Gehecks. Die Kopulation dauert 15 - 20 Minuten, die Füchse „hängen“ aber bis zu 40 Minuten aneinander. Der Eisprung erfolgt spontan 2 - 3 Tage später. Nach 51 - 53 Tagen Tragzeit werden Anfang April in der Regel 3 - 6 (1 - 13) behaarte Welpen von 85 - 100 (150)g im Wurfbau geboren. Im Alter von 12 - 14 Tagen öffnen sie die Augen, werden ab dem 20 - 24. Tag zugefüttert und erscheinen dann bereits vor dem Bau (BERRENS 1994). Bei der Geburt sind die Welpen zahnlos und das Milchgebiß, das nur aus 28 Zähnen und zwar aus den Schneidezähnen, den Eckzähnen (Fangzähnen) und den drei Prämolaren (P2, P3 und P4) besteht, wird im Alter von 4 - 7 Monaten durch das Dauergebiß ersetzt, wobei nun auch der erste Prämolare (P1) und die Molaren geschoben werden. Sind die Welpen etwa 6 - 7 Wochen alt, zieht die Fähe aus. Wird die Fähe im Bau gestört oder erscheint es ihr zu unsicher, so sucht sie für ihre Jungen häufig einen anderen Bau oder Unterschlupf. Im Alter von 9 - 10 Wochen verlassen die Welpen den Bau endgültig und leben dann im Freien. Mit 11 - 12 Wochen gehen die Jungfüchse mit der Mutter auf die Pirsch, lernen sehr schnell zu jagen und werden dann bald selbstständig. Im Juli - August löst sich der Familienverband langsam auf (HASEDER & STINGLWEIDER 1996).

Die Jungfüchse verlassen dann, im Alter von 6 Monaten, im Frühherbst das Wohngebiet der Eltern. Die Jungfüchsinnen bleiben eher in der Nähe des Geburtsortes, wohingegen die Rüden bis zu 50 km und weiter abwandern können (BERRENS 1994). Mit 10 - 12 Monaten ist der Fuchs dann geschlechtsreif und kann ein Höchstalter von 10 - 12 Jahren erreichen.

Der biologische Sinn der Abwanderung ist einerseits die Vermeidung von Inzucht, vor allem zwischen den Geschwistern, andererseits die Ausbreitung der Art.

In einer Untersuchung zur Populationsökologie des Fuchses auf der Insel Rügen markierte GORETZKI (1997) in den Jahren 1988 - 1993 eine Anzahl von 1118 Jungfüchsen im Alter

von 4 - 6 Wochen. Insgesamt sind im Untersuchungszeitraum 213 markierte Füchse zurückgemeldet worden, was 19,1 % der ursprünglich gekennzeichneten Füchse entspricht.

Das Wanderverhalten der Füchse in dieser Untersuchung war durch geringe Wiederfundentfernungen gekennzeichnet. Zwei Drittel der markierten Population wurden in einer Entfernung von weniger als 5 km vom Markierungsort zurückgemeldet, drei Viertel in weniger als 10 km.

Abwanderungen von mehr als 15 km vom Mutterbau erfolgten nur in Einzelfällen (Abb. 6). Ähnliche Ergebnisse konnten durch GORETZKI & PAUSTIAN (1982 a) in der Oderniederung bei Wriezen erzielt werden. Dort wurden in den Jahren 1973 und 1977 bis 1980 insgesamt 271 Welpen markiert, von denen 59 (22 %) auswertbar zurückgemeldet wurden. Von den in der Oderniederung rückgemeldeten Füchsen wurden rund 75 % in einer Entfernung von weniger als 5 km und 81 % in weniger als 10 km erlegt. Weiter als 10 km vom Markierungsort entfernten sich lediglich 19 % der Füchse. Bemerkenswert war auch der Unterschied im Wanderverhalten zwischen Rüden und Fähen auf Rügen.

Zu 75 % erfolgten die Rückmeldungen der Rüden in Entfernungen von weniger als 11 km und zu 50 % in Entfernungen von weniger als 3 km vom Markierungsort. Von den gestreckten Fähen hingegen entfernten sich 75 % nicht weiter als 3,5 km vom Wurfbau und 50 % blieben in einem Umkreis von etwas mehr als einem Kilometer.

Die Tatsache, daß Söhne häufiger abwandern als Töchter, zeigen Untersuchungen aus den USA und aus Europa. In den USA wanderten 80 % aller Jungfüchse und 37 % der Jungfüchsinnen ab. Im Saarland verließen sechs von neun Söhnen (66,7 %) das elterliche Gebiet, bei den Töchtern waren es fünf von zwölf (41,7 %)(LABHARDT 1990).

HARRIS (1987) stellte in der englischen Stadt Bristol anhand markierter Tiere fest, daß 18 % der Jungfüchse, 6 % der Jungfüchsinnen und knapp über 3 % der erwachsenen Fähen abwanderten, sich jedoch kein erwachsener Rüde unter ihnen befand. Auf eine stabile Population deutet hin, daß von außen keine Füchse einwanderten. Die kleine Zahl abwandernder Jungfüchse ist auf eine enorme Sterblichkeit der Jungen von 65 % zurückzuführen.

Obwohl Füchse in Mitteleuropa in der Regel paarweise in einem Streifgebiet leben, scheint die Beziehung, in der sie zueinander stehen, außerhalb der Ranzzeit sehr locker zu sein.

Im Gegensatz hierzu ist die Sozialstruktur in Ländern mit hohen Populationsdichten so beschaffen, daß Füchse dort eine Neigung zum Gruppenleben aufweisen.

Bei der Gründung von sozialen Gruppen integrieren die Eltern nur die Töchter, wohingegen die Söhne abwandern müssen. Ihnen wird wenig Beachtung und Zuwendung gewidmet.

Die Familiengruppen bestehen aus einem Rüden und bis zu vier bis fünf Fähen und bewohnen Territorien, die nur bis zu 40 ha Größe aufweisen können.

Nachkommen zeugt der Rüde nur mit der ranghöchsten Fähe, wodurch die beiden in einem monogamen Verhältnis zueinander stehen. Bei den übrigen Fähen handelt es sich meist um Töchter der ranghöchsten Fähe oder um subdominante Jährlinge. Die Gründe aus denen sie geduldet werden sind zahlreich.

