

Aus dem Institut für
Parasitologie und Tropenveterinärmedizin
des Fachbereiches Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin
und
dem Institut für Biogeographie
der Universität des Saarlandes

**EPIDEMIOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN ZUM VORKOMMEN
DER TOLLWUT UND DES KLEINEN FUCHSBANDWURMES,
ECHINOCOCCUS MULTILOCULARIS, IM SAARLAND**

INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Veterinärmedizin
an der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Victoria-Patricia Ahlmann
Tierärztin aus Berlin

Berlin 1997

Journal Nr. 2087

Gedruckt mit Genehmigung
des Fachbereiches Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

Dekan: Univ.-Prof. Dr. K. Hartung

Erster Gutachter: Univ.-Prof. Dr. E. Schein

Zweiter Gutachter: Univ.-Prof. Dr. D. Ebner

Tag der Promotion: 07.11.1997

Meinen Eltern gewidmet

INHALTSVERZEICHNIS

BEGRIFFSDEFINITIONEN

ABKÜRZUNGEN

I. EINLEITUNG

II. LITERATURÜBERSICHT

1. Biologie und Ökologie des Rotfuchses (Vulpes vulpes L. 1758)

- 1.1 Systematik
- 1.2 Verbreitung
- 1.3 Lebensraum
- 1.4 Home range-Größe
- 1.5 Populationsdichte
- 1.6 Dispersion
- 1.7 Fortpflanzung
- 1.8 Nahrungsspektrum

2. Tollwut

- 2.1 Überblick zur Epidemiologie, zum Vorkommen und zur Verbreitung der Tollwut
- 2.2 Der Verlauf der Tollwut in Abhängigkeit von der Landschaftsstruktur
- 2.3 Die Bedeutung des Rotfuchses für das Tollwutgeschehen
- 2.4 Die orale Immunisierung der Füchse gegen Tollwut
- 2.5 Kontrolle der Immunisierungsaktionen
- 2.6 Impfstrategie
- 2.7 Zur Köderaufnahme durch Füchse in Abhängigkeit von der Jahreszeit
- 2.8 Köderkonkurrenten
- 2.9 Überblick über das Tollwutgeschehen im Saarland von 1965 bis 1985

3. Echinococcus multilocularis

- 3.1 Überblick zur Epidemiologie, Vorkommen und Verbreitung von Echinococcus multilocularis
- 3.2 Überblick zu Untersuchungen zum Vorkommen von Echinococcus multilocularis im Saarland

III. MATERIAL UND METHODEN

4. Der Untersuchungsraum

- 4.1 Die Flächennutzung der Gemeinden
- 4.2 Besiedlungsdichte
- 4.3 Höhenverhältnisse

5. Ermittlung des Hunting Index

6. Alters- und Geschlechtsbestimmung

7. Untersuchungen zum Tollwutvorkommen im Saarland in den Jahren 1986 bis 1995

8. Tollwutdiagnostik und Wirksamkeitskontrolle der oralen Immunisierung der Füchse gegen Tollwut im Saarland im Zeitraum August 1994 bis August 1995

- 8.1 Herkunft der Füchse
- 8.2 Sektionen
- 8.3 Tollwutdiagnostik
- 8.4 Bestimmung der Immunisierungsraten der Kontrollfüchse
- 8.5 Bestimmung der Köderaufnahmeraten der Kontrollfüchse

9. Untersuchungen zur Befallsextenstität von Echinococcus multilocularis bei Füchsen im Saarland im Zeitraum August 1994 bis August 1995

- 9.1 Sektionen
- 9.2 Arbeitsmethode

10. Statistische Auswertung

IV. ERGEBNISSE

11. Ergebnisse zum Tollwutvorkommen im Saarland in den Jahren 1986 bis 1995

11.1 Tollwutraten bei Haus- und Wildtieren

11.1.1 Verteilung der Tollwutraten nach Haus- und Wildtierarten

11.1.2 Verteilung der Tollwutraten bei Haus- und Wildtieren nach Monaten

11.2 Verteilung der Tollwutraten bei Wildtieren nach Landkreisen

11.3 Verteilung der Tollwutraten bei Wildtieren in Abhängigkeit von der Flächennutzung

11.4 Verteilung der Tollwutraten bei Wildtieren in Abhängigkeit von der Bevölkerungsdichte

11.5 Verteilung der Tollwutraten bei Wildtieren in Abhängigkeit von der Höhenlage

11.6 Einfluß der oralen Immunisierung der Füchse auf das Tollwutgeschehen im Saarland

11.6.1 Vergleich zwischen den Tollwutraten der Wildtiere und den Hunting Indices der Füchse im Saarland

11.7 Aufschlüsselung der Einsendegründe der untersuchten Wildtiere

12. Ergebnisse der Tollwutdiagnostik bei Füchsen und der Effizienzkontrollen zur oralen Immunisierung der Füchse gegen Tollwut im Saarland im Zeitraum August 1994 bis August 1995

12.1 Ergebnisse der Tollwutdiagnostik

12.1.1 Verteilung der Tollwutraten nach dem Geschlecht

12.1.2 Verteilung der Tollwutraten nach dem Alter

12.1.3 Verteilung der Einsendungen und Tollwutfälle nach Monaten

12.1.3.1 Verteilung der Tollwutraten nach Monaten unter Berücksichtigung der Impffaktionen

12.1.3.2 Monatliche Verteilung der Einsendungen und der Tollwutraten nach dem Geschlecht

12.1.3.3 Monatliche Verteilung der Einsendungen und der Tollwutraten nach dem Alter

12.1.4 Verteilung der Tollwutraten nach Landkreisen unter Berücksichtigung des Hunting Index

12.2 Ergebnisse der Antikörper- und OTC-Bestimmung

#12.2.1 Verteilung der Immunisierungs- und Köderaufnahmeraten nach dem Geschlecht der untersuchten

Kontrollfüchse

12.2.2 Verteilung der Immunisierungs- und Köderaufnahmeraten nach dem Alter der untersuchten

Kontrollfüchse

12.2.3 Verteilung der Immunisierungs- und Köderaufnahmeraten nach Landkreisen

13. Ergebnisse zur Befallsextenstität von Echinococcus multilocularis bei Füchsen im Saarland im Zeitraum August 1994 bis August 1995

13.1 Befallsextenstität von Echinococcus multilocularis bei den untersuchten Füchsen

13.1.1 Befallsextenstität von Echinococcus multilocularis in Abhängigkeit vom Geschlecht

13.1.2 Befallsextenstität von Echinococcus multilocularis in Abhängigkeit vom Alter

13.1.3 Befallsextenstität von Echinococcus multilocularis nach Monaten

13.1.4 Befallsextenstität von Echinococcus multilocularis nach Landkreisen

13.1.5 Befallsextenstität von Echinococcus multilocularis in Abhängigkeit von der Flächennutzung

13.1.6 Befallsextenstität von Echinococcus multilocularis in Abhängigkeit von der Bevölkerungsdichte

13.1.7 Befallsextenstität von Echinococcus multilocularis in Abhängigkeit von der Höhenlage

V. DISKUSSION

14. Untersuchungen zum Tollwutvorkommen im Saarland in den Jahren 1986 bis 1995

14.1 Tollwutraten bei Haus- und Wildtieren

14.1.1 Verteilung der Tollwutraten nach Haus- und Wildtierarten

14.1.2 Verteilung der Tollwutraten bei Haus- und Wildtieren nach Monaten

[14.2](#) Verteilung der Tollwutraten bei Wildtieren nach Landkreisen

[14.3](#) Verteilung der Tollwutraten bei Wildtieren in Abhängigkeit von der Flächennutzung

[14.4](#) Verteilung der Tollwutraten bei Wildtieren in Abhängigkeit von der Bevölkerungsdichte

[14.5](#) Verteilung der Tollwutraten bei Wildtieren in Abhängigkeit von der Höhenlage

[14.6](#) Einfluß der oralen Immunisierung der Füchse auf das Tollwutgeschehen im Saarland

[14.6.1](#) Vergleich zwischen den Tollwutraten der Wildtiere und den Hunting Indices der Füchse im Saarland

[14.7](#) Aufschlüsselung der Einsendegründe der untersuchten Wildtiere

[15.](#) Tollwutdiagnostik bei Füchsen und Untersuchungen zur Wirksamkeitskontrolle der oralen Immunisierung der Füchse gegen Tollwut im Saarland im Zeitraum August 1994 bis August 1995

[15.1](#) Tollwutdiagnostik

[15.1.1](#) Verteilung der Tollwutraten nach dem Geschlecht und dem Alter

[15.1.2](#) Verteilung der Einsendungen und Tollwutfälle nach Monaten

[15.1.2.1](#) Verteilung der Tollwutraten nach Monaten unter Berücksichtigung der Impfkationen

[15.1.2.2](#) Monatliche Verteilung der Einsendungen und der Tollwutraten nach dem Geschlecht

[15.1.2.3](#) Monatliche Verteilung der Einsendungen und der Tollwutraten nach dem Alter

[15.1.3](#) Verteilung der Tollwutraten nach Landkreisen unter Berücksichtigung des Hunting Index

[15.2](#) Antikörper- und OTC-Bestimmung

[15.2.1](#) Verteilung der Immunisierungs- und Köderaufnahmeraten nach dem Geschlecht und dem Alter der untersuchten Kontrollfüchse

[15.2.2](#) Verteilung der Immunisierungs- und Köderaufnahmeraten nach Landkreisen

[16.](#) Untersuchungen zur Befallsextenität von Echinococcus multilocularis bei Füchsen im Saarland im Zeitraum August 1994 bis August 1995

[16.1](#) Befallsextenität von Echinococcus multilocularis bei den untersuchten Füchsen

[16.1.1](#) Befallsextenität von Echinococcus multilocularis in Abhängigkeit vom Geschlecht

[16.1.2](#) Befallsextenität von Echinococcus multilocularis in Abhängigkeit vom Alter

[16.1.3](#) Befallsextenität von Echinococcus multilocularis nach Monaten

[16.1.4](#) Befallsextenität von Echinococcus multilocularis nach Landkreisen

[16.1.5](#) Befallsextenität von Echinococcus multilocularis in Abhängigkeit von der Flächennutzung

[16.1.6](#) Befallsextenität von Echinococcus multilocularis in Abhängigkeit von der Bevölkerungsdichte

[16.1.7](#) Befallsextenität von Echinococcus multilocularis in Abhängigkeit von der Höhenlage

[VI. SCHLUSSFOLGERUNGEN](#)

[VII. ZUSAMMENFASSUNG](#)

[VIII. SUMMARY](#)

[IX. LITERATURVERZEICHNIS](#)

BEGRIFFSDEFINITIONEN

ante vaccinationem:

vor der Impfung

attenuiert:

abgeschwächt

Befallsextenität:

prozentualer Anteil infizierter Probanden an der untersuchten Population

Befallsintensität:

Befallstärke; Anzahl der Krankheitserreger je infiziertes Tier

Endwirt:

Wirt, in dem der Parasit die Geschlechtsreife erreicht

Fehlwirt:

Wirtsart, in der sich eine Parasitenart nicht über längere Zeit halten oder weiterentwickeln kann (biologische Sackgasse)

Hunting Index:

Jagdintensität; Anzahl erlegter Tiere je qkm und Jahr. Dient als Maß für die Populationsdichte der betreffenden Wildtierart

Kontaktrate:

Wahrscheinlichkeit des Kontakts zwischen einem infektiösen und einem empfänglichen Tier

maligne:

bösartig

Metazestoden:

Stadien von Zestoden in einem Zwischenwirt (syn. Finnen)

Monogamie:

(Paarungssystem) Die seltenste Form der Vermehrungsgemeinschaft im Tierreich, charakterisiert durch die vorübergehende oder lebenslange Einehe

Mortalität:

Anteil der gestorbenen Individuen bezogen auf ein bestimmtes Kollektiv der Gesamtpopulation

Polioencephalitis:

Entzündung der grauen Gehirnschicht

Polyandrie:

(Paarungssystem) Mehrere Jahre dauernde oder gar lebenslängliche Bindung zwischen einem Weibchen und mehreren Männchen. Tritt seltener auf als die Polygynie

Polygynie:

(Paarungssystem) Mehrere Jahre dauerndes oder gar lebenslangliches Zusammenleben eines Männchens mit mehreren Weibchen

Prävalenz:

Häufigkeit einer bestimmten Krankheit zu einem bestimmten Zeitpunkt

Prävalenzrate:

Zahl der Erkrankten im Verhältnis zur Anzahl der untersuchten Individuen zu einem bestimmten Zeitpunkt

Proglottiden:

Bandwurmglieder (Sing. Proglottis)

Tollwutfrequenz:

Häufigkeit der Tollwutfälle pro 100 qkm und Jahr

Vektor:

Überträger von Krankheitserregern

Zoonose:

Infektionskrankheit, deren Erreger unter natürlichen Bedingungen von Wirbeltieren auf Menschen übergehen können

Zwischenwirt:

Wirt von ungeschlechtlichen Stadien eines Parasiten, die sich durch Wachstum und/oder Differenzierung weiterentwickeln oder vermehren

ABKÜRZUNGEN

Abb.:

Abbildung

Ak:

Antikörper

BFAV:

Bundesforschungsanstalt für Viruskrankheiten der Tiere

BJG:

Bundesjagdgesetz

bzw.:

beziehungsweise

E. multilocularis:

Echinococcus multilocularis

et al.:

und Mitarbeiter

HIPD:

Hunting Index of Population Density

Kap.:

Kapitel

GMK:

Gesundheitsministerkonferenz

MAK:

Monoklonale Antikörper

NN:

Normalnull

SIGU:

Staatliches Institut für Gesundheit und Umwelt, hier: Abteilung H- Veterinärmedizin

OTC:

Oxytetracyclin

persönl. Mitt.:

persönliche Mitteilung

qkm:

Quadratkilometer

Tab.:

Tabelle

unbek.:

unbekannt

vergl.:

vergleiche

VJS:

Vereinigung der Jäger des Saarlandes

WHO:

World Health Organisation - Weltgesundheitsorganisation

I. EINLEITUNG

Das Saarland ist nicht nur seit drei Jahrzehnten Endemiegebiet der Tollwut, sondern gehört nach jüngsten Erkenntnissen auch zum Verbreitungsgebiet des Kleinen Fuchsbandwurmes, Echinococcus multilocularis, der beim Menschen für das Krankheitsbild der alveolären Echinokokkose verantwortlich ist.