Zum einen erfüllen sie eine Hebammenfunktion, indem sie der Mutterfähe helfen die Welpen aufzuziehen, des weiteren betreuen sie den Wurf bei Abwesenheit der Mutter. Im Falle des Todes der Elterntiere würden die Welpen von den Verwandten aufgezogen werden und das Territorium würde nicht an einen fremden Artgenossen fallen. Ein weiterer Vorteil ist die gemeinsame Verteidigung des Territoriums, dadurch daß Eindringlinge von vielen Füchsen leichter aufgespürt und vertrieben werden können als von einzelnen Tieren.

Für die subdominante Füchsin wird der Nachteil, sich nicht fortpflanzen zu können, mit dem Vorteil kompensiert, in einem Territorium in sozialer Sicherheit zu leben. Ferner ist nicht auszuschließen, daß ihr das Territorium bei den Tod der Mutter vererbt wird (territory inheritance), somit müßte sie nur vorerst wegen ihres niedrigen Ranges auf Nachwuchs verzichten (MACDONALD 1980).

## 2.1.2 Die Bestandsentwicklung in Deutschland

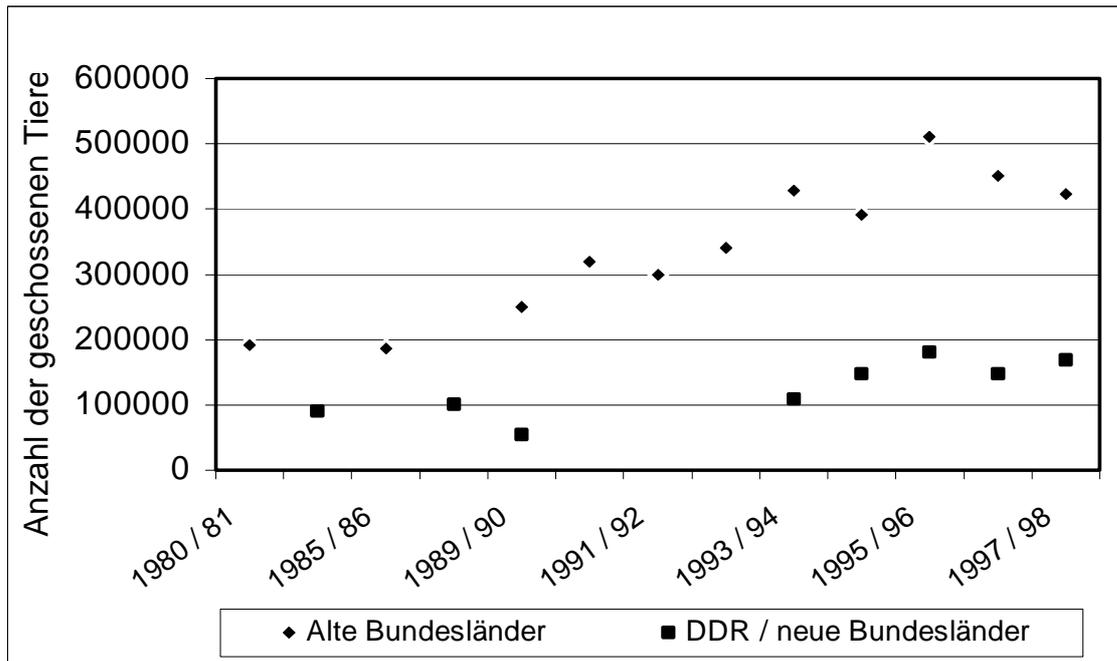


Abbildung 1: Die Fuchsstrecken der Jahre 1980 bis 1998

Aus der Abbildung 1 ist die Bestandsentwicklung der Fuchspopulation in Deutschland anhand der Fuchsstrecken in den Jahren 1980 bis 1998 ersichtlich. In den Jagdjahren 1982 bis 1985 und 1987 bis 1989 liegen für die alten Bundesländer keine Angaben vor. Über die Strecken in den neuen Bundesländern fehlen die Angaben in den Jahren 1980 bis 1984, 1985 bis 1988 und von 1990 bis 1993.

In den Jagdjahren 1980/ 81 bis 1990/ 91 steigt die Fuchspopulation, abgesehen von einem minimalen Rückgang im Jagdjahr 1985/ 86, von 191599 bis auf 319457 Füchse an. Läßt man die unwesentlich geringeren Strecken der Jagdjahre 1991/ 92 und 1994/ 95 außer Acht, steigt die Strecke bis 1995/ 96 auf 511095 an, d.h. das sich die Population in diesem Zeitraum mehr als verdoppelt hat. In den beiden darauf folgenden Jahren 1996/ 97 und 1997/ 98 fällt die Strecke wiederum bis auf 423112 ab. In den neuen Bundesländern steigt die Jagdstrecke von 90883 im Jahr 1984/ 85, abgesehen vom Streckentief im Jahr 1989/ 90, bis zum Jahr 1995/ 96 bis auf 181583 an, woraus man ebenfalls ersehen kann, daß sich auch hier die Population nahezu verdoppelt hat. In dem darauf folgenden Jagdjahren fällt die Strecke um ca. ein sechstel ab, steigt aber im Jahr 1997/98 erneut leicht an.

## 2.2 Die *Sarcoptes*-Räude der Fleischfresser

### 2.2.1 Beschreibung der Räudemilbe *Sarcoptes scabiei*

#### 2.2.1.1 Systematik und Morphologie

Die Grabmilben der Gattung des Fuchses *Sarcoptes* gehörten zu der Klasse der Arachnidea (Spinnentiere), zu der Ordnung der Acaridida (= Astigmata) und zur Familie der Sarcoptidae. Da die *Sarcoptes*-Milben, die bei verschiedenen Wirten vorkommen, morphologisch nicht zu unterscheiden sind, oder die Unterschiede zwischen ihnen taxonomisch unbedeutend sind, geht man davon aus, daß es sich nicht um verschiedene Milbenarten, sondern um verschiedene Varietäten der gleichen Art handelt. Deshalb werden sie nach der Art des Wirtes benannt, von dem sie isoliert wurden, also z.B. *Sarcoptes scabiei* var. *canis* oder *Sarcoptes scabiei* var. *vulpes* (ARLIAN et al. 1988a; BORNSTEIN et al. 1996).

Insgesamt kommen die *Sarcoptes*-Milben bei über 40 verschiedenen Säugetieren, einschließlich des Menschen, vor (SOULSBY 1987; DAVIS & MOON 1990). Die *Sarcoptes*-Arten, oder -Varietäten sind in der Regel wirtsspezifisch, es kann aber zu Kreuzübertragungen kommen, die zumindest eine vorübergehende Infektion (Pseudoskabies) auslösen können (SOULSBY 1987).

Charakteristisch für *Sarcoptes scabiei* ist der ovale, ventral abgeflachte und dorsal gewölbte, schildkrötenähnlichen Körper, dessen Oberfläche mit kräftigen Dornen, zahlreichen kutikulären Hautschuppen und schräg gefurchten kutikulären Riefen versehen ist (ARLIAN 1989).

Die Größe der adulten weiblichen Exemplare beträgt 300 – 515 µm in der Länge und 225 – 400 µm in der Breite. Sie haben vier stummelförmige Beinpaare, von denen die vorderen beiden Beinpaare über den Körperrand hinausragen und von dorsal gut sichtbar sind.

Am distalen Ende sind sie mit einer, auf einem langen ungegliederten Stiel sitzenden, Haftscheibe ausgestattet. Die hinteren Beinpaare, die nicht über den Körperrand hinausragen, sind mit einer endständigen Borste versehen (KUTZER 1970; KRAISS & KRAFT 1987).

Die männlichen adulten Milben sind 205 – 285 µm lang und 145 – 210 µm breit. Im Gegensatz zu den weiblichen Tieren besitzen sie auch am vierten Beinpaar eine kleine Haftscheibe mit einem langen, ungegliederten Stiel.

Die Nymphen ähneln weitgehend den adulten Weibchen, allerdings mit dem Unterschied, daß sie wesentlich kleiner und anfangs geschlechtlich noch nicht differenziert sind (Protonymphen: 180 – 300 x 130 – 250 µm; Tritonymphen :180 – 300 x 160 – 270 µm).

Die Larven (140 – 210 x 100 – 160 µm) besitzen dagegen nur drei Beinpaare. Die weißlich gefärbten Eier sind ovoid, lassen in ihrem Inneren häufig schon ein Embryo erkennen und haben eine Größe von 160 - 190 x 84 - 103 µm. Das Erkennen des Embryos ist allerdings nur möglich, wenn das Weibchen stirbt und sich die Larven im Inneren weiterentwickeln.

Hierbei kann es sogar zum Schlüpfen der Larven kommen

(ARLIAN & VYSZENSKI-MOHER 1988).

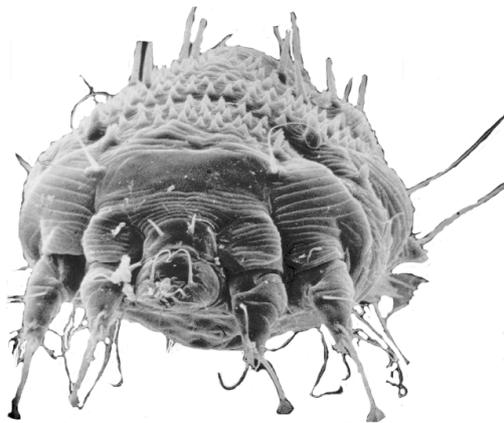


Abbildung 2: *Sarcoptes scabiei*

### 2.2.1.2 Ontogenie

Der Entwicklungszyklus der männlichen und weiblichen *Sarcoptes*-Milben dauert zwischen 12 und 21 Tagen und umfasst insgesamt drei aktive Entwicklungsstufen (BORNSTEIN 1995). Die adulten Milben entwickeln sich aus den Eiern über ein Larven- und zwei Nymphenstadien (ARLIAN 1989; ARLIAN & VYSZENSKI-MOHER 1988). Die weiblichen Milben leben zwischen drei bis vier Wochen (MORIELLO 1987) und legen in dieser Zeit zwischen 40 - 50 Eier (BARRIGA 1981; FOLZ 1984). Laut BORNSTEIN haben die weiblichen Milben hingegen eine Lebenserwartung von 4 bis 6 Wochen, wohingegen die Männchen hingegen kurz nach der Kopulation absterben (FOLZ, 1984).

Nach der Befruchtung graben sich die weiblichen Milben in die Epidermis ein und legen dort in angelegten Tunneln ihre Eier ab. Die adulten Männchen halten sich entweder auf der Hautoberfläche oder in flachen Tunneln, in denen auch die Kopulation stattfindet, auf. Die

Larven und Nymphen befinden ebenfalls sowohl auf der Hautoberfläche, als auch in den Tunneln (SOULSBY 1987).

Die befruchteten Weibchen legen täglich drei bis vier Eier in den Bohrgängen, die maximal bis in das Stratum Germinativum hineinreichen, ab. Die Larven schlüpfen nach 3 bis 5 Tagen und bleiben zum größten Teil in den von den Weibchen angelegten Bohrgängen, mit Ausnahme derjenigen, die auswandern, um sich in einer eigenen Hautnische zur Protonymphe zu häuten (KRAISS & KRAFT 1987). Diese Häutung findet 3 bis 4 Tage nach dem Schlupf statt und nach weiteren 3 bis 4 Tagen entwickeln sie sich zur Tritonymphe. Nach weiteren 3 bis 4 Tagen vollzieht sich dann die Häutung von der Tritonymphe zur adulten Milbe.

Wahrscheinlich verläuft die Entwicklung bei allen Varietäten von *Sarcoptes scabiei* gleich (ARLIAN & VYSZENSKI-MOHER 1988). Die Hautoberfläche kann von allen Entwicklungsstadien der Milben durchdrungen werden, was durch Kaubewegungen mit den Chelizeren und eine seitliche Bewegung mit dem Kiefer ermöglicht wird (ARLIAN & VYSZENSKI-MOHER 1988; BORNSTEIN 1995). Die Milben graben sich solange durch die toten Zellschichten, bis sie die lebenden Zellen des Statum Granulosum und Spinosum erreichen (BORNSTEIN 1995).

### **2.2.2 Epidemiologie**

Die Epidemiologie der *Sarcoptes*-Infektion umfasst die Ökologie, das Verhalten und die Empfänglichkeit der Wirte, sowie die Adaptationsfähigkeit der übertragenen Milben und ihre Fähigkeit, eine wirtsungebundene Phase zumindest kurzzeitig zu überstehen.

Die *Sarcoptes*-Räude stellt eine hoch kontagiöse Hauterkrankung mit zoonotischem Potential dar, die bei vielen Säugetieren einschließlich des Menschen vorkommt. Durch ihre weite Verbreitung und die Schwierigkeiten ihrer klinischen Diagnostik ist die Räude des Hundes zu einem ernststen Problem geworden (BORNSTEIN 1995).