Den sonst grundverschiedenen Erregern ist gemeinsam, daß beide unter natürlichen Bedingungen von Wirbeltieren auf den Menschen übergehen können (Zooanthroponosen) und daß, zumindest unter mitteleuropäischen Verhältnissen, der Rotfuchs (*Vulpes vulpes* L.) eine Schlüsselrolle bei dem Zustandekommen, der Verbreitung, der Ausbreitung und der zeitlichen Dynamik beider Infektionskrankheiten einnimmt.

Im Frühjahr 1965 wurde der erste Tollwutfall bei einem Reh im nördlichen Saarland amtlich gemeldet. Bis zum heutigen Tage ist die Seuche im gesamten Landesgebiet endemisch, wobei, wenn auch im unterschiedlichen Maße, sowohl Haus- als auch Wildtiere betroffen sind. Obwohl seit dem Bestehen dieser Zoonose im Saarland beim Menschen Sterbefälle durch die Tollwut nicht aufgetreten sind, besteht dennoch ein ständiges Infektionsrisiko für den Menschen durch den möglichen Kontakt mit tollwutkranken Haus-, Nutz- und Wildtieren. Alle bisher durchgeführten Bekämpfungsmaßnahmen mit dem Ziel, die weitere Ausbreitung der Seuche zu verhindern bzw. Tollwutfälle und -expositionen, insbesondere beim Menschen, sowie ökonomische Verluste durch die Tollwut zu vermindern, haben im Saarland zu keinem durchgreifenden Erfolg geführt. Zur Verringerung des Tollwuterkrankungsrisikos beim Menschen ist deshalb einerseits die Aufklärung der Bevölkerung und andererseits die Unterbrechung der Infektionsketten zum Menschen durch die Tollwutschutzimpfung der Haus- und Nutztiere von besonderer Wichtigkeit. Desweiteren stehen in der Humanmedizin Impfstoffe sowohl für die aktive als auch für die passive Immunisierung zur Verfügung, die bei einer Infektion des Menschen rechtzeitig und richtig eingesetzt eine Tollwuterkrankung sicher verhindern können.

Anders verhält es sich bei der Echinokokkose, einer chronischen, prognostisch ernsthaften Parasitose des Menschen, die durch Metazestoden (Echinokokken) der Gattung *Echinococcus* verursacht wird. Je nach Erreger (*Echinococcus multilocularis* oder *Echinococcus granulosus*) tritt sie als alveoläre oder zystische Echinokokkose auf (KRAUSS et al., 1986).

Generell erfolgt die Infektion des Menschen mit Echinokokken durch die orale Aufnahme der vom Endwirt ausgeschiedenen Eier. Im Falle der zystischen Echinokokkose (Hydatidose), die vorwiegend einen domestischen Zyklus mit dem Haushund als Endwirt und verschiedenen herbivoren Haustieren als Zwischenwirten durchläuft (ECKERT, 1981), geschieht dies vor allem bei engem Kontakt mit Hunden, die sich durch Fressen nicht kontrollierter Schlachtabfälle infiziert haben. Besonders häufig ist das der Fall in typischen Schaf- und Rinderzuchtgebieten der Welt, aber auch in einigen Mittelmeerländern. In Deutschland liegt der Durchseuchungsgrad bei Hunden und Rindern nur bei ca. 1% (ECKERT et al., 1992). In der Humanmedizin wird die Hydatidose in Deutschland fast nur bei Gastarbeitern oder bei Touristen registriert, die sich in entsprechenden Ländern aufgehalten haben.

Die alveoläre Echinokokkose stellt dagegen derzeit die am meisten gefürchtete parasitär bedingte Zoonose des Menschen in Mitteleuropa dar (RIBBECK et al., 1994). Bei dieser Parasitose handelt es sich um eine chronisch-destruktive, oft tödliche Erkrankung primär der Leber, in der sich die Larvenstadien (Metazestoden) des Fünfgliedrigen Fuchsbandwurmes *E. multilocularis* infiltrativ ausbreiten (KRAUSS et al., 1986).

In vielen diagnostizierten Echinokokkose-Krankheitsfällen beim Menschen ist bisher eine Differenzierung zwischen alveolärer oder zystischer Echinokokkose nicht erfolgt. Im Saarland sind seit dem Jahre 1971 vier Sterbefälle beim Menschen aufgrund einer Echinokokkenerkrankung registriert worden, wobei allerdings auch in diesen Fällen nicht geklärt wurde, ob es sich bei den Erkrankungen um eine Infektion mit dem kleinen Fuchsbandwurm (*E. multilocularis*) oder mit dem Hundebandwurm (*E. granulosus*) gehandelt hat (Statistisches Landesamt Saarland, persönl. Mitt. 1995).

Im Gegensatz zur Schweiz, in der seit 1988 für Laboratorien eine Meldepflicht für die Echinokokkose des Menschen besteht (ECKERT, 1989), ist diese Parasitose in Deutschland nach dem Bundesseuchengesetz nicht meldepflichtig und es erfolgt auch keine zentrale Erfassung klinischer Fälle. Aus diesem Grund ist der Kenntnisstand derzeit sehr lückenhaft. Im Vergleich zur Tollwut treten jedoch in Deutschland regelmäßig Krankheitsfälle beim Menschen auf und es ist davon auszugehen, daß fast alle bekannt gewordenen Infektionen mit dem kleinen Fuchsbandwurm autochthon erworben wurden.

Ziel der vorliegenden Arbeit war zum einen die Analyse des Tollwutgeschehens im Saarland in den Jahren 1986 bis 1995 unter Berücksichtigung der seit 1987 durchgeführten Impfaktionen zur oralen Immunisierung der

Füchse gegen Tollwut sowie die Aufdeckung der Gründe, die für das Ausbleiben eines durchgreifenden Erfolges der Impfmaßnahmen verantwortlich waren. Darüber hinaus wurden die Häufigkeiten des Auftretens der Tollwut und des *E. multilocularis* bei Füchsen in Abhängigkeit von verschiedenen Einflußfaktoren untersucht und ausgewertet. Dabei war zu prüfen, inwieweit sich Übereinstimmungen hinsichtlich der regionalen Ausbreitung und Häufigkeit des Vorkommens beider Zoonosen im Saarland zeigten.

II. LITERATURÜBERSICHT

1. Biologie und Ökologie des Rotfuchses (*Vulpes vulpes* L. 1758)

Der Rotfuchs ist innerhalb der letzten zwanzig Jahre weltweit zu einem bevorzugten Forschungsobjekt der Wildbiologen geworden. Dies liegt zum einen darin begründet, daß es sich bei dieser Wildart um ein häufiges, standorttreues und sich relativ kleinräumig fortbewegendes Raubtier handelt, das sich daher zur Erforschung seines Verhaltens in Raum und Zeit, sowie seines sozialen Verhaltens in unterschiedlichen Ökosystemen, seiner Ernährung und seiner Populationsdynamik anbietet. Andererseits gilt dieser Wildkanide vielerorts als "Schädling" für Wild- und Haustiere. Als Gewinner in der von Menschenhand geschaffenen Kulturlandschaft kann sich der Fuchs weit besser behaupten, als zahlreiche Niederwildarten, die teilweise zu seinem Beutespektrum zählen und eher die Verlierer in dem anthropogen geschaffenen Lebensraum darstellen.

Trotz starker Verfolgung durch den Menschen hat der Fuchs in seinem Besatz in den letzten Jahrzehnten stetig zugenommen und sich sogar bis in die Nachbarschaft des Menschen ausgebreitet. Verschiedene Tatsachen sind hierfür verantwortlich. Zum einen sind die natürlichen Feinde des Rotfuchses, wie Bär, Luchs und Wolf, vom Menschen im letzten Jahrhundert in großen Teilen Europas besonders aus Gründen der Nahrungskonkurrenz ausgerottet worden. Zum anderen ist diese Art aufgrund eines relativ kleinen Körperbaus und einer einzelgängerischen Lebensweise in ihrem Lebensraum für den Menschen weit weniger auffällig und somit wesentlich schwieriger zu bejagen als andere, größere Wildkaniden. Weiterhin ist der Rotfuchs ein Generalist, der dank hoher Anpassungsfähigkeit auf die vielfältigste Art und Weise in den unterschiedlichsten Lebensräumen existieren kann und von einem breiten Nahrungsspektrum profitiert. Aufgrund seiner raschen Auffassungsgabe, hoher Lernfähigkeit, sowie seines guten Erinnerungsvermögens, verknüpft mit einer hervorragenden Sinnesleistung ist er imstande, auf sich schnell ändernde Situationen, insbesondere das Nahrungsangebot und den Feinddruck (Jagddruck) entsprechend zu reagieren. Durch seine Flexibilität vermag der Fuchs sich schnell auf Umweltveränderungen einzustellen und vom Menschen künstlich geschaffene Strukturen und Lebensräume zu seinem Vorteil zu nutzen.

Nicht zuletzt begründet vor allem die Ausbreitung der Fuchstollwut und der gehäufte Nachweis von *E. multilocularis* im Endwirt Fuchs, die beide eine Gefahr für die menschliche Gesundheit darstellen, die vermehrte Erforschung dieses Wildkaniden.

1.1 Systematik

Systematisch gehört der Rotfuchs (*Vulpes vulpes*) innerhalb der Ordnung der Raubtiere (Carnivora) zur Familie der Hundartigen (Canidae). Die Gattung *Vulpes* umfaßt insgesamt 10 Arten (WILSON et al., 1993):

- *Vulpes bengalensis* (Bengalfuchs), SHAW, 1800
- *Vulpes cana* (Afghanischer Fuchs), BLANFORD, 1877
- *Vulpes chama* (Kapfuchs), SMITH, 1833
- *Vulpes corsac* (Korsak), LINNÉ, 1768
- *Vulpes ferrilata* (Tibetfuchs), HODGSON, 1842
- *Vulpes pallida* (Sandfuchs), CRETZSCHMAR, 1826

- *Vulpes rueppelli* (Rüppelfuchs), SCHINZ, 1825
- *Vulpes velox* (Kitfuchs), MERRIAM, 1902
- *Vulpes vulpes* (Rotfuchs), LINNÉ, 1758
- *Vulpes zerda* (Fennek), ZIMMERMANN, 1780

Der Eis- oder Polarfuchs (*Alopex lagopus*) mit 9 Unterarten wird heute einer eigenen Gattung zugeordnet, da er in manchen Merkmalen von den echten Füchsen (*Vulpes*) abweicht. Er lebt nördlich der Baumgrenze im gesamten Nordpolargebiet (PETZSCH, 1992).

1.2 Verbreitung

Von allen wildlebenden Karnivoren besitzt der Rotfuchs zusammen mit dem Wolf (*Canis lupus*) das größte Verbreitungsgebiet. Es umschließt die gesamte nördliche Hemisphäre und ist vom gemäßigten Klima geprägt (Palaearktis). Er kommt, trotz geographischer Verschiedenheit der Artvertreter in Größe und Farbtönen, nahezu auf sämtlichen Festlandgebieten Nordamerikas, Europas (außer den Balearen und Kreta) und ganz Asiens, einschließlich China und Japan, vor. Faunistische Untersuchungen an der Nordküste der Sowjetunion ergaben, daß der Rotfuchs langsam nach Norden vordringt und den Polarfuchs in seinem Lebensraum jenseits des Polarkreises verdrängt (PETZSCH, 1992). Seine südlichste Verbreitung umfaßt Nordafrika mit Ausnahme der Wüstengebiete. 1864 wurden drei Füchse von England nach Australien eingeführt. Seither hat sich die Art über das gesamte Land mit Ausnahme des Nordens ausgebreitet und lebt dort auch in Trockengebieten mit weniger als 8 mm Niederschlag je Jahr.

Abb. 1:

Die heutige geographische Verbreitung des Rotfuchses (Quelle: LABHARDT, 1990)



1.3 Lebensraum

Trotz des derzeitigen Tollwutseuchenzuges in Mitteleuropa und zahlreicher Maßnahmen zu seiner Reduzierung hat der Rotfuchs sein Verbreitungsgebiet vergrößert und ist in seiner Anzahl gestiegen (LLOYD, 1980). In

Deutschland kommt die Art nahezu flächendeckend vor. Die Diversität ihrer Lebensräume ist ein Zeichen hoher Anpassungs- und Lernfähigkeit. Somit ist der Rotfuchs sowohl in Hochgebirgslagen, wenn auch in geringsten Dichten, als auch in den Tiefebene anzutreffen (SPITTLER, 1987).

Generell meidet er flaches, offenes Land, sehr offene Feldfluren mit wenig Gebüsch und Hecken sowie Gebiete mit hohem Grundwasserspiegel (LLOYD, 1980). Ebenso stellen große, zusammenhängende Waldgebiete für den Fuchs einen suboptimalen Lebensraum dar (FUNK et al., 1990). Mit Ausnahme der Wintermonate, in denen der Fuchs im Wald Fallwild findet, sind die Nahrungsressourcen hier eher knapp. Dennoch kommt dem Wald in Feldnähe große Bedeutung als Tageseinstand zu. In der Regel ist der Jagddruck auf den Fuchs im Wald gering. Es finden sich vor allem hier die zur Welpenaufzucht genutzten sowie die zur Ranzzeit und in der Abwanderungsphase der Jungfuchse als Kommunikationszentren dienenden Baue. Allgemein stellt die anthropogen geschaffene Kulturlandschaft für den Fuchs einen ökologisch vielfältigen, reich strukturierten Lebensraum mit einem mannigfaltigen, über das ganze Jahr vorhandenen Nahrungsangebot dar. Solche heterogenen Lebensräume mit entsprechender Ressourcenvielfalt sorgen langfristig für größere und stabilere Fuchspopulationen als homogene Habitate. Zunehmend häufiger besetzt der Rotfuchs auch urbane Gebiete (LLOYD, 1980).

Da der Rotfuchs nach § 2 Abs. 1 Bundesjagdgesetz dem Jagdrecht unterliegt und nach der zur Zeit gültigen Regelung (§ 22 BJG) keine Schonzeit hat und somit ganzjährig bejagt werden darf, steht die Präferenz eines Habitats in unserer Kulturlandschaft allerdings auch in einem engen Zusammenhang mit der Jagdintensität auf den Fuchs. Bei einem hohen Jagddruck wird die Eignung des Lebensraumes vor allem durch die Qualität und Quantität von Unterschlupf- bzw. Deckungsmöglichkeiten und weniger durch das Nahrungsangebot bestimmt (LLOYD, 1980). Weiterhin ist auch die Nähe von Artgenossen für die Wahl des Lebensraumes von Bedeutung.

Nach LLOYD (1980) spielt somit das Zusammenwirken von abiotischen und biotischen Faktoren der Umwelt für die Präferenz eines Fuchshabitats und der dort vorhandenen Populationsdichte eine entscheidende Rolle. Unter den abiotischen Faktoren bestimmen Breitengrad und Höhenlagen das Klima, das wiederum in Verbindung mit dem Boden den Vegetationstyp beeinflusst. Von der Vegetation hängen die Art und die Verfügbarkeit von Nahrung ab. Bodentyp, Landschaftstopographie und Höhe des Grundwasserspiegels haben Auswirkungen auf potentielle Fuchsbauorte. Nicht zuletzt bestimmt die anthropogene Bodenflächennutzung Qualität und Quantität biotischer Faktoren, wie Nahrungsangebot, verfügbare Beutetierarten, Störungen durch den Menschen, Jagddruck und natürliche Feinde.

1.4 Home range-Größe

Der Rotfuchs ist ein in der Regel territorial lebendes, standorttreues Wildtier. Das Gebiet, das er besetzt und in dem er seinen alltäglichen Aktivitäten nachgeht, wird als home range (Aktionsraum, Streifgebiet) bezeichnet (LABHARDT, 1990).

Ein Streifgebiet muß dem Fuchs alle, zum Überleben notwendigen Ressourcen, wie Deckung, zu allen Jahreszeiten verfügbare Nahrung, Geschlechtspartner und Baue zur Welpenaufzucht bieten. Die Größe eines Streifgebietes schwankt daher zum einen in Abhängigkeit von der Habitateignung sowie von der sozialen Stellung des Fuchses selbst (LABHARDT, 1990). Zum anderen bestimmt die Populationsdichte die Größe des home range. Nach GEPPERT (1988) und FUNK (1994) ist die home range-Größe bei adulten Füchsen umgekehrt proportional mit der Populationsdichte korreliert, d.h. je größer die Fuchsdichte, desto kleiner ist das Streifgebiet, sofern die notwendigen Lebensbedingungen gegeben sind. Beispielsweise wurden in englischen Städten mit ihren Vororten bei sehr hohen Dichten von 2,7 bis 10 adulten Füchsen je 100 ha die kleinsten bisher bekannten Streifgebiete von 18 bis 72 ha festgestellt. Beobachtungen an telemetrierten Füchsen im Saarland ergaben bei relativ hohen Fuchsdichten vor einer Tollwutwelle mittlere Größen der Streifgebiete von 200 bis 300 ha. Das größte bisher bekannte Streifgebiet in Europa von 1.670 ha wurde ebenfalls im Saarland nach einer Tollwutwelle ermittelt (LABHARDT, 1990). Die Untersuchungen von GEPPERT (1988) ergaben eine durchschnittliche home range-Größe der Füchse im südöstlichen Saarland von 454 ha, wobei wesentliche geschlechtsspezifische Unterschiede nicht ersichtlich wurden.

1.5 Populationsdichte

Füchse leben in ihrem Verbreitungsgebiet in sehr unterschiedlichen Dichten, die durch das Vorhandensein und Zusammenwirken einer Vielzahl von Faktoren bestimmt werden. Geringere Dichten sind in der Regel dort zu verzeichnen, wo Tollwut und ein starker Jagddruck herrschen. Desweiteren bestimmen Nahrungsangebot (MACDONALD, 1981; ZIMEN, 1982) und die Eignung des Habitats bzw. der Habitattyp die Besatzstärke (LABHARDT, 1990; SCHNEIDER, 1991). LLOYD (1980) mißt primär dem Angebot an Unterschlupfmöglichkeiten zum Schutz vor anthropogener Störung und weniger der Tragfähigkeit eines Habitats große Bedeutung zu.

Da Füchse sich der direkten Zählung entziehen, ist eine genaue Ermittlung der absoluten Populationsdichte nicht realisierbar. Die Erfassung der Wurfbaue in einem Gebiet zur Zeit der Welpenaufzucht (Wurfbauindex) läßt dagegen am ehesten eine Schätzung der absoluten Populationsdichte (Frühjahrsdichte) zu. Dennoch ist diese Methode sehr aufwendig und nur auf kleinen Flächen durchführbar (FUNK, 1994). Nach BRAUNSCHWEIG (1980) läßt sich die Höhe des Fuchsbestandes annähernd aus den Abschufzahlen und biologischen Daten wie Vermehrungsrate, ermittelte Tollwutzahlen und Frühverlusten ermitteln. In der Regel erfolgt jedoch eine grobe Schätzung der Fuchsdichte allein anhand der jährlich je Flächeneinheit erlegten Füchse (Hunting Indicator of Population Density- HIPD), wobei die Fuchsstrecke dem Frühjahrsbesatz des jeweiligen Jahres entspricht (GORETZKI et al., 1982). Wird für diesen Zeitraum ein gleichbleibender Jagddruck vorausgesetzt, so können mit Hilfe dieser indirekten Methode über Jahre hinweg Besatzzu- oder -abnahmen erkannt werden (LABHARDT, 1990). Für Vergleiche zwischen verschiedenen Gebieten eignet sich der HIPD nur bedingt, da regional und/oder temporär die Motivation der Jäger zur Fuchsjagd erheblich variieren kann. ZIMEN (1981b) stellte fest, daß die Motivation zur Fuchsbekämpfung hauptsächlich vom Interesse am Niederwild bestimmt wird und diese wiederum ungefähr umgekehrt proportional zum Waldanteil der Reviere korreliert. Auch FUNK et al. (1990) bestätigen, daß Füchse generell in niederwildreichen Mischgebieten stärker bejagt werden als in niederwildarmen Waldgebieten.

Nur mit Vorsicht und unter Vorbehalt, daß die jährlich ermittelten Fuchsstrecken nicht unbedingt die tatsächliche Bestandsdynamik widerspiegeln und vor allem regional unterschiedliche Streckenergebnisse nicht immer auf entsprechende Unterschiede in der Fuchsdichte hinweisen, stellt die Schätzung der Fuchsbesätze anhand der Jagdstatistik dennoch die einfachste Methode dar.

1.6 Dispersion

LIDICKER (1975) definiert jedes dauerhafte Verlassen des home range und die darauffolgende Suche des home range-losen Tieres nach einem neuen home range als Abwanderung oder Dispersion. Es handelt sich dabei vor allem um 6 bis 10 Monate alte Jungfüchse, die aus dem elterlichen Gebiet emigrieren, um sich in einem neuen home range anzusiedeln und im Alter von 10 bis 12 Monaten fortzupflanzen. Dabei variieren die Abwanderungsbewegungen, die Entfernungen und die Dauer des Umherziehens vor dem Seßhaftwerden (LLOYD, 1980).

Allgemein können drei Phasen der Migration beobachtet werden (LABHARDT, 1990):

1. Rasches Abwandern aus dem elterlichen Gebiet
2. Langsamere, ungerichtete Bewegung
3. Endgültige Etablierung in einem neuen home range.

Eine Verschlechterung der Lebensgrundlagen, insbesondere des Nahrungsangebotes (LLOYD, 1980) sowie andere exogene Störfaktoren können ebenfalls die Abwanderung adulter Füchse zur Folge haben. Dennoch ist die Migrationsrate in der Altersklasse der subadulten Füchse besonders hoch (CARIUS et al., 1990). Auch FUNK (1994) beobachtete an telemetrierten Füchsen im Saarland, daß lediglich juvenile Füchse abwanderten, adulte dagegen niemals. Verantwortlich hierfür sind zum einen das sich ändernde soziale Verhalten in der Familiengruppe sowie steigende Unverträglichkeiten zwischen den Geschwistern und vor allem den Vatertieren und ihren männlichen Nachkommen im Herbst. Zum anderen liegen die Gründe im Habitat selbst bzw. dem Angebot an lebenswichtigen Ressourcen. Der biologische Sinn der Dispersion der Jungfüchse aus dem

elterlichen Gebiet liegt dabei vor allem in der Inzuchtvermeidung, der Besiedlung neuer Lebensräume und damit verbunden in der Ausbreitung der Art sowie in der Dichteregulation (LABHARDT, 1990).

Die meisten Abwanderungen erfolgen im Zeitraum September bis November mit deutlichem Schwerpunkt im Oktober (FUNK, 1994). Untersuchungen an telemetrisch überwachten Füchsen im Saarland ergaben, daß Jungrüden häufiger abwandern und dabei durchschnittlich größere Distanzen zurücklegen als Jungfähen (LABHARDT, 1990; FUNK, 1994). Im Gegensatz zu den Fähen war die Abwanderhäufigkeit bei Rüden dichteunabhängig. Die Luftliniendistanzen der Abwanderung erwiesen sich dabei als nicht geschlechtsspezifisch und lagen zwischen 4 und 80 km (FUNK, 1994).

1.7 Fortpflanzung

Füchse werden im Alter von 9 bis 10 Monaten geschlechtsreif (LABHARDT, 1990). Das Fortpflanzungsgeschehen erstreckt sich in Mitteleuropa auf die Zeit von Ende Dezember bis Mitte Februar, wobei die Ranz bei mildem Wetter früher, bei kaltem später einsetzen kann. Nach einer Tragzeit von 51 bis 53 Tagen werden von der Fähe unter mitteleuropäischen Verhältnissen in der Regel 4 bis 6 Welpen geworfen. Die Wurfgröße wird beeinflusst durch das Nahrungsangebot, das Alter, die Kondition und die Gesundheit der Fähe sowie durch die Fuchsdichte und die Witterung (VOS, 1990). Da Füchse als Nesthocker blind zur Welt kommen und ihre Thermoregulation in den ersten drei Lebenswochen nur mangelhaft ausgebildet ist, benötigen sie möglichst unterirdische Baue, die sie vor Nässe, Kälte und nicht zuletzt auch vor Feinden schützen. Mit der 11. bis 12. Lebenswoche verlassen die Fuchswelpen den Bau.

Die mittlere Lebenserwartung eines Fuchses beträgt unter einheimischen Bedingungen 10 (14) bis 18 Monate. Die Sterberate liegt im 1. Lebensjahr bei 60 bis 80% und ab dem 2. Lebensjahr bei 50%. Als Todesursachen kommen dabei vor allem die Jagd, Krankheiten, Straßenverkehr und natürliche Feinde in Betracht (VOS, 1990).

Der Anteil reproduzierender Fähen an der Gesamtzahl fortpflanzungsfähiger weiblicher Füchse ist abhängig von der Fuchsdichte und liegt zwischen 25% und 97%. Nach ZIMEN (1980) verfolgen Füchse unterschiedliche Reproduktionsstrategien. Zum einen ist die sogenannte r-Strategie zu beobachten, für die eine schnelle Entwicklung, eine hohe Nachkommenzahl bei relativ kurzer Lebenserwartung und starke Populationsschwankungen charakteristisch ist. Dem gegenüber steht die k-Strategie, wobei beispielsweise Füchse mit dieser Form der Reproduktionsstrategie eher zu einer langsamen Entwicklung, geringen Welpenanzahl, längeren Lebensdauer und langfristig gleichbleibenden Populationsdichte tendieren (LESER et al., 1993). Instabile Umweltbedingungen (starkes Tollwutvorkommen, hoher Jagddruck) begünstigen eher eine r- als eine k-strategische Reproduktionsoptimierung (PIANKA, 1970).

Bezüglich ihres Fortpflanzungsverhaltens werden Füchse in der Literatur als monogam beschrieben, auch wenn bisher keine echte Monogamie von freilebenden Füchsen nachgewiesen wurde. FUNK (1994) diskutierte aufgrund der Ergebnisse seiner Untersuchung ein polygames Paarungsverhalten der Füchse "mit fakultativer de facto oder sozial erzwungener Monogamie". Bei den in den Literaturangaben als monogam beschriebenen Fuchsgruppen handelt es sich entweder um Tiere nach der Abwanderung (de facto Monogamie) oder um Familiengruppen, in denen die fehlende Reproduktion subdominanter Fähen vermutlich auf einer statusabhängigen reproduktiven Unterdrückung durch die dominante, reproduzierende Fähe beruht (sozial erzwungene Monogamie). FUNK (1994) berichtete weiterhin von einer von ihm sowohl im Freiland als auch im Gehege beobachteten Polyandrie von Fähen und Polygynie von Rüden als ein Adaptationsverhalten der Füchse an hohe Mortalitätsraten.

1.8 Nahrungsspektrum

Dem Fuchs ist eine vielseitige Ernährungsweise eigen, die ihm ein opportunistisches Verhalten ermöglicht. Demnach ist er in der Lage sich rasch auf andere Nahrung umzustellen, falls sich eine bisher genutzte Nahrungsart qualitativ oder quantitativ verändert. Das große Nahrungsspektrum erlaubt es diesem Kaniden, ein weites Verbreitungsareal von unterschiedlicher ökologischer Prägung zu besiedeln. Ein mannigfaltiges

Nahrungsangebot erfordert schließlich eine kleinräumige Nutzung, solange genügend Geschlechtspartner, Unterschlupfmöglichkeiten und Orte zur Welpenaufzucht verfügbar sind. Besonders die anthropogen geschaffene Kulturlandschaft mit ihrer ökologischen Vielfalt an Feldgehölzen, Hoch- und Kurzgraswiesen, Obstbäumen und Ackerland bietet dem Fuchs ausreichende Nahrungsressourcen (LABHARDT, 1990). Somit ist er durchaus in der Lage unabhängig von der Dichte und Dynamik potentieller Beutetiere zu existieren, da in der dicht besiedelten Kulturlandschaft "Ersatznahrung" im Überfluß vorhanden ist (GORETZKI, 1996).