Die Übertragung der *Sarcoptes*-Milben erfolgt hauptsächlich durch direkten Körperkontakt mit dem infizierten Wirt (Moriello1987). Bei den übertragenen Milben handelt es sich vor allem um Nymphen oder begattete weibliche Milben, die auf der Hautoberfläche siedeln (KRAISS & KRAFT 1987). Nach MORIELLO (1987) können alle Entwicklungsstadien übertragen werden. Des weiteren kann die Räude auch indirekt durch milbenkontaminierte Gegenstände, bzw. durch die Benutzung gleicher Lagerstätten übertragen werden (KUTZER 1966; KRAISS & KRAFT 1987).

Laut MORIELLO (1987) variiert die Inkubationszeit zwischen drei bis vier Wochen, je nach Anzahl der übertragenen Milben, der Infektionsstelle und der Empfänglichkeit des Wirtes, wohingegen NIEMAND & SUTTER (1994) die Inkubationszeit zwischen zwei bis acht Wochen angeben.

Befindet sich das Tier bei der Übertragung vieler Milben in einer schlechten Konstitution, erscheinen sichtbare Läsionen schon innerhalb von zwei Wochen, wohingegen es bei der Inkubation mit wenigen Milben schon vier bis sechs Wochen bis zum Erscheinen erster klinischer Symptome dauern kann. Das Auffinden der Infektionsquelle ist aufgrund der langen Inkubationszeit oft schwierig. (ANDERSON 1979).

Ein weiterer wesentlicher Faktor im Räudegeschehen ist die Ernährung. In enger Beziehung zu dem Befall mit Epithelschmarotzern steht dabei der Vitamin-A-Haushalt. Zwei Faktoren sind also für das Zustandekommen einer Räude von Bedeutung: erstens das Vorhandensein von Milben und zweitens die Prädisposition des Wirtstieres (KUTZER 1966).

### **2.2.3 Pathogenese und Schädigung**

Beim Hund kann bei der *Sarcoptes*-Räude, unabhängig vom Alter, dem Geschlecht oder der Rasse, jedes Tier infiziert werden. Die Inkubationszeit variiert in Abhängigkeit von der Anzahl der Milben, der Stelle der Infestation, sowie von der Art der Übertragung. Die Stelle der ursprünglichen Übertragung ist nicht immer mit dem Ort der ersten Läsionen identisch, da die Milben beweglich sind. Prädilektionsstellen sind der Ohrrand, das Sprunggelenk, der Ellenbogen und der ventrale Thorax. Zur charakteristischen Brillenbildung kommt es bei Befall der Augenbögen. Weitere Hautregionen können nach der Infestation befallen werden, wobei der Rücken meist ausgespart bleibt. Der sich bei der Räude des Hundes einstellende intensive Juckreiz resultiert aus der mechanischen Irritation durch die Milben und durch das von den Milben produzierte toxische Material, der Sekretion allergenisierender Substanzen, die das Wirtstier sensibilisieren (ANDERSON 1979).

Mit dem Übergang vom Ekto- zum Endoparasitismus (BARRIGA 1985) beteiligen sich alle postembryonalen Stadien des Erregers an den pathogenen Vorgängen in den Epidermisschichten, wobei die Pathomechanismen zeitlich parallel zur Entwicklungsbiologie der Milben ablaufen (GOTHE 1985). Primär sind die Parasiten für die Art der entstehenden Hautveränderungen verantwortlich zu machen, sekundär spielen allergische, bakterielle und

traumatische Prozesse, wie Kratzen, Scheuern, Benagen usw. eine entscheidene Rolle (DAHME & WEISS 1988; SHEAHAN 1975a).

Mit der Grabtätigkeit der weiblichen begatteten Milben von der Hautoberfläche in die Epidermis beginnt die Kaskade der pathogenen Einwirkungen, wobei Bohrgänge bis zum Stratum granulosum und Stratum spinosum entstehen, die bis zu 1 cm lang sein können (KRAISS & KRAFT 1987). Anhand experimenteller *Sarcoptes scabiei* var. *canis*-Infektionen bei Kaninchen ermitteln ARLIAN et al. (1984b), daß die Milben mit der Grabtätigkeit 1 bis 2 Minuten nach der Besiedlung des Wirtes beginnen. Die Weibchen benötigen ca. 20 Minuten zum kompletten Eingraben, die Männchen ca. 4 Minuten, die Nymphen und Larven 3 bzw. 2 Minuten.

KUTZER (1970) & HASSLINGER (1985) sind der Auffassung, daß die Milben sich ausschließlich von Gewebsflüssigkeit ernähren, wohingegen ARLIAN et al. (1988c, 1988e) die Meinung vertreten, daß sich die Milben sowohl von aufgelösten Hornhautzellen, als auch von Gewebsflüssigkeit ernähren, die in die Bohrgänge sickert.

Die obersten Hautschichten werden unter dem Einfluß der Speicheldrüsensekrete aufgelöst (HIEPE & RIBBECK 1982; HASSLINGER 1985). Durch die Absonderung von Milbensekreten und dem mechanischen Grabvorgang kommt es zur Ruptur der Interzellularbrücken, zur Zellysis und damit zur Akantholyse (GOTHE 1985). Durch Diffusion von löslichen Absonderungen oder anderen Produkten der Milben in die lebenden Zellen der Epidermis und des Korions werden hier Entzündungs- und Immunreaktionen hervorgerufen (ARLIAN et al. 1988b).

In der zweiten Phase der *Sarcoptes*-Infektion stehen vor allem allergische Reaktionen im Vordergrund. Hierbei sind eine Antikörper vermittelnde Reaktion vom anaphylaktischen Typ (Typ I Reaktion, Sofortreaktion), als auch eine durch sensibilisierte T-Lymphozyten vermittelte Immunreaktion (Typ IV Reaktion, Spätreaktion) ursächlich beteiligt (ILCHMANN 1988).

Einerseits steuert das aktivierte Immunsystem, andererseits die Signale der geschädigten Haut die Reaktion des Wirtes. Um dem Milben die Nahrungsquelle zu versperren und ihre Grab- und Reproduktionsleistung herabzusetzen, kommt es zur vermehrten Bildung von Hornepithelien (Hyper- und Parakeratose). Um das Nahrungssubstrat trotzdem zu erreichen, reagieren die Milben mit einer erhöhten keratolytischen Speichelproduktion. Je nach Abwehrlage des Wirtes, die Grab- und Reproduktionsaktivität der Milben zu verhindern oder nicht, erfolgt die Selbstheilung oder eine klinisch manifeste Infektion (GOTHE 1985; KRAISS & KRAFT 1987; NÖCKLER 1992). Laut HASSLINGER (1985) kommt es zur

Spontanheilung, wenn der Wirtsmechanismus durch schnelleren Aufbau einer Hornsubstanz die Schäden ausbessern kann und den Milben dadurch den Zugang zur Nahrungsquelle versperrt.