Aus ökonomischen Gründen bevorzugt der Fuchs diejenige Nahrung, die mit dem geringsten Energieaufwand zu erreichen ist. In erster Linie sind dies in mitteleuropäischen Flachlandgebieten Feldmäuse (*Microtus*), die in guten Jahren in sehr großer Zahl vorhanden und für den Fuchs relativ einfach zu fangen sind. Dennoch treten gerade bei Mäusen aber auch bei Kaninchen, die ebenfalls häufige Beutetiere des Fuchses darstellen, immer wieder mehr oder weniger zyklische Poppulationsschwankungen auf, die allerdings dank der opportunistischen Ernährungsweise ausgeglichen werden können. Abb. 2 und 3 zeigen die Ergebnisse von Lösungsanalysen in den Jahren 1982 und 1983 von Füchsen aus dem im südöstlichen Saarland gelegenen Bliesgau, das einer typischen mitteleuropäischen Kulturlandschaft entspricht (vergl. LABHARDT, 1990). Dabei ist deutlich erkennbar, daß Mäuse eindeutig die wichtigste Beutearart für den Fuchs in diesem Untersuchungsgebiet darstellten. Der Tiefpunkt des Anteils an Losungen mit Mäuseresten im Sommer 1982 spiegelte den Zusammenbruch der Mäusepopulation in diesem Jahr wider. Nach diesem Tief nahm der Mäuseanteil in den Losungen wieder zu, während der Anteil aller übrigen Nahrungssorten gleichzeitig zurückging. Weiterhin zeigt Abb. 3, daß Mäuse und Regenwürmer über das ganze Jahr hinweg mehr oder weniger regelmäßig gefressen wurden. Obst war für die Füchse hauptsächlich im Sommerhalbjahr, Hasen und Fallwild (insbesondere Rehe) waren dagegen im Winterhalbjahr verfügbar. Insgesamt ernährten sich die untersuchten Tiere im Sommer vielseitiger als im Winter (Abb. 3).

Abb. 2:

Jahreszeitlicher prozentualer Anteil von Nahrungsresten in Fuchslosungen aus dem Bliesgau im Saarland in den Jahren 1982 und 1983 (Quelle: LABHARDT, 1990) (W = Winter; F = Frühjahr; S = Sommer; H = Herbst).

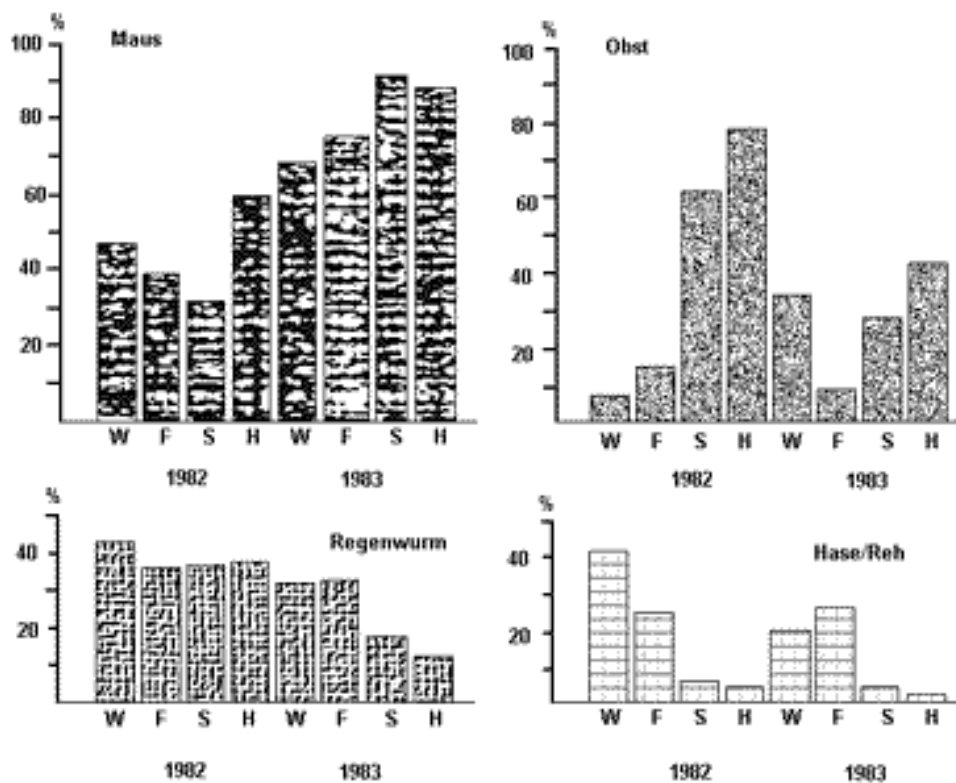
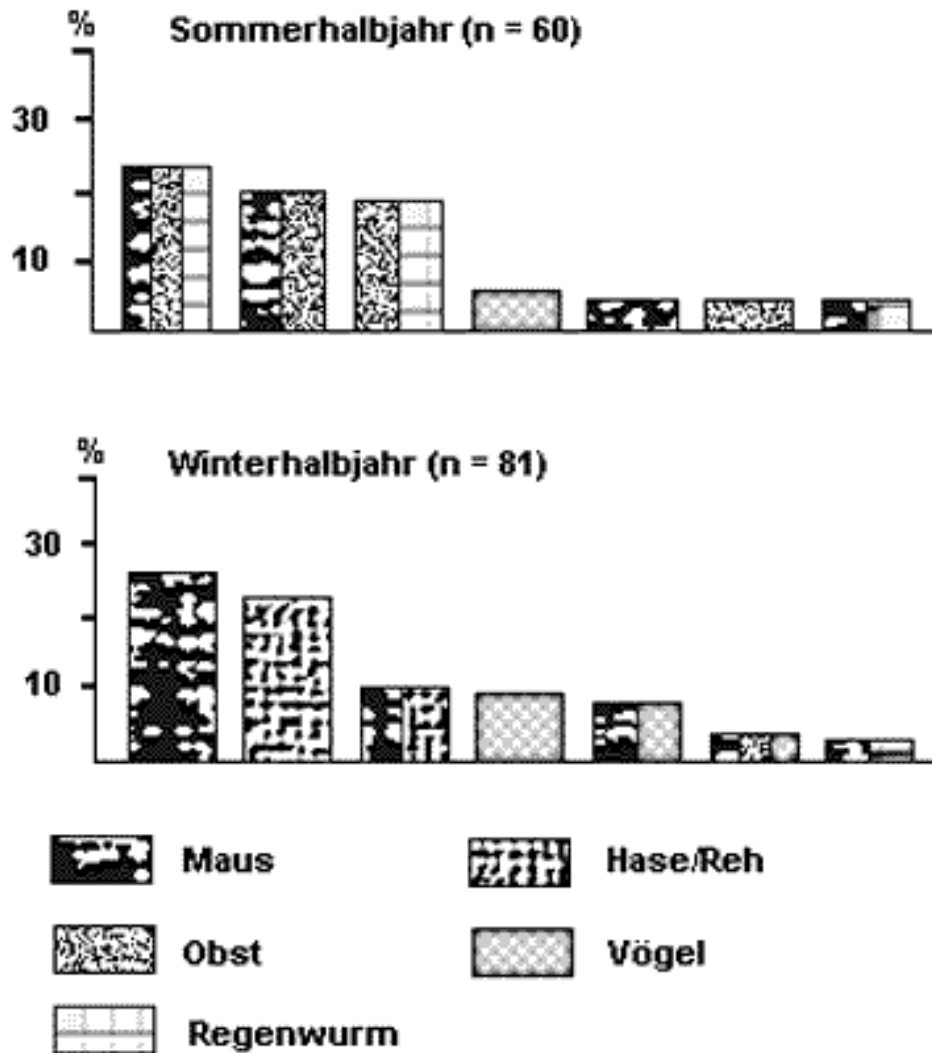


Abb. 3:

Prozentualer Anteil von Fuchsmägen aus dem Bliesgau mit reinem und gemischtem Inhalt von Nahrungsstoffen (Quelle: LABHARDT, 1990) (Sommerhalbjahr = Mai bis Oktober; Winterhalbjahr = November bis April)



Tab. 1 verdeutlicht, daß die Attraktivität der Nahrungsstoffe von unterschiedlichen Kriterien beeinflusst wird. Dabei stellen vor allem Feldmäuse die attraktivste Beuteart dar, die bevorzugt auf Kurzgras-, Langgras- und Ruderalflächen, an Straßenböschungen, in Vorstadtgärten, im Sommer in Getreidefeldern sowie im Winter an Wald- und Heckenrändern aufgesucht werden (ZIMEN, 1984). Die Feldmaus wird vom Fuchs auch nicht zuletzt deshalb unter den Wühlmäusen (Microtinae) bevorzugt, da diese Art in Kolonien lebt und folglich auf kleinen Flächen in großer Zahl vorhanden ist. Regenwürmer finden sich hauptsächlich auf Wiesen in hohen Dichten, aber auch in Getreidefeldern. Fallobst ist für den Fuchs ebenfalls auf Wiesen verfügbar, während Fallwild sowie

Abfälle eher im Wald bzw. in der Nähe menschlicher Siedlungen zu finden sind.

Tab. 1:

Attraktivität der wichtigsten Nahrungsstoffe für Füchse aus dem Bliesgau und Ausprägung einiger, ihre Attraktivität bestimmenden Eigenschaften (LABHARDT, 1990) (+ = hoch; - = gering; o = mäßig).

Eigenschaften	Feldmaus	Regenwurm	Jungwild	Hausgeflügel	Insekten	Obst
Dichte	+	+	-	-	-	+
Verteilung	+	+	-	-	-	+
Präsenz im Jahr	+	+	-	+	-	-
Energiegehalt	+	+	+	+	-	o
Verwertbarkeit	+	+	o	o	-	o
Erreichbarkeit	+	+	o	o	+	+
manipulativer Aufwand	-	-	+	+	-	o

2. Tollwut

2.1 Überblick zur Epidemiologie, zum Vorkommen und zur Verbreitung der Tollwut

Die Tollwut (Lyssa, Rabies) gehört zu den am längsten bekannten Zoonosen des Menschen. Diese akute, nach klinischer Manifestation stets tödlich verlaufende, anzeigepflichtige Infektionskrankheit ist nahezu weltweit verbreitet (BRÖMEL, 1994). Lediglich frei von der Tollwut sind die Kontinente Australien und die Antarktis sowie einige Länder mit Insellage wie Japan, Neuseeland, Island, Nordirland und Großbritannien. In Europa sind Finnland, Norwegen, Schweden, Griechenland und Portugal tollwutfrei. Seit weniger als zwei Jahren zählen ebenfalls Dänemark und die Niederlande zu den seuchenfreien Ländern (WHO, 1995). Erreger der Tollwut ist ein neurotropes Virus, das Lyssavirus, aus der Familie der Rhabdoviridae. Empfänglich sind der Mensch und alle homoiothermen Tiere, obwohl deren Disposition differiert. Für das Rabiesvirus unempfindlich sind alle Kaltblüter (KAUKER, 1975).

Eine Infektion des Menschen und empfänglicher Tierarten kommt hauptsächlich durch das Eindringen virushaltigen Speichels in eine durch den Biß eines tollwütigen Tieres verursachte Wunde zustande. Desweiteren besteht auch die Möglichkeit einer Infektion über Hautverletzungen oder Augenschleimhäute nach dem Kontakt mit einem infizierten Tier (DEDEK et al., 1994). Das Rabiesvirus siedelt sich selektiv in den Nervenzellen an und ruft das Bild einer Polioencephalitis hervor (DAHME, 1988).

Der Rotfuchs (*Vulpes vulpes*) besitzt eine besonders hohe Sensitivität für das Tollwutvirus und nimmt im derzeitigen Tollwutseuchenzug in Mitteleuropa eine zentrale Stellung als Hauptvirusträger und Überträger des Rabiesvirus ein. In diesem Zusammenhang spricht man auch von der silvatischen Form der Tollwut in Mitteleuropa, die in den Jahren 1939 bis 1940 ihren Ursprung an der russisch-polnischen Grenze nahm und in westlicher Richtung mit einer Geschwindigkeit von 30 bis 50 km jährlich bis nach Ostfrankreich im Jahre 1982 vorrückte (MÜLLER, 1992). In der ersten Hälfte unseres Jahrhunderts dagegen war in Europa die urbane Tollwut endemisch, wobei der Haushund mit 75 % den Hauptüberträger des Rabiesvirus darstellte (SCHALE, 1975).