Hingegen sind KONSTANTINOV & STANOEVA (1976) der Auffassung, daß die durch *Sarcoptes*-Milben hervorgerufenen keratolytischen Hautveränderungen optimale Bedingungen für eine ungestörte Milbenvermehrung bieten und somit ein Circulus vitiosus zustande kommt, der die Existenz latenter *Sarcoptes scabiei*-Infektionen aufrechterhält.

#### **2.2.4 Histopathologie**

Die histologisch nachweisbaren Hautveränderungen, die durch einen *Sarcoptes*-Befall hervorgerufen werden, sind durch Parakeratose, Orthokeratose, Hyperkeratose, entzündliche Prozesse und epidermale Hyperplasie gekennzeichnet. Die rein mechanische Wirkung der im Epithel grabenden Milben und der nutritive Effekt infolge der Auflösung der oberen Schichten des Epithels bewirkt eine beschleunigte Verhornung um die Grabgänge und die daraus resultierenden hyper- und parakeratotischen Veränderungen. Die wesentlichsten Veränderungen der Epidermis, die degenerativer Art sind, stellen sich als Ödematisierung des Epithels mit Zerreißen der Interzellularbrücken und als hyropische Degeneration von Epithelzellen dar. Durch die daraufhin erhöht eintretende Epithelzellmitose, die sich in der Vermehrung der Spinosazellen äußert, entsteht das Bild einer Akanthose (POPP et al. 1991). Im späteren Verlauf sind Infiltrationen von Mastzellen, Histiozyten, Lymphozyten und eosinophilen Granulozyten zu erkennen (GOTHE 1985).

Die Wände der Bohrtunnel sind orthokeratotisch, wenn die lytischen Prozesse auf das Stratum superficiale begrenzt bleiben. Wenn die Milben aber das Stratum granulosum erreichen, resultiert eine epidermale Hyperplasie und als Folge der gestörten Keratinisation entsteht eine Parakeratose (NESTE & LACHAPELLE 1981, GOTHE 1985).

Laut ARLIAN et al. (1994b) haben histologische Untersuchungen gezeigt, daß die Zellinfiltrate in den Rädelläsionen bei allen Wirten anfänglich fast nur aus neutrophilen Granulozyten und einigen Makrophagen bestehen.

Die entzündlichen Prozesse in der Lederhaut, die neben den hyper- und parakeratotischen Reaktionen im Epithel sichtbar werden, manifestieren sich in Form gemischter Zellinfiltrate und Gefäßreaktionen. Auf ein mögliches allergisches Geschehen deutet die spätere Vermehrung von Mastzellen und eosinophilen Granulozyten hin (POPP et al. 1991).

Bei der Biopsie von Papeln werden oberflächliche bis tiefe perivaskuläre Infiltrate, die aus Lymphozyten (überwiegend T-Lymphozyten), Histiozyten und eosinophilen Granulozyten bestehen, gefunden und die Strata spinale und papillare sind ödematös (DAHL 1983). Auch SOULSBY (1987) fand bei der papulösen und vesikulären Form der Räude oberflächliche bis tiefe Infiltrate in der Haut, bestehend aus Lymphozyten, zahlreichen eosinophilen Granulozyten und Histiozyten.

Durch erbsengroße Knötchen, die monatelang bestehen bleiben, ist die noduläre Form der Räude gekennzeichnet. In den Hautläsionen sind histologisch dichte perivaskuläre Infiltrate mit Lymphozyten, Histiozyten, eosinophile Granulozyten, Plasmazellen und atypische mononukleäre Zellen zu finden. Viele Fibroblasten und Kollagenbündel sind im Statum papillare zu sehen. Des weiteren wird eine durch die Ablagerung von Immunkomplexen hervorgerufene Vaskulitis mit teilweiser Thrombusbildung beobachtet. Die darüberliegende Epidermis ist hyperplastisch und hyperkeratotisch (SOULSBY 1987).

Durch eine große Anzahl an Milben in allen Entwicklungsstadien und durch eine massive Ortho- und Parakeratose ist die hyperkeratotische Form der *Sarcoptes*-Räude (*Scabies crustosa sive norwegica*, „Nowegian Scabies“)(SOULSBY 1987) gekennzeichnet.

Bei Erst- und Reinfektionen bestehen die Zellinfiltrate hauptsächlich aus neutrophilen Granulozyten, Plasmazellen und einigen Makrophagen. Bei der Reinfektion werden für die Räude resistente und empfängliche Wirte unterschieden, bei denen sich die Dichte und Geschwindigkeit der Zellinfiltrate voneinander unterscheiden. Bei den resistenten Wirten bildet sich schnell eine hohe Anzahl von neutrophilen Granulozyten, deren Höchststand am zweiten Tag nach dem Beginn der Reinfektion erreicht wird. Daraufhin sinkt diese wieder langsam ab und die Zahl der Plasmazellen nimmt stetig zu. Die Anzahl der Plasmazellen überwiegt zwischen dem 32. - 64. Tag. Im Vergleich hierzu steigt der Spiegel der neutrophilen Granulozyten bei den empfänglichen Tieren langsamer (ARLIAN et al.1994b).

### 2.2.5 Klinik der *Sarcoptes*-Räude

In erster Linie äußert sich die *Sarcoptes*-Räude des Hundes durch intensiven Juckreiz. Durch das ständige Kratzen mit den Krallen kommt es zu Haarausfall und linearen Hautabschürfungen (ANDERSON 1979). Im Vergleich zu den meisten anderen juckenden Dermatosen, kratzen sich die befallenden Tiere auch während der Untersuchung. In der Nacht und in einer warmen Umgebung ist der Juckreiz meistens besonders stark. Zu erklären ist dies durch eine erhöhte Aktivität der Milben (MORIELLO 1987). Laut PATTERSON et al. (1995) ist der auftretende Juckreiz auf die Entwicklung einer Überempfindlichkeitsreaktion zurückzuführen.

Zu Beginn der *Sarcoptes*-Räude kommt es in der Regel zu Veränderungen an Kopf und Hals, zudem noch an den Ohrrändern als Prädilektionsstellen, den Augenbögen, dem Nasenrücken, aber auch an weichhäutigen Körperstellen wie dem Bauch und den Innenschenkeln (KUTZER 1970; BOCH & SUPPERER 2000). Bei Massage des Ohrrandes zwischen Daumen und Zeigefinger zeigen viele Hunde mit Räude einen Kratzreflex mit dem ipsilateralen Hinterbein (ANDERSON 1979; MORIELLO 1987; MEDLEAU 1990). Da der Kratzreflex aber auch bei Hunden mit seborrhöischen Ohrerkrankungen beobachtet werden kann, ist er für die *Sarcoptes*-Räude nicht pathognomisch (MEDLEAU 1990).

In Abhängigkeit von der Zeit, die seit der initialen Infestation vergangen ist, variieren die entstehenden Läsionen. Die frühen Defekte sind durch polymorphe Eruptionen mit erythematösen Flecken und Knötchen, ungleichmäßiger Alopezie und kleinen hämorrhagischen Krusten gekennzeichnet. Die seitlichen Flächen der Ellenbogen und Sprunggelenke sind haarlos. Um die Ellenbogenhöcker treten hämorrhagische Krusten auf. Nach kurzer Zeit werden auch der Kopf, die ventralen Flächen des Körpers und die Gliedmaßen mit einbezogen. Das klinische Bild der Räude kann dadurch kaschiert werden, daß es zu eitrigen Prozessen durch Sekundärinfektionen mit Steptokokken und/ oder Staphylokokken kommen kann. Zudem zeigen sich bei einem großen Teil der erkrankten Hunde lokale oder generalisierte Lymphknotenschwellungen (KRAISS & KRAFT 1987; MEDLEAU 1990).

Die befallenen Bezirke sind mit dicken Krusten bedeckt, die Haut ist verdickt und trocken, runzelig und in Falten gelegt. Dies kann dazu führen, daß bei fortschreitender Krankheit die ganze Haut betroffen ist. Ferner kommt es bei den erkrankten Tieren zu Anorexie und Kachexie und in seltenen schweren Fällen kann es sogar zum Tod des Tieres kommen (ANDERSON 1979).

Wenn bei einigen mit Räude befallenen Hunden die Läsionen nur an einer Stelle lokalisiert sind, z.B. am Bein oder am Ohr, kann die Räude leicht mit anderen Hauterkrankungen verwechselt werden, da in den meisten Hautgeschabseln keine Milben gefunden werden und als einziges klinisches Symptom nur der Juckreiz besteht (PATTERSON et al. 1995). Laut MORIELLO (1987) ist die Diagnose hierbei nur rückwirkend nach erfolgreich durchgeführter Therapie („Diagnosis ex juvantibus“) zu stellen.

Zur Veränderung des klinischen Bildes und zum Kaschieren des üblichen Ablaufes der Krankheit trägt auch der periodische Gebrauch von Shampoos mit insektizider Wirkung bei. Obwohl das Tier sauber und gut gepflegt aussieht, sich eventuell kratzt und nur einige oder sogar keine sichtbaren Läsionen aufweist, ist es allerdings schon für Monate oder sogar Jahre an einer latenten Räude erkrankt (ANDERSON 1979).

Durch eine hohe Anzahl von Milben und massive hyperkeratotische, schuppige und verkrustete Läsionen ist die schwere Form der Räude, die „Norwegian Scabies“, charakterisiert. Die hornigen Krusten sind in einigen Bereichen tief gefurcht. Der Juckreiz ist allerdings gering oder in manchen Fällen sogar noch nicht einmal vorhanden (PATTERSON et al. 1995). Laut ANDERSON (1979) können die Milben in den dicken Krusten leicht in großer Zahl gefunden werden. Häufig ist diese Räudeform bei Patienten anzutreffen, die immunologisch beeinträchtigt sind, oder die falsch therapiert wurden, z.B. kontinuierlich mit hohen Dosen von Glukokortikoiden.

Ferner werden von ungefähr einem Drittel der befallenen Hunde die Milben auf den Besitzer übertragen und somit auch dieser Hautläsionen aufweisen kann. Dieses als „Pseudoscabies“ bezeichnete Phänomen äußert sich durch einen zeitweilig auftretenden juckenden, papulären Hautausschlag an den Unterarmen, an der Brust oder am Bauch. Außerdem vermutet ANDERSON (1979), daß die Milben auch vom Menschen auf den Hund übertragen werden können. Leben mehrere Hunde in einem Haushalt, sind alle betroffen, auch wenn nicht alle Träger Symptome aufweisen (MEDLEAU 1990).

### **2.2.6 Diagnostik der *Sarcoptes* Räude**

Die Isolation der *Sarcoptes*-Milben ist schwierig und negative Hautgeschabsel sind alltäglich (MEDLEAU 1990). In weniger als einem Drittel der Krankheitsfälle sind trotz multipler Hautgeschabsel Milben zu finden. Allerdings reicht das Auffinden einer Milbe oder eines Eies schon zur Diagnosestellung aus. MORIELLO (1987) empfiehlt bei starkem Verdacht für das

Vorliegen einer *Sarcoptes*-Räude trotz eines negativen Hautgeschabsels die Behandlung einzuleiten.

Da die *Sarcoptes*-Räude mit fast jeder juckenden Dermatose verwechselt werden kann, kann es auch eine der am schwersten zu stellenden Diagnosen sein. Wird die Krankheit nicht diagnostiziert, leiden die Tiere und infizieren darüber hinaus noch andere Tiere mit denen sie in Kontakt kommen. Bei wiederholtem Gebrauch von Akariziden kann sich zudem noch eine Kontaktdermatitis entwickeln (ANDESON 1979).

### 2.2.6.1 Konventionelle Diagnostik

Die Diagnose kann in der Praxis am lebenden Tier anhand des klinischen Bildes in Verbindung mit dem mikroskopischen Milbennachweis gestellt werden. Am ehesten können die Milben in frisch veränderten Bereichen mit erythematösen Papeln und kleinen hämorrhagischen Krusten, seitlich an den Ellenbögen und Sprunggelenken oder an den Ohrändern, gefunden werden. Am besten eignen sich hierzu die Ränder der betroffenen Bezirke. Man trägt etwas Öl auf die Stelle auf von der das Hautgeschabsel entnommen werden soll, damit die abgeschabte Haut, die Krusten und die Haare besser am Skalpell haften. Am besten eignet sich zur Entnahme des Hautgeschabsels eine stumpfe Skalpellklinge oder ein scharfer Löffel, wobei die Epidermis an den Randzonen der frisch veränderten Stellen solange abgetragen wird, bis Kapillarblut austritt (ANDERSON 1979; KRAISS & KRAFT 1987; MORIELLO 1987). Die beste Stelle zur Entnahme von Hautgeschabseln ist laut MEDLEAU (1990) die an die Läsionen angrenzende gesunde Haut.