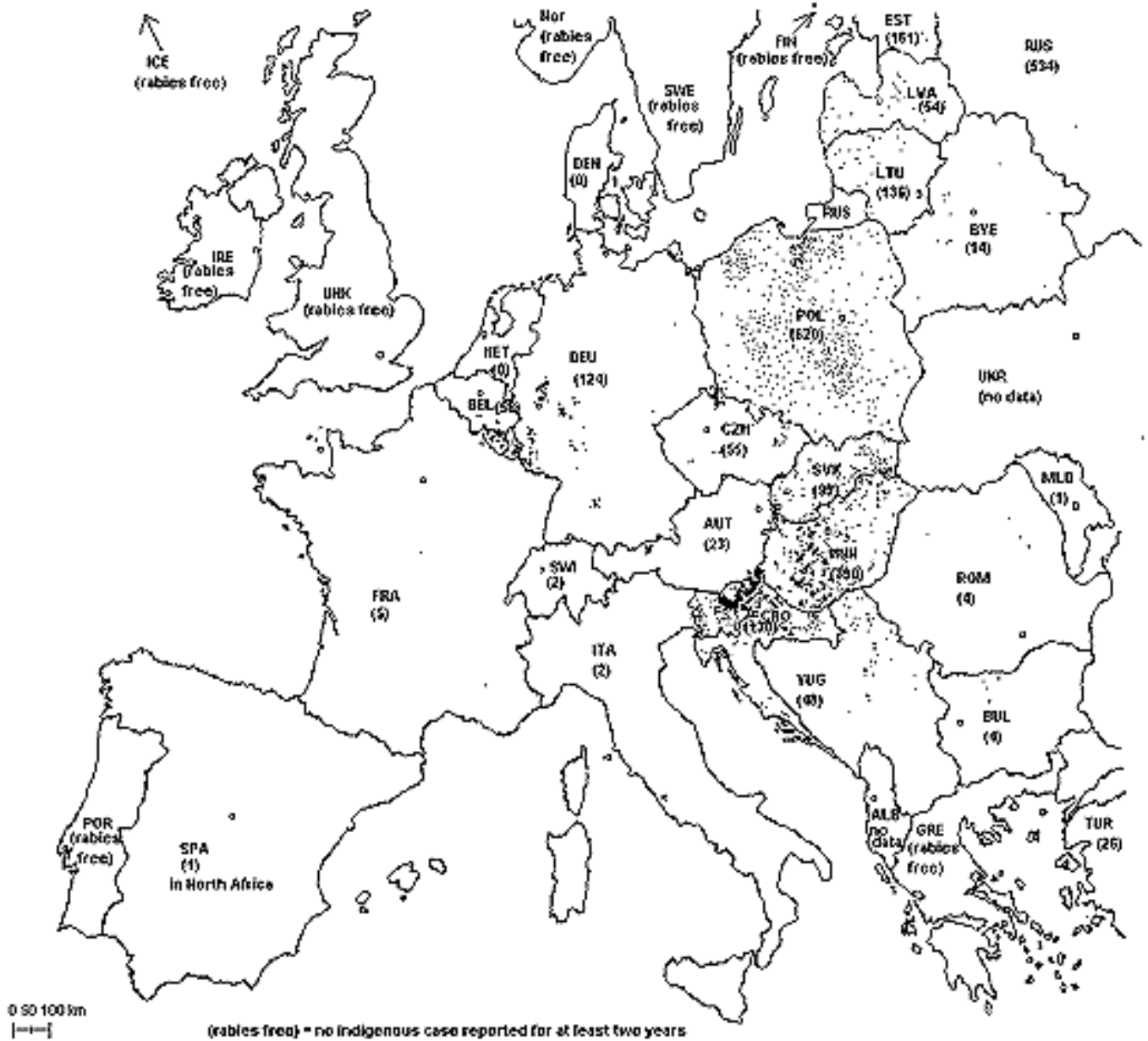
Die Dynamik, mit der sich die Tollwut in Mitteleuropa von Jahr zu Jahr weiter west- und südwärts verbreitet hat, zeigt, daß diese Seuche in ihrem Vordringen weder durch Staatsgrenzen, noch durch geographische Barrieren wie Seen, Flüsse oder Gebirgszüge aufgehalten wird (KAUKER, 1975).

Seit der Einführung eines Tollwut-Überwachungssystems in Europa durch die WHO im Jahre 1977 war das höchste Tollwutvorkommen in Europa im Jahre 1989 (24.377 angezeigte Tollwutfälle) zu verzeichnen (WHO, 1994). In den darauffolgenden Jahren verhielt sich die Tollwut rückläufig und erreichte mit 8.134 angezeigten Tollwutfällen im Jahre 1995 ihren niedrigsten Stand seit 1977. Dies begründete sich durch die erfolgreiche orale Vakzination der Füchse in mehreren europäischen Ländern (WHO, 1995).

Doch die Durchführung der oralen Immunisierung der Füchse gegen Tollwut brachte nicht in allen europäischen Ländern den gewünschten Erfolg. Reinfektionen von zuvor tollwutfreien Gebieten oder Seuchenausbrüche, die von sogenannten Residualherden herrührten, führten in einigen Ländern Europas (Belgien, Deutschland, Slowenien und Schweiz) zu einem Anstieg der Tollwutfälle im Jahre 1995 im Vergleich zum Vorjahr (WHO, 1995).

Deutschland verzeichnete im Jahre 1994, trotz der durchgeführten Impfmaßnahmen, 1.378 Tollwutfälle gegenüber 845 Tollwutfällen im Jahre 1993 (WHO, 1994). Hierfür verantwortlich waren insbesondere zwei verbliebene, aktive Restherde in Nordrhein-Westfalen und im Saarland, die zu einer Tollwutexplosion in diesen Gebieten geführt haben. Dennoch war im Jahre 1994 erstmalig in zehn Bundesländern kein einziger Tollwutfall zu verzeichnen. Im Jahre 1995 dagegen wiesen die Bundesländer Nordrhein-Westfalen, Hessen, Rheinland-Pfalz und das Saarland hohe Infektionsraten auf. Im gleichen Jahr verzeichnete Baden-Württemberg einen sich ausdehnenden Seuchenherd, während in Berlin, Sachsen, Bayern und im Norden Baden-Württembergs nur vereinzelt Tollwutfälle auftraten (WHO, 1995). Dies verdeutlicht, daß die Tollwutsituation in Deutschland auch nicht zuletzt aufgrund der in den letzten Jahren ansteigenden Fuchspopulation trotz der regionalen Impferfolge als labil angesehen werden muß.

Abb. 4:
Übersichtskarte der Tollwutfälle in Europa im 4. Quartal 1995 (Quelle: WHO, 1995)



2.2 Der Verlauf der Tollwut in Abhängigkeit von der Landschaftsstruktur

Aufgrund langjähriger Beobachtungen können in Deutschland vier epidemiologische Verlaufstypen der Tollwut unterschieden werden. Basis hierzu ist die Tollwutfrequenz, d.h. die Häufigkeit der Tollwutfälle je 100 qkm und Jahr. Die Hauptmerkmale der vier Verlaufsformen sowie die jeweilig zugeordneten Landschaftscharaktere stellen sich wie folgt dar (JACKSON et al., 1984):

Typ 1: Sporadisches Vorkommen

"Keine Tollwutfälle gemeldet oder nur sporadische Fälle (nicht mehr als 3 festgestellte Fälle je 100 qkm und Jahr) oder ein Gipfel mit mehr als 5 Fällen je 100 qkm und Jahr im Verlauf von 20 Jahren". In Gebieten mit sporadischem Vorkommen erlischt die Tollwut nach einem Seuchendurchgang meist von selbst. Sporadisches Vorkommen der Tollwut findet sich in der Regel in Gebieten mit weniger als 100 m über NN sowie mit wenig Wald und vorherrschend Acker- oder Dauergrünland und Industrieland

(nordwestliches Niedersachsen, westliches Nordrhein-Westfalen).

Typ 2: Ständig schwaches Vorkommen

"Tollwut herrscht fast ständig mit einer Frequenz unter 5 Fällen je 100 qkm und Jahr. In den meisten repräsentativen Kreisen dieser Gruppen kommen auf dem ständigen Hintergrund weniger Tollwutfälle wiederholt einzelne, wenig ausgeprägte Spitzen vor; gelegentlich (nicht öfter als zweimal in 20 Jahren) treten Spitzen mit mehr als 5 Fällen je 100 qkm auf. Einige Kreise zeigen deutlich höhere Spitzen."
Ständig schwaches Vorkommen zeigt sich meist in Gegenden unter 100 m über NN mit 21% Wald, 28% Grünland und 39% Ackerland (Niedersachsen), herrscht aber auch vor in Regionen über 200 m über NN mit 33% Waldanteil, 21% Grünland und 39% Ackerland (Bayern).

Typ 3: Intermittierend starkes Vorkommen

Solche Gebiete sind charakterisiert durch hohe Tollwutfrequenzen mit > 5 Fällen pro 100 qkm und Jahr sowie tollwutfreie Perioden von 3 bis 10 Jahren. Sie liegen unter 100 bis 500 m über NN und zeichnen sich aus durch hohe Anteile an Wald (bis 38%), Ackerland (bis 34%) und niedrige Anteile an Dauergrünland (bis 16%). Diese Gebiete finden sich in Rheinland-Pfalz, Hessen und Baden-Württemberg. Vor allem westlich des Rheins könnte das intermittierende Vorkommen der Tollwut ein Hinweis auf die Rolle des Rheins als Barriere für Fuchsbewegungen sein.

Typ 4: Ständig starkes Vorkommen

Hier finden sich ständig hohe Frequenzspitzen mit > 10 Fällen je 100 qkm und Jahr ohne nennenswerte tollwutfreie Perioden. Die Intervalle zwischen den Spitzen der Tollwutfrequenz dauern gewöhnlich 3 bis 7 Jahre. Gebiete dieses Verlaufstypes sind topographisch vielfältig (Hessen, Nordrhein-Westfalen). Sie befinden sich in 200 bis 500 m über NN. Der Waldanteil beträgt 41% der Fläche und "liegt überwiegend im Zentrum der Region, wo auch der größte Teil des Dauergrünlandes (17% der Gesamtfläche) zu finden ist. Dieser zentrale Teil hat die größte durchschnittliche Tollwutfrequenz und ist gekennzeichnet durch einen hohen Anteil an Wald (35%) und Dauergrünland (38%)".

Die Tollwutverlaufstypen zeigen zwar regional fließende Übergänge, orientieren sich im allgemeinen aber an bestimmten Landschaftsmerkmalen. "Insgesamt zeigt sich eine Tendenz zu den Verlaufstypen mit höherer Tollwutfrequenz (Typ 3 und 4) in höher gelegenen Gebieten mit überdurchschnittlicher Waldbedeckung. Gebiete mit niedriger Tollwutfrequenz (Verlaufstypen 1 und 2) haben weniger Wald und finden sich sowohl in niedrigen als auch in verhältnismäßig hohen Lagen; diese Gebiete zeigen im allgemeinen weniger Vielfalt in ihrer Topographie als die Gebiete mit hoher Tollwutfrequenz."

2.3 Die Bedeutung des Rotfuchses für das Tollwutgeschehen

In Mitteleuropa stellt der Rotfuchs insbesondere als Hauptüberträger der Tollwut auf andere Wildtiere, auf Haustiere und auf den Menschen ein Problemtier dar und ist dabei auch selbst Hauptleidtragender dieser Erkrankung (SCHNEIDER et al., 1983b). Mit über 70% entfällt der größte Anteil aller Tollwutfälle auf den Fuchs. Dabei ist damit zu rechnen, daß 90 bis 98% aller an Tollwut erkrankten Füchse nicht bekannt werden und somit eine nicht zu unterschätzende Dunkelziffer anzunehmen ist (BRAUNSCHWEIG, 1980).

Der Fuchs besitzt wie auch andere Wildkaniden (Kojote, Schakal, Wolf) die höchste Empfänglichkeit für eine Infektion durch das Rabiesvirus, wodurch sich seine Rolle als Vektor der silvatischen Tollwut in Mitteleuropa erklärt (KROCZA et al., 1983). Die Biologie und Ökologie dieses Raubtieres schaffen einerseits optimale Bedingungen bezüglich des Fortbestehens und der Ausbreitung des Tollwuterregers. Andererseits ist das ökologische Gleichgewicht zugunsten des Fuchses gestört, wodurch optimale Voraussetzungen für die Aufrechterhaltung der Infektionskette bestehen. Nur bei einer genügend hohen Wirtsdichte, die eine vermehrte Kontaktrate und damit eine höhere Wahrscheinlichkeit aggressiver Begegnungen unter den Tieren aufgrund der

Konkurrenz um essentielle Ressourcen bedingt, ist eine effiziente Ausbreitung des Tollwutvirus gewährleistet. Dagegen reißt die Seuchenkette bei einer Reduktion des Fuchsbesatzes um rund 60% ab. Als unterer Schwellenwert wird eine Populationsdichte von 0,3 Füchsen je qkm angegeben, wobei es unterhalb dieser Grenze nicht zu einem Fortbestehen der Seuche kommt (MOEGLE et al., 1984). Entgegen der häufig zitierten Meinung ist die Tollwut nicht als ein Populationsregulativ der Füchse, sondern vielmehr als ein bedeutender populationsreduzierender Faktor anzusehen (SCHNEIDER, 1992).

Über den Zeitraum eines Jahres zeigt die Tollwut, bedingt durch die Lebensweise des Fuchses, einen biphasischen Verlauf. Zur Ranzzeit im Frühjahr und zur Zeit des Raubmündigwerdens der Jungfüchse im Spätsommer und Herbst kommt es gehäuft zu Revierkämpfen und Beißereien und somit zur Übertragung des Tollwutvirus unter den Tieren. Hieraus erklären sich die in typischer Weise im Frühjahr und im Herbst auftretenden Seuchengipfel (SCHAAF, 1965; ROJAHN, 1977).

2.4 Die orale Immunisierung der Füchse gegen Tollwut

Aufgrund der Tatsache, daß das Tollwutgeschehen in einem engen Zusammenhang mit der Dichte der Fuchspopulation steht, galt die Dezimierung der Füchse lange Zeit als die Methode der Wahl zur Bekämpfung der Tollwut. Doch abgesehen von örtlich und zeitlich begrenzten Erfolgen, brachten alle Maßnahmen zur Populationsverdünnung nicht den erwarteten Erfolg (KARGE et al., 1990).

Zu Beginn der siebziger Jahre eröffneten sich jedoch neue Perspektiven in der Bekämpfung der Tollwut. BLACK et al. (1970), BAER et al. (1971) sowie MAYR et al. (1972) fanden heraus, daß die orale Immunisierung von Füchsen gegen Tollwut mit einer Lebendvakzine grundsätzlich möglich ist. BLACK et al. (1973) stellten dabei fest, daß der Fuchs leichter über die Mundschleimhaut als über den Magen-Darmtrakt zu immunisieren ist.

Seitdem erfolgten internationale, von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) koordinierte Forschungsarbeiten und Untersuchungen zur Entwicklung einer effektiven oralen Vakzine mit ausreichender Temperaturstabilität, absoluter Unschädlichkeit für Mensch und Nichtzieltiere sowie die Entwicklung geeigneter Köder mit hoher Akzeptanz beim Fuchs.

Im Jahre 1978 wurde erstmals der Impfvirusstamm SAD-BHK-21 "Bern" im Schweizer Feldversuch eingesetzt (STECK et al., 1982). Ab 1983 fand der von diesem abgeleitete Impfstamm SAD B19 "Tübingen" bei Feldversuchen in Deutschland Anwendung (SCHNEIDER et al., 1983a), der sich durch eine wesentlich bessere Temperaturstabilität und geringere Restpathogenität bei Nagetieren gegenüber dem SAD Bern-Stamm auszeichnete. Als Köder für die Vakzine wurden zunächst Hühnerköpfe verwendet (SCHNEIDER et al., 1983a). Doch diese manuelle Köderpräparation war sehr personal- und zeitaufwendig und ineffizient im Rahmen großangelegter, flächendeckender Feldversuche.