Es gibt zwei Möglichkeiten der Untersuchung auf *Sarcoptes*-Milben. Entweder das Nativpräparat (Lebendnachweis), bei dem das gesammelte Material in eine Plastikbox oder eine Petrischale verbracht und dort zwölf bis vierundzwanzig Stunden bei Raumtemperatur aufbewahrt wird und anschließend die ausgewanderten Milben auf dem Boden des Gefäßes mit der Lupe als sich langsam bewegende Punkte ausgemacht werden können (ANDERSON 1979).

Bei der zweiten Methode handelt es sich um den sogenannten Totnachweis. Hierbei wird das entnommene Probematerial sofort auf einen Objektträger aufgebracht, mit Paraffin, Äther, 5 - 10 % iger Natron- oder Kalilauge aufgehellt und nach Kompression mit einem Deckglas mikroskopiert.

Durch eine 24-stündige Inkubation des Hautgeschabsels in einem Reagenzglas unter Zusatz von 10 % iger Natron- oder Kalilauge bei 27°C und anschließender Anreicherung im Sediment mittels Zentrifugation für zwei Minuten bei 2000 U/min erhält man wesentlich höhere Milbenisolate. Eine Verkürzung und Verstärkung des Mazerationsprozesses des Hautmaterials kann durch zwei- oder dreimaliges Aufkochen der Laugen im Wasserbad erreicht werden. Zum Mikroskopieren wird dann anschließend das Sediment tropfenweise auf den Objektträger gegeben (KRAISS & KRAFT 1987).

Des Weiteren wird eine Flotationsmethode zum Nachweis der Milben in Hautgeschabseln beschrieben. Hierbei wird das Hautgeschabsel in ein Becherglas gegeben, mit 10 % iger Kalilauge vermischt und für fünf Minuten leicht erwärmt. Anschließend wird die Kalilaugenmischung zu einer gesättigten Zuckerlösung in ein Zentrifugenröhrchen gegeben und dann zentrifugiert, wodurch die Eier und die Milben dann an die Oberfläche aufsteigen. Von der Oberfläche dieser Lösung pipettiert man nun einige Tropfen zum Mikroskopieren auf einen Objektträger. Aufgrund der großen Konzentration bei dieser Nachweismethode sind die Milben mit großer Wahrscheinlichkeit zu finden (MORIELLO 1987; ANDERSON 1979).

Laut MORIELLO (1987) & BORNSTEIN (1995) ist auch eine Therapie auf Verdacht gerechtfertigt, wenn der klinische Verdacht einer *Sarcoptes*-Räude besteht, obwohl weder Milben noch Eier gefunden werden können. Die Verdachtsdiagnose wird dann durch die Linderung des Juckreizes bestätigt.

#### **2.2.6.2 Serodiagnostik**

In Bezug auf die Antikörperbildung gegen *Sarcoptes scabiei* untersuchten schon BORNSTEIN & ZAKRISSON (1993) Seren von experimentell mit *Sarcoptes scabiei* var. *vulpes* infizierten Hunden mit dem indirekten ELISA. Hierbei setzten sie ein mit Meerettich-Peroxidase konjugiertes, monoklonales anti-Hund IgG-Konjugat ein. Die Milben, die zur Infektion verwendet wurden, stammen von natürlich infizierten Rotfüchsen (*Vulpes vulpes*). Die Hunde, die die deutlichsten klinischen Symptome zeigten, wiesen auch die höchsten Antikörperspiegel auf, wohingegen die Hunde mit einem geringen Anstieg der Extinktionswerte auch nur schwach ausgeprägte klinische Symptome zeigten.

### 2.2.7 Therapie

Im Wesentlichen sollte die Behandlung der *Sarcoptes*-Räude in zwei Ansätzen erfolgen. Auf der einen Seite soll die Funktionsfähigkeit des Immunsystems verbessert oder wiederhergestellt werden, auf der anderen Seite muß die Vermehrung der Erreger wirksam oder am Besten völlig eingeschränkt werden. Hierzu werden Akarizide verwendet. Von Vorteil sind Wasch- und Badebehandlungen des ganzen Tieres und sarcoptizide Präparate mit ausreichender Residualwirkung und guter Vertäglichkeit zu empfehlen. Die Lagerstätten sollten dekontaminiert und alle Kontakthunde gleichzeitig mitbehandelt werden. Allerdings muß die Therapie aufgrund der unzureichend oviziden Wirksamkeit der Akarizide in fünf bis siebentägigen Abständen mindestens zweimal wiederholt werden (KRAISS & KRAFT 1987). Vor Behandlungsbeginn sollten die Hunde mit einer milden antiseborrhoischen und keratolytischen Waschlösung gebadet werden, um die Krusten und Schuppen zu entfernen (KRAISS & KRAFT 1987; KAMBOJ 1993; MEDLEAU 1990).

Nach KRAISS & KRAFT (1987) eignet sich zur Behandlung der *Sarcoptes*-Räude des Hundes das Amidin Amitraz (Ektodex®, Hoechst) in einer 0,025 % igen Lösung, des weiteren die organischen Phosphorsäureester Phoxim (Sebacil®, Bayer) und Heptenophos (Ragadan®, Hoechst, seit 1997 nicht mehr im Handel, die in einer Konzentration von 0,05 - 0,1 % angewendet werden.

Laut LÖSCHER et al. (1991) wirkt zudem die insktizide und akarizide Wirkung des Gamma-Hexachlorocyclohexans Lindan® (in Deutschland nicht mehr im Handel), wenn man sie als 0,01 % ige Badelösung und bei äußerlicher Anwendung als 0,03 - 0,05 % ige Wasch- oder Sprühlösung einsetzt.

Ungeachtet des Krankheitsgrades stellte DAS (1996) bei seinem Versuch fest, daß eine komplette Elimination aller Entwicklungsstadien der Milben nach drei Tagen durch eine dreimalige Anwendung von Amitraz 5 % (Ektodex®, Hoechst) erreicht ist. Zwölf Tage nach der Behandlung seien die verkrusteten Läsionen komplett verheilt und nach insgesamt einundzwanzig Tagen neue Haare nachgewachsen.