Heute stehen maschinell aus Fetten und Fischmehl gefertigte, für den Fuchs attraktive Köder zur Verfügung. Die in die Fettmasse eingebettete Impfstoffpackung stellt eine PVC-Durchdrückpackung dar, in der die attenuierte Lebendvakzine mit einer Aluminium-Deckblattfolie luftdicht verschweißt ist (SCHNEIDER et al., 1983a). Durch die Möglichkeit der maschinellen Herstellung der Impfköder war eine entscheidende Voraussetzung für großräumige Impfeinsätze geschaffen.

Die immunisierende Wirkung des Impfstoffvirus erfolgt über die Mundschleimhaut bzw. die Tonsillen. Beim Durchbeißen des Köders wird die Aluminiumfolie der Impfstoffkapsel durch die spitzen Fangzähne penetriert und ein feiner Sprühstrahl gelangt in den Fang. Wie Untersuchungen gezeigt haben, ist bereits ein Tropfen des Impfstoffs für die Immunisierung des Zieltieres ausreichend (SCHNEIDER, 1989).

Bereits zwei bis vier Wochen nach der Vakzination der Füchse weisen diese eine belastbare Immunität gegenüber dem Tollwutvirus auf. Nach Tübinger Untersuchungen zur Prüfung der Immunitätsdauer ist davon auszugehen, daß ein Serumantikörpertiter von $\geq 1:60$ nach zwölf Monaten noch einen voll belastbaren Schutz darstellt (MÜLLER, persönl. Mitt., 1996).

2.5 Kontrolle der Immunisierungsaktionen

Zur Prüfung der Effektivität der oralen Vakzination der Füchse im Feldversuch sind folglich entsprechende Nachfolgeuntersuchungen unabdingbar. Aufgrund der Tatsache, daß die in Deutschland in erster Linie verwendete attenuierte Lebendvakzine SAD B19 (Tübinger Köder) diagnostisch vom Wildtypvirus mit Hilfe monoklonaler Antikörper (MAK) abgrenzbar ist (SCHNEIDER et al., 1985), besteht somit zum einen die Möglichkeit, über die Antikörperbestimmung im Serum (Serumneutralisationstest) von Füchsen eine Aussage über deren Immunität zu treffen. Zum anderen wird zur Bestimmung der Aufnahmerate der Impfköder bei Wildtieren als Markierungssubstanz Oxytetracyclin verwendet, das in der Fettmasse der Köder eingelagert ist und durch fluoreszenzmikroskopischen Nachweis im Knochen der köderaufnehmenden Tierarten festgestellt werden kann (STÖHR et al., 1990). Als Maß der Köderaufnahmerate dient der Prozentsatz der Füchse, die im Unterkiefer Oxytetracyclin eingelagert haben (SCHNEIDER, 1989).

Die Antikörperbestimmung und der Oxytetracyclinnachweis zusammen erlauben also eine quantitative und qualitative Aussage über den Immunstatus von Füchsen bzw. den Erfolg der Impfkaktion in einem Gebiet. Beide Untersuchungen sind allerdings frühestens vier Wochen nach der Auslegeaktion möglich und sollten über einen Zeitraum von sechs Monaten durchgeführt werden (SCHNEIDER et al., 1983b). Nach SCHNEIDER (1989) beträgt die empfohlene Probengröße 2,5 Kontrollfüchse je 100 qkm Impfgebiet. Da es sich bei dieser Angabe allerdings um einen Erfahrungswert handelt und sich die Anzahl der Kontrollfüchse an der jeweiligen aktuellen Dichte der Fuchspopulation orientieren sollte, wird derzeit, aufgrund der steigenden Tendenz der Fuchspopulationsdichte, als Faustregel empfohlen, 8 Füchse je 100 qkm innerhalb von sechs Monaten nach dem Auslagetermin der Köder zu untersuchen (GMK, 1994).

Alle in Deutschland und in anderen europäischen Ländern in den achtziger Jahren durchgeführten Feldversuche führten zu einem deutlichen Rückgang der Tollwutfälle. Folgeuntersuchungen zur Effektivität des neuen Verfahrens ergaben, daß sich nach einmaliger Impfung im Feld rund 75% der Fuchspopulation als immun gegenüber dem Rabiesvirus erwiesen. Dies bedeutete, daß drei von vier Füchsen durch die Impfung erreicht wurden und, gegen die Tollwut geschützt, für die Weitergabe der Infektion ausfielen (SCHNEIDER et al., 1987).

2.6 Impfstrategie

Die Planung, Durchführung und Auswertung der bundesweiten Impfkaktionen überwacht und koordiniert das Tollwutzentrum der "Bundesforschungsanstalt für Viruskrankheiten der Tiere" (BFAV) in Tübingen. In einem von der BFAV erstellten Programm werden Vorschläge zu einer bundeseinheitlichen Verfahrensweise zur Tollwutbekämpfung unterbreitet, mit dem Ziel der Tilgung der Tollwut in Deutschland und dem Erhalt des tollwutfreien Status (GMK, 1994).

Trotz des bundesweiten Rückganges der Tollwutinzidenz unterscheiden sich in den einzelnen Bundesländern Ausgangssituation, Impfstrategie, Impfmanagement sowie Art und Umfang diagnostischer und jagdwirtschaftlicher Maßnahmen. Vor allem beeinflusst durch die jeweils aktuelle Tollwutsituation erfolgen in einigen Bundesländern großflächige Impfkampagnen, in anderen dagegen nur Teilimpfungen. Nicht zuletzt stellen die Kosten bzw. die zur Verfügung stehenden finanziellen Mittel einen begrenzenden Faktor für die Impfungen dar und erfordern eine möglichst ökonomische Köderauslage. Für die Auswahl des Impfgebietes sowie die Planung und Durchführung der Köderapplikation sind folgende Kenntnisse über das Impfgebiet wichtig (SCHNEIDER et al., 1983b):

- die epidemiologische Situation in dem zu impfenden Gebiet seit Beginn der Tollwut oder zumindest der letzten 5 bis 10 Jahre,
- die Geographie und Landschaftsstruktur einschließlich sogenannter natürlicher Barrieren,
- Angaben über Fuchspopulation (Jagdstatistik) und andere relevante Wildtierarten als potentielle Köderkonkurrenten (u.a. Wildschweindichte).

Entscheidend für den Erfolg der oralen Vakzination der Füchse gegen Tollwut sind zum einen flächendeckende,

länderübergreifende koordinierte Impfkationen. Administrative Grenzen sollten hier, bis auf die Organisation, keine Rolle spielen. Die zur Impfung vorgesehenen Gebiete müssen im Umfang ausreichend bemessen werden und sollten keineswegs kleiner als 5.000 qkm sein (GMK, 1994).

"Natürliche Barrieren, wie Flüsse, Seen und Bergketten sollten bei den Impfkationen als natürliche Begrenzung der Impfzone berücksichtigt werden, sofern sie größere Wanderbewegungen, die zur Tollwutausbreitung beitragen, ausschließen können." Sind keine natürlichen Barrieren vorhanden, können sogenannte ökologische Barrieren wie Autobahnen oder größere Siedlungen zur Begrenzung herangezogen werden, auch wenn sie nicht so effektiv sind (WHO, 1973).

Desweiteren sind Wiederholungsimpfungen notwendig, deren Häufigkeit vom Verseuchungsgrad und der Fuchsdichte abhängt (SCHNEIDER et al., 1987). Gemäß der Entschließung für die 67. GMK am 17. und 18. November 1994 in Hamburg soll die orale Immunisierung der Füchse erst eingestellt werden, "wenn über einen Zeitraum von zwei Jahren durch ein entsprechendes diagnostisches Programm die Tollwutfreiheit nachgewiesen wurde".

Die Impfkationen richten sich in der Regel nach den vier Verlaufstypen der Tollwut (vergl. Kap. 2.2). So sollte nach SCHNEIDER (1989) bei den Typen 3 und 4 (intermittierend starkes und ständig starkes Vorkommen) zum Zeitpunkt des Tollwutabfalls geimpft werden, da sich gezeigt hat, daß dann die Zahl der Tollwutfälle drastisch zurückgeht. Zwei nachfolgende Impfungen im ca. sechsmonatigen Abstand führen schließlich zum vollständigen Erlöschen der Seuche. Erfolgt die Impfung im sogenannten aufsteigenden Ast (d.h. bei gleichzeitig steigender Zahl der Tollwutmeldungen), ist ein Rückgang der Tollwut zunächst kaum bemerkbar. Dieser stellt sich erst nach ein bis zwei weiteren Impfungen ein. Zum völligen Erlöschen kommt es allerdings erst nach weiteren ein bis zwei Impfungen (SCHNEIDER, 1989).

In schwächer verseuchten Gebieten (Typ 2 - ständig schwaches Vorkommen) sind die bisherigen Beobachtungen unterschiedlich. Nach MOEGLE et al. (1985) kann hier zu jeder Zeit geimpft werden. In sogenannten Typ 1 Gebieten (sporadisches Vorkommen) waren Impfkationen bisher nicht notwendig (SCHNEIDER, 1989).

Hinsichtlich der Art der Beimpfung eines Gebietes unterscheidet SCHNEIDER (1991) zwischen

1. der Immunbarriere, die der Abwehr der Tollwut dient,
2. der Flächenimpfung zur Eliminierung der Seuche und
3. den Sonderformen.

Die Immunbarriere wird dabei in Form eines Impfgürtels mit einer Tiefe von 10 bis 20 km angelegt. Nach einmaliger Impfung im Jahr soll die beimpfte Fläche ein seuchenfreies Gebiet vor dem Eindringen der Tollwut aus angrenzenden, infizierten Gebieten schützen. Die Flächenimpfung dagegen soll zweimal jährlich für die Dauer von zwei bis drei Jahren unter Einbeziehung von bereits geimpften Gebieten erfolgen. Zu den Sonderformen gehören die Einmal-Impfung je Jahr (nur in Typ-2 Gebieten), die Impfung per Flugzeug sowie die Spot- oder Ringimpfung als Ergänzungsmaßnahme zur Flächenimpfung. Letztere zielt auf die Tilgung verbliebener Tollwutherde in einem Gebiet ab, wobei die übrige, bereits beimpfte Fläche nicht miteinbezogen wird.

2.7 Zur Köderaufnahme durch Füchse in Abhängigkeit von der Jahreszeit

MANZ et al. (1978) prüften im Feldversuch die Köderaufnahme durch Füchse in Abhängigkeit von der Jahreszeit und stellten fest, daß mehr Füchse im Frühjahr bzw. Frühsommer die ausgelegten Köder aufnahmen als im Herbst. Untersuchungen im Saarland ergaben, daß die Köderaufnahme im Januar/Februar, auch in Abhängigkeit vom Wettergeschehen, am niedrigsten war (CARIUS et al., 1990). SCHNEIDER (1989) gab als optimalen Impftermin Mitte Mai bzw. September an. SCHARF (1990) deutete auf folgende Vorteile der Herbstauslage (September/Okttober) gegenüber der Frühjahrauslage (März/April) hin:

- noch keine Nachtfröste, durch die es zur Geruchsminderung kommen kann

- kein Schutz mehr der Jungfuchse durch maternale Antikörper, die galaktogen von der immunisierten Mutter auf neugeborene Fuchswelpen übertragen werden
- überlebensfähige Jungtiere werden mitgeimpft (65 % der Population)
- Immunisierung zur Zeit des Raubmündigwerdens der Jungtiere
- immune Population vor Beginn der Ranz und Welpenaufzucht

Bezüglich der Haltbarkeit des Impfstoffes ist der Zeitpunkt der Ausbringung der Impfköder von den klimatischen Verhältnissen abhängig. Hohe Außentemperaturen inaktivieren das Impfvirus schneller und niedrige, wechselnde Temperaturen mit wiederholten Gefrier-Auftau-Vorgängen schädigen den Impfstoff. Demnach bieten sich die Impftermine im April/Mai und im September/Oktober an (ULBRICH, 1994).

Hinsichtlich der Köderdichte reichen nach praktischen Erfahrungen 15 Köder je qkm bei der Auslage aus. In Gebieten mit überproportional hoher Fuchsdichte, ist eine höhere Köderdichte von 20 oder 25 Köder je qkm erforderlich (SCHNEIDER, 1989).

2.8 Köderkonkurrenten

Zur Einschätzung als auch zur Optimierung der Erfolge der oralen Impfungen der Fuchse gegen Tollwut, ist u. a. neben dem Markernachweis und der Überprüfung des Immunstatus von Kontrollfuchsen auch die Ermittlung der Köderaufnahme bei potentiellen Köderkonkurrenten notwendig. Nach WACHENDÖRFER et al. (1986) und MÜLLER et al. (1993a) kann die Bestimmung von Köderkonkurrenten entweder durch die Untersuchung von Trittsiegeln an den Köderapplikationsorten oder durch den Nachweis von Ködermarkern erfolgen. Die Auswertung zahlreicher Feldversuche und Impfkationen erbrachte den Beweis, daß als Konkurrenten der Impfköder Nagetiere (Rodentia), Marder (Mustelidae), Waschbären (Procyon lotor), streunende Hunde und Katzen, Rot-, Reh- (Cervidae) und Schwarzwild (Sus scrofa) sowie Vögel, insbesondere Rabenvögel (Corvidae), in Betracht zu ziehen sind (WANDELER et al., 1975; BROCHIER et al., 1988; STÖHR et al., 1993). Beispielsweise ergaben Untersuchungen zur Köderaufnahme bei verschiedenen Wild- und Haustierarten in den ostdeutschen Bundesländern eine Aufnahme bei Dachsen von 57%, bei Wildschweinen von 40%, bei Mardern von 30%, bei Rehwild und Iltis von 12% bzw. 14% und bei Katzen von 18% (STÖHR et al., 1994). MÜLLER (1994) ermittelte innerhalb der Schwarzwildpopulation in den neuen Bundesländern sogar eine Köderakzeptanz von durchschnittlich 48%. Untersuchungen von 33 Wildschweisern im Winter 1994/95 in Nordrhein-Westfalen (Kreis Altenkirchen, Kreis Rhein-Sieg, Stadt Bonn) ergaben, daß mit 61% nahezu ebenso viele Wildschweine einen Antikörpertiter von $\geq 1:60$ aufwiesen wie Fuchse mit 65% (PRAGER, 1996). STÖHR et al. (1990) fand heraus, daß die Köderakzeptanz in direktem Zusammenhang mit dem jeweiligen Schwarzwildbesatz steht. Die Köderdichte sollte demnach in Schwarzwildeinstandsgebieten auf 20 je qkm erhöht werden, aber dennoch eine Anzahl von mehr als 20 Ködern je qkm nicht überschreiten, da dies nur zu einer erhöhten Köderaufnahme bei Köderkonkurrenten, nicht aber beim Zieltier Fuchs führt (STÖHR et al., 1994).

Die Klärung der Frage, inwieweit die Präsenz und Bestandsdichte von Köderkonkurrenten das Verfahren der oralen Immunisierung der Fuchse gefährdet bzw. für dessen Erfolg Bedeutung hat, erfordert weitere Untersuchungen.

2.9 Überblick über das Tollwutgeschehen im Saarland von 1965 bis 1985

Im Jahre 1965 wurde das Saarland, ausgehend von dem aus Osteuropa stetig nach Westen wandernden Seuchenzug, erstmals im Nordosten (Landkreis St. Wendel) von der Tollwut heimgesucht. In den darauffolgenden Jahren breitete sich die Seuche sprunghaft im ganzen Landesbereich aus und blieb bis heute stationär. Nur in den Jahren 1971 bis 1973 wurden keine Tollwutfälle angezeigt. Diese vorübergehende Seuchenfreiheit wurde begründet durch das Zusammenwirken von regelmäßig jährlich durchgeführten Baubegasungsaktionen (Beginn 1968) im gesamten Landesgebiet und das Ende des Seuchenintervalls 1970/71 (EMSCHERMANN-GRÜNERT, 1987). Nach vorläufiger Beendigung der großflächigen, das gesamte

Landesgebiet umfassenden Baubegasungen im Jahre 1973 erhöhte sich im Saarland wieder die Zahl der Tollwutfälle. Eine entscheidende Bedeutung wurde damals auch dem starken Infektionsdruck von Seiten des Nachbarlandes Frankreich und von Rheinland-Pfalz beigemessen (BONFERT, 1982). Aufgrund dessen wurden ab dem Jahre 1978 erneut Baubegasungen durchgeführt, diesmal allerdings nicht großflächig angelegt, sondern auf einzelne Landkreise des Saarlandes beschränkt. Trotz dieser Maßnahmen verdreifachte sich die Zahl der angezeigten Tollwutfälle, womit die Tollwut zunächst im Jahre 1980 ihren absoluten Höhepunkt erreichte. Im darauffolgenden Jahr reduzierten sich die Tollwutfälle wieder drastisch. Baubegasungen erfolgten in diesem Jahr nur noch im Landkreis St. Wendel. EMSCHERMANN-GRÜNERT (1987) beschreibt für den Zeitraum von 1965 bis 1985 einen insgesamt viergipfligen Verlauf der Seuche mit dem typischen drei- bis vierjährigen Seuchenrhythmus.

3. *Echinococcus multilocularis*

3.1 Überblick zur Epidemiologie, Vorkommen und Verbreitung von *Echinococcus multilocularis*

Neben dem Erreger der Tollwut beherbergt der Rotfuchs einen anderen, für den Menschen ebenso lebensgefährlichen Krankheitserreger, der zwar seit ca. 140 Jahren bekannt ist, doch erst in den letzten Jahren zunehmend Beachtung findet (FRANK, 1990). Es handelt sich um den Kleinen oder Fünfgliedrigen Fuchsbandwurm *E. multilocularis*.

Systematisch gehört der kleine Fuchsbandwurm der Gattung *Echinococcus* zur Familie der Taeniidae innerhalb der Ordnung der Cyclophyllida (ECKERT et al., 1992). Er parasitiert im Dünndarm verschiedener Karnivoren wie Rotfuchs (*Vulpes vulpes*), Polarfuchs (*Alopex lagopus*), Graufuchs (*Alopex cinereoargenteus*), Kojote (*Canis latrans*), Wolf (*Canis lupus*), Marderhund (*Nyctereutes procyonoides*), sowie Haushund (*Canis familiaris*) und Hauskatze (*Felis catus*) (ECKERT et al., 1992).

Unter mitteleuropäischen Verhältnissen läuft der Lebenszyklus des *E. multilocularis* in der Natur als silvatischer Kreislauf zwischen dem Rotfuchs als Endwirt und kleinen Nagetieren (Rodentia), wie Feldmaus (*Microtus arvalis*), Rötelmaus (*Clethrionomys glareolus*), Schermaus (*Arvicola terrestris*) sowie Bisam (*Ondatra zibethicus*), aber auch Erdmaus (*Microtus agrestis*), Gelbhalsmaus (*Apodemus flavicollis*), Hausmaus (*Mus musculus*) und dem Sumpfbiber (*Myocastor coypus*) als Zwischenwirten ab (ECKERT, 1989; 1996; ZEYHLE, 1990; EWALD, 1990). Den epidemiologisch bedeutsamsten Zwischenwirt stellt jedoch die Feldmaus dar (VOGEL, 1960, ZEYHLE et al., 1982, WORBES et al., 1989). In Endemiegebieten ist die Hauskatze als gelegentlicher (ECKERT et al., 1974; MÜLLER et al., 1974; ZEYHLE, 1982; MEYER et al., 1985; DEBLOCK et al., 1989; FESSELER et al., 1989) und der Haushund als sehr seltener Endwirt anzusehen (ECKERT et al., 1974; MÜLLER et al., 1974). Zudem besteht allerdings auch die Möglichkeit des Hundes als Intermediärwirt von *E. multilocularis* (ECKERT, 1988; GEISEL et al., 1990).

Bekanntlich können sich auch Wildschweine (*Sus scrofa*) durch die orale Aufnahme von Eiern mit dem Fuchsbandwurm infizieren. Da sich allerdings im Lebergewebe der Wildschweine keine fertilen Metazestoden entwickeln und die Finnen in Form degenerierter Knötchen vorliegen, sind Wildschweine als ungeeignete Zwischenwirte anzusehen und spielen für die Verbreitung des Parasiten keine Rolle (PFISTER, 1994).

In jüngster Zeit ist das Krankheitsbild der alveolären Echinokokkose auch bei Primaten beschrieben worden. So berichteten BANDO et al. (1996) von alveolären Metazestodenstadien bei einem Gorilla (*Gorilla gorilla gorilla*) und bei einem Katta (*Lemur catta*) im Asahikawa-Asahiyama Zoo (Japan).

Die alveoläre Echinokokkose der Leber ist seit 1856 (VIRCHOW) als eigene Erkrankung des Menschen bekannt. Der Mensch infiziert sich durch die orale Aufnahme der Eier des Parasiten, die vom Endwirt mit den Proglottiden im Kot ausgeschieden werden. Der genaue Infektionsweg beim Menschen ist jedoch noch unklar. Als Infektionsquellen werden im vorwiegend silvatischen Zyklus mit Fuchskot kontaminierte Waldfrüchte (Beeren, Pilze) diskutiert. Desweiteren besteht für sogenannte exponierte Personen (Jäger, Tierärzte) die Gefahr der Ansteckung durch den Kontakt mit toten Füchsen (Abbalgen von Füchsen, Sektion), da vermutet wird, daß Proglottiden oder Eier von *E. multilocularis* auch im Fell infizierter Füchse haften. Erörtert wird in diesem Zusammenhang ebenfalls eine Infektion per inhalationem durch kontaminierten Staub sowie durch den Umgang

mit infizierten Haustieren (KRAUSS et al., 1986). Untersuchungen in hochendemischen Gebieten der Schweiz ergaben weiterhin, daß insbesondere Landwirte häufiger mit dem Fuchsbandwurm infiziert waren als die Stadtbevölkerung (GLOOR, 1988). Untersuchungen in Bayern zeigten, daß für Landwirte im Vergleich zur ländlichen Gesamtbevölkerung das Risiko an der alveolären Echinokokkose zu erkranken, am höchsten ist (NOTHDURFT et al., 1996).

Die im Anschluß an die orale Aufnahme im Verdauungstrakt freigesetzten Larven durchbohren die Darmwand und besiedeln über den Blutkreislauf andere Organe. Beim Menschen wird zu 98% der Infektionen die Leber befallen, wo der Parasit, ähnlich wie ein maligner Tumor, infiltrierend wächst (SEIFERTH et al., 1993).

Dennoch erfolgt beim Menschen die Bildung der Protoskolizes (Kopfanlagen) in der Leber verlangsamt (FRANK, 1989) und nur vereinzelte werden fertil (STÜCKER et al., 1974). Da sich die Finnen zwar im Lebergewebe des Menschen weiterentwickeln können, aber eine Übertragung auf den Endwirt unter natürlichen Bedingungen nicht möglich ist, bezeichnet man den Menschen auch als Fehl- oder Irrzwischenwirt, der für die Verbreitung des Parasiten ohne Bedeutung ist.

Das Vorkommen des *E. multilocularis* ist auf die nördliche Hemisphäre beschränkt (ECKERT, 1989). Konstant hohe Befallsraten mit dem Parasiten zeigen sich dabei insbesondere bei arktischen Füchsen und Wühlmäusen. SCHANTZ (1989) geht davon aus, daß *E. multilocularis* relativ stabil in der Tundra vorkommt und dieser Vegetationstyp das "Bandwurm-Stammhaus" zu sein scheint. Kennzeichnend für das Tundren-Biom sind u.a. das subarktische Klima und der Dauerfrostboden (MÜLLER, 1981), wodurch die hohe Widerstandsfähigkeit der Eier von *E. multilocularis* gegen Temperaturen, die weit unterhalb des Gefrierpunktes liegen, als eine Form der Anpassung zu erklären wären. Untersuchungen in vitro ergaben, daß bei -18°C tiefgefrorene Fuchsbandwurmeier etwa acht Monate überlebten. Erst durch Tiefgefrieren während zwei Tagen bei -80°C ging ihre Infektiosität verloren (FRANK et al., 1989).

Abb. 5:

Geographische Verbreitung von *E. multilocularis* (Quelle: FESSELER, 1990)



In Mitteleuropa ist das Verbreitungsgebiet von *E. multilocularis* größer als bisher angenommen. Die Endemiegebiete mit zum Teil hohen *E. multilocularis*-Funden liegen vor allem nördlich der Alpenregion und

umfassen zentrale und östliche Gebiete von Frankreich (AUBERT et al., 1986; PETAVY et al., 1980), nördliche, östliche und südöstliche Regionen der Schweiz (DROLSHAMMER et al., 1973; RÜLKE, 1993; EUZEBY, 1983), den westlichen und südlichen Teil Österreichs (ECKERT, 1981; RÜLKE, 1993; BÄHR et al., 1979) sowie verschiedene Gebiete Deutschlands. Zudem gibt es Berichte über den Nachweis von *E. multilocularis* im Nordwesten Polens (RAMISZ et al., 1996), in Bulgarien (ECKERT, 1981), in der West-Tschechei (RÜLKE, 1993), in der Westslowakei (RÜLKE, 1993), in der Türkei (UYSAL et al., 1986), in Italien (EUZEBY, 1983), in Lichtenstein (RÜLKE, 1993), in Luxemburg (SCHON, 1994) und in Belgien (BROCHIER et al., 1992).

Im Gegensatz zu früheren Annahmen ist in Deutschland, nachdem der Parasit in 13 von 16 Bundesländern Deutschlands nachgewiesen wurde, von einer bundesweiten Verbreitung des kleinen Fuchsbandwurms auszugehen, wobei Füchse regional unterschiedlich häufig befallen sind. Tab. 2 gibt einen Überblick über verschiedene Untersuchungen zum Nachweis von *E. multilocularis* in Deutschland und läßt somit die Verbreitung des Parasiten erkennen.

Tab. 2:

Untersuchungen zur Verbreitung von *E. multilocularis* in Deutschland

Bundesland, in dem <i>E. multilocularis</i> nachgewiesen wurde	Autor	Jahr
Baden-Württemberg	MÜLLER et al.	1974
	ZEYHLE et al.	1982
	FRANK	1984a
	FRANK	1984b
	ABEL	1987
	FESSELER et al.	1989
	SCHOTT et al.	1989
	ZEYHLE et al.	1990
	SCHELLING et al.	1991
	ROMIG	1996
Bayern	ECKERT	1981
	NITSCHKE	1985
	ABEL	1987
	KOPP et al.	1991
	RÜLKE	1993
	NOTHDURFT et al.	1996
Nordrhein-Westfalen	ZEYHLE et al.	1990
	DINGELDEIN	1990
	RÜLKE	1993
	TAKLA	1996
Niedersachsen	ZEYHLE et al.	1990
	DINGELDEIN	1990
	RÜHE	1992
	RÜLKE	1993
	KEYSERLINGK et al.	1994
	KEYSERLINGK et al.	1996

Hessen	ABEL	1987
	DINGELDEIN	1990
	BALLEK	1991
	BALLEK et al.	1992
	RÜLKE	1993
	TAKLA	1994
Rheinland-Pfalz	JONAS et al.	1984
	ZEYHLE et al.	1990
	MLWF	1992
	JONAS	1996
Thüringen	SUHRKE et al.	1991
	WORBES	1992
	RÜLKE	1993
	SUHRKE	1994
	WORBES	1996
Bremen	FRANK	1991
	RÜLKE	1993
Mecklenburg-Vorpommern	RÜLKE	1993
	KIUPEL	1996
Brandenburg	TACKMANN et al.	1992
	TACKMANN et al.	1993
	RÜLKE	1993
	TACKMANN	1996
Sachsen-Anhalt	ANONYMUS	1994
	SENF et al.	1996
Saarland	ZEYHLE et al.	1990
	MEINE	1995
	AHLMANN	1996
Schleswig-Holstein	MÜLLER	1993
	NEBEL	1996

Derzeit ist nicht zu entscheiden, ob es in den letzten Jahren zu einer Ausbreitung des Parasiten über die Grenzen der seit langem bekannten Endemiegebiete in Süddeutschland hinaus gekommen ist oder ob es sich lediglich um eine Feststellung bisher unbekannter Endemiegebiete durch eine Verbesserung und Intensivierung der Untersuchungen bei Füchsen handelt. Es gibt allerdings Anhaltspunkte dafür, daß die Prävalenz beim Fuchs in einigen Gebieten in letzter Zeit deutlich gestiegen ist (FRANK, 1990; DAUGSCHIES, 1995; JANITSCHKE und TACKMANN., 1996).