Zur Behandlung der *Sarcoptes*-Räude beim Hund sind in den letzten Jahren auch vermehrt Avermectine, wie z.B. Ivermectin oder Doramectin, eingesetzt worden, wobei in schweren Krankheitsfällen die Hunde bei der Verwendung von Ivermectin im Durchschnitt länger behandelt werden müssen als mit den vorher aufgeführten Mitteln.

Bei Untersuchungen über die Wirksamkeit von Ivermectin in einer Dosierung von 0,8 mg/kg Körpermasse kamen VARGHESE et al. (1994) zu der Erkenntnis, daß Hunde mit einer

leichten Räude nach einer Injektion, Hunde mit einer mäßigen Räude zwei bis drei und Hunde mit einer schweren Räude nach vier Injektionen wieder genesen sind. Ähnliche Ergebnisse über die Effektivität von Ivermectin bei der Räude beim Hund erzielten SARMA & HAFEEZ (1992), indem sie feststellten, daß bei einigen Hunden zur klinischen und parasitologischen Genesung eine zweite und dritte Injektion in einer Dosierung von 0,2 mg/kg Körpermasse notwendig ist. Eine schnellere klinische Genesung erzielten sie allerdings mit einer Dosierung von 0,4 mg/kg Körpermasse. Nebenwirkungen wurden in keinem der Fälle beobachtet.

Es muß jedoch auch beachtet werden, daß Ivermectin (Ivomec®) für die Behandlung der Räude beim Hund nicht zugelassen ist, da es bei einigen Hunderassen, wie z.B. Bobtails, Shelties, Collies und deren Mischlingen, bereits in einer Dosierung von 0,2 mg/kg Körpermasse schwere Nebenwirkungen hervorrufen kann und somit kontraindiziert ist. Die Nebenwirkungen äußern sich durch komatöse Zustände, auf der Seite liegen, Somnolenz, Salivation, Erbrechen, Ataxie, Krämpfe und Schwäche. Es kann sogar der Tod des Tieres als stärkste Nebenwirkung eintreten (MEDLEAU 1990; CAMPBELL 1985). Nach LÖSCHER et al. treten die Symptome zum Teil erst mit mehrstündiger Verzögerung auf und können einen bis zu 12 Tage lang anhaltenden komatösen Zuständen hervorrufen.

Da aufgrund der Formulierung Doramectin vom Kleintier besser vertragen wird als Ivermectin, wird es in einer Dosierung von 0,4 mg/kg Körpermasse mittlerweile bevorzugt eingesetzt.

Nach neusten Untersuchungen von SIX et al. (2000) zur Effektivität und Sicherheit von Selamectin, einem neuen Avermectin, bei mit *Sarcoptes scabiei* infizierten Hunden liegen folgende Ergebnisse vor: Nach einer einmaligen Gabe von Selamectin in Form eines „Spot-On“ in einer Dosierung von 6 mg/ kg Körpermasse (therapeutische Spannweite 6-12 mg/kg Körpermasse) wurden nach der Behandlung die Effektivität des Medikaments durch Hautgeschabsel kontrolliert, wobei die Eliminationsrate der Milben nach 30 Tagen bei 95 % und nach 60 Tagen bei 100 % lag.

In einer Vergleichsstudie der therapeutischen Effektivität von Amitraz (in 0,025 % iger Lösung), Deltamethrin ( in 0,005 %iger Lösung) und Ivermectin (0,2 mg /kg KM) bei wöchentlicher Behandlung stellt KAMBOJ (1993) fest, daß Amitraz am besten geeignet ist. Von der Kostenseite aus betrachtet ist Deltamethrin am günstigsten und die Anzahl der Behandlungen unterscheidet sich nicht wesentlich von der mit Amitraz.

MEDLEAU (1990) empfiehlt bei einer schweren sekundären Pyodermie die Gabe von Antibiotika. Immunsuppressive Antibiotika sollten unbedingt vermieden werden, sowie auch

die Anwendung von Kortikosteroiden zur Linderung des Pruritus aufgrund ihrer immunsupprimierenden Wirkung kontraindiziert ist (KRAISS & KRAFT).

Zur Linderung des Juckreizes und für die Besserung des Allgemeinempfindens rät MORIELLO (1987) eine kurzzeitige orale Kortikosteroidgabe. Dies sollte allerdings nicht bei einer Verdachtsdiagnose, sondern nur bei einer gesicherten Diagnose erfolgen, bei der die Therapie dann als „Diagnosis ex juvantibus“ dient. Die orale Gabe von Prednison oder Prednisolon (0,5 mg/kg KM in den ersten drei bis vier Tagen) empfiehlt ebenfalls MEDLEAU (1990) als Zusatztherapie.

Tabelle 2: Behandlung der *Sarcoptes*-Räude beim Hund (nach SCHEIN 1996)

Medikament	Wirkstoff	Applikation	Dosierung	Anzahl der Behandlungen	Intervall
Sebacil®	Phoxim	Waschung	0,1 - 0,2 %	3 mal	7 Tage
Ragadan®*	Heptenophos	Waschung	0,05 - 0,1 %	5 – 6 mal	5 – 6 Tage
Ektodex®	Amitraz	Waschung	0,025-0,05 %	2 – 3 mal	10 - 14 Tage
Dectomax®	Doramectin	s.c.-Injektion	0,4 mg/kg KM	3 mal	7 Tage
Ivomec®	Ivermectin	s.c.-Injektion	0,4 mg/kg KM	3-4 mal	5-7 Tag
Stronghold®	Selamectin	„Spot-On“	6 mg/ kg KM	1 mal	

\*: seit 1997 nicht mehr im Handel

Verschiedene Therapieansätze der *Sarcoptes*-Räude des Hundes sind der von Schein (1996) erstellten Tabelle 2 zu entnehmen.

Des Weiteren sollten neben der Behandlung der Hunde auch sämtliches Zubehör, die Lagerstätten und deren Umgebung dekontaminiert werden. Hierbei ist die einfachste und wirksamste Form der Dekontamination das Zubehör und die Lagerstätten der Hunde für mindestens vier Wochen unbenutzt zu lassen, da die Milben außerhalb des Wirtes bei Raumklima nur zwei Wochen überleben (KRAISS & KRAFT 1987; ARLIAN et al. 1984b)

Eine Alternative dazu besteht in der Säuberung und Akarizidbehandlung der Lagerstätten und Umgebung der Hunde. Die Kissen und Decken und sonstiges Zubehör können bei 95 °C gewaschen und die Hundehütte und Körbchen auf der Basis von Phosphorsäureestern, Carbamaten oder Pyrethroiden in Form von Akarizid Sprays behandelt werden.