3.2 Überblick zu Untersuchungen zum Vorkommen von Echinococcus multilocularis im Saarland

Aufgrund der Verbreitungsdaten von E. multilocularis aus der Umgebung des Saarlandes (Frankreich, Luxemburg und Rheinland-Pfalz) war anzunehmen, daß der Parasit auch hier vorkommen mußte.

Tab. 3:

Untersuchungsergebnisse zur relativen Befallshäufigkeit von E. multilocularis bei Füchsen aus der

unmittelbaren Nachbarschaft des Saarlandes

Untersuchungsgebiet	Befallshäufigkeit in %	Quelle
Ostfrankreich (Lorraine)	21,5 % 10 - 30 %	AUBERT, 1986 AINC, 1994
Luxemburg	10 - 30 % 5,0 %	AINC, 1994 SCHON, 1995
Rheinland-Pfalz	3,9 %	JONAS et al., 1984

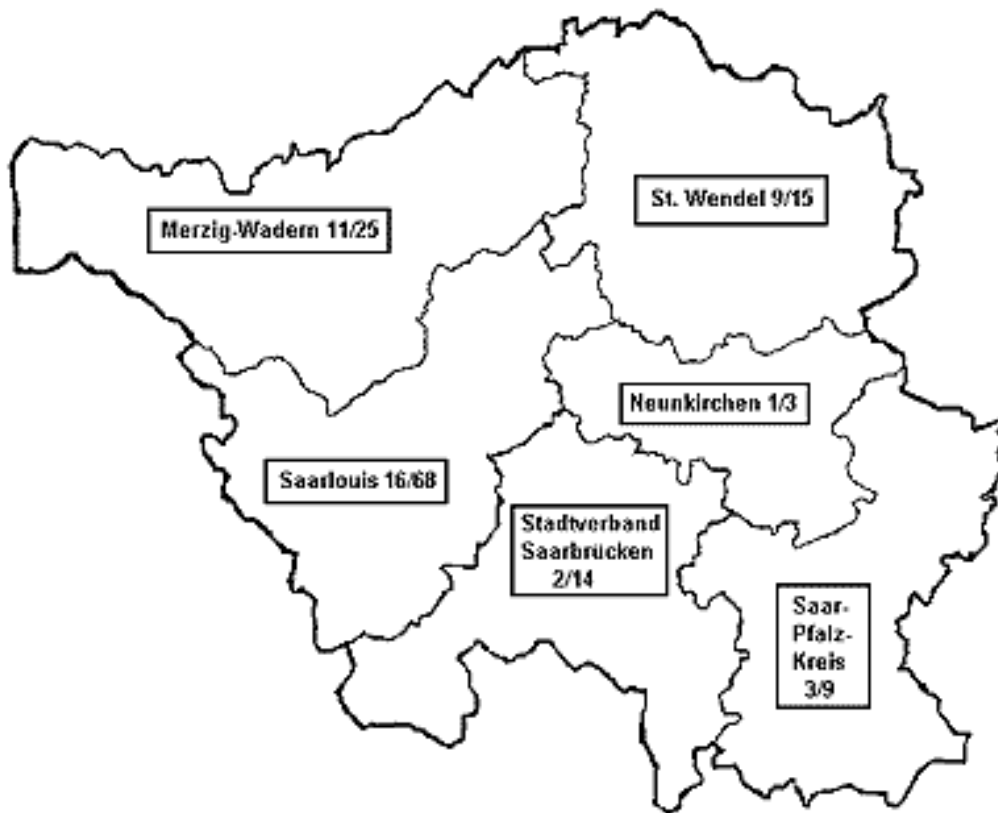
Ein Erstnachweis im Saarland gelang ZEYHLE et al. 1990.

Im Zeitraum von 1988 bis 1994 wurden am Staatlichen Institut für Gesundheit und Umwelt, Abteilung H Veterinärmedizin (SIGU) stichprobenartig 148 Füchse auf einen Befall mit *E. multilocularis* untersucht. Nur bei zwei der untersuchten Füchse (1,4%), die aus dem Stadtverband Saarbrücken stammten, konnte eine Infektion mit dem Parasiten nachgewiesen werden. Desweiteren wurde im Jahre 1994 von einer Prävalenz zwischen 10 und 30% im Raum Saar-Lor-Lux berichtet (AINC, 1994).

Im Jahre 1993 ermittelte MEINE (1995) eine Befallsrate von 31,3% bei 134 untersuchten Füchsen. Abb. 6 gibt einen Überblick über die von MEINE (1995) ermittelte regionale Verteilung von *E. multilocularis* bei Füchsen im Saarland. Dabei verzeichneten die aus dem Landkreis St. Wendel untersuchten Füchse die höchste Befallsextenstität von *E. multilocularis*, gefolgt von den Tieren aus den Landkreisen Merzig-Wadern, Neunkirchen und aus dem Saar-Pfalz-Kreis. Im südöstlichen Saarlouis sowie im südlich gelegenen Stadtverband Saarbrücken war der Befall der Füchse mit dem Fuchsbandwurm am geringsten. Die Ergebnisse von MEINE (1995) entsprachen in etwa den, in einer Publikation des Robert Koch-Institutes veröffentlichten, vorläufigen Ergebnissen zur Untersuchung des Vorkommens von *E. multilocularis* im Saarland im Zeitraum August 1994 bis Februar 1995 (AHLMANN, 1996).

Abb. 6:

Regionale Verteilung von *E. multilocularis* im Saarland (Quelle: MEINE, 1995; für jeden Landkreis ist die Anzahl der infizierten Füchse/Anzahl der untersuchten Füchse angegeben)



III. MATERIAL UND METHODEN

4. Der Untersuchungsraum

Die Entstehung und Ausbreitung von Infektionskrankheiten mit Naturcharakter sind im wesentlichen abhängig von den jeweils bestehenden geographischen, klimatischen und ökologischen Bedingungen. Das Saarland stellt geologisch ein heterogenes Gebilde dar, daß sich aus verschiedenen Untergrundgesteinsarten zusammensetzt. Da der Boden bzw. die Nutzungsart der Bodenflächen durch den Menschen in einem Gebiet vor allem von dem geologischen Untergrund geprägt wird, soll anhand einer Analyse der Flächennutzung auf der Gemeindeebene dargestellt werden, ob und inwieweit die Flächennutzung mit der räumlichen Verteilung und Ausbreitung der Tollwut und der Echinokokkose in Zusammenhang stehen. Desweiteren wird der Einfluß der Höhenlage sowie der Bevölkerungsdichte der Gemeinden auf die Epidemiologie beider Zoonosen untersucht.

Der Untersuchungsraum umfaßt das gesamte Saarland mit einer Fläche von 2.570,26 qkm. Im Norden und Osten wird es von Rheinland-Pfalz umschlossen, im Süden und Südwesten grenzt es an Frankreich. Im äußersten Westen bildet die Mosel eine natürliche Grenze gegen Luxemburg. Das gesamte Landesgebiet unterteilt sich in insgesamt 52 Gemeinden und fünf Landkreise sowie den Stadtverband Saarbrücken.

Abb. 7 gibt einen Überblick über die Nutzung der Bodenflächen im Saarland. Insgesamt sind 33,4% des Landesgebietes mit Wald bedeckt und 45,4% der Gesamtfläche wird landwirtschaftlich genutzt. Der Anteil Siedlungs- und Verkehrsfläche an der Gesamtfläche beträgt 18,9% (Statistisches Landesamt Saarland, 1993). Als Waldflächen werden dabei die Flächen bezeichnet, die mit Laub-, Nadel-, Mischwald und Gehölzen bewachsen sind und vorwiegend forstwirtschaftlich genutzt werden. Die Landwirtschaftsflächen setzen sich zusammen aus Ackerland, Dauergrünland, Obstanlagen und Baumschulflächen. Der Anteil der Siedlungs- und

Verkehrflächen steht in Beziehung zu der Bevölkerungsdichte und beinhaltet Gebäude-, Frei-, Betriebs- und Erholungsflächen. Abb. 8 zeigt die Anteile der Waldflächen in den einzelnen Kreisen des Saarlandes (Statistisches Landesamt Saarland, 1982).

Abb. 7:
Nutzung der Bodenflächen des Saarlandes (Quelle: Statistisches Landesamt Saarland, 1993)

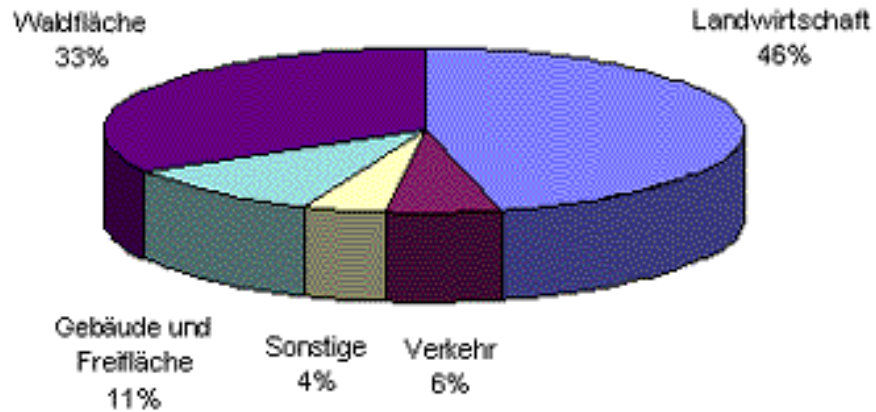
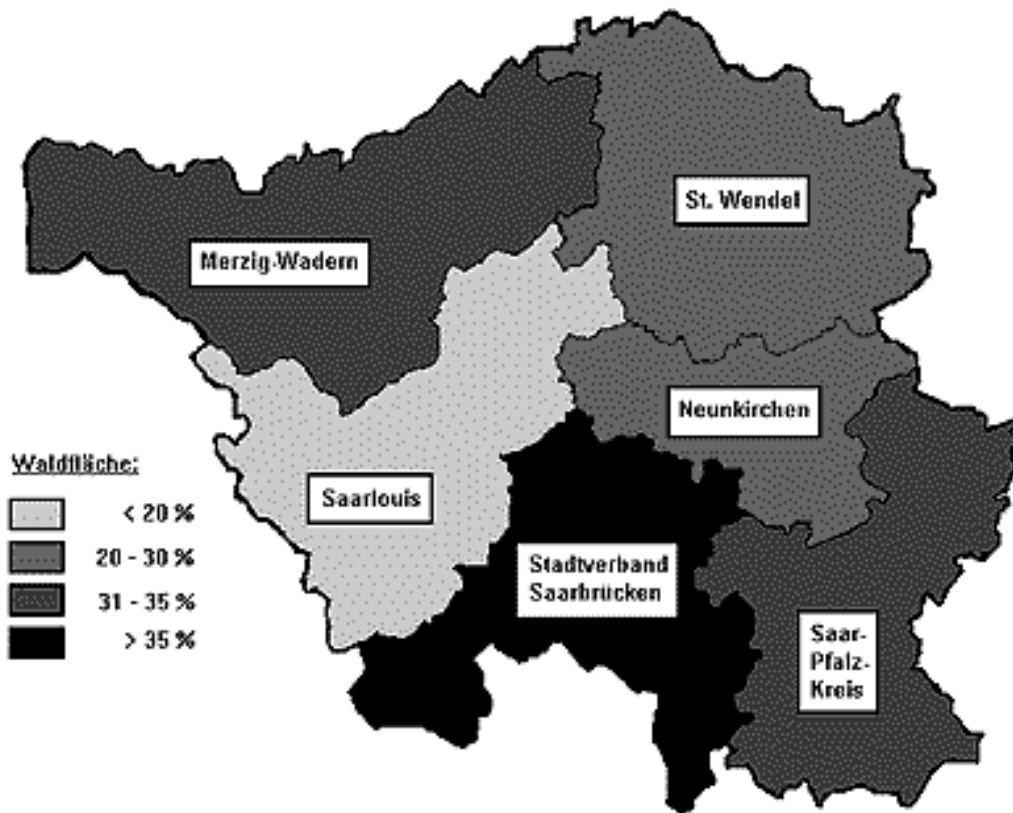


Abb. 8:
Prozentuale Verteilung der Waldflächen in den Kreisen des Saarlandes (Quelle: Statistisches Landesamt Saarland, Stand 01.01.1982)



4.1 Die Flächennutzung der Gemeinden

In den einzelnen Gemeinden des Saarlandes wurde zunächst der prozentuale Anteil der Wald-, Landwirtschafts-, Siedlungs- und Verkehrsfläche an der Gesamtfläche der betreffenden Gemeinde ermittelt und zu den relativen Infektionshäufigkeiten von Tollwut und E. multilocularis in Beziehung gesetzt. Das Zahlenmaterial zu der Flächenerhebung lieferte das Statistische Landesamt des Saarlandes (Flächenerhebung - Statistische Landesamt des Saarlandes, 1993). Tab. 4 zeigt einen Überblick über die Zuordnung der 52 Gemeinden des Saarlandes nach der Nutzungsart der Bodenflächen.

Tab. 4:
Zuordnung der 52 Gemeinden des Saarlandes nach der Nutzungsart der Bodenflächen.

Gemeinde	Anzahl der Gemeinden	Anteil Waldfläche an der Gesamtfläche in %	Anteil Landwirtschaftsfläche an der Gesamtfläche in %	Anteil Siedlungs- und Verkehrsfläche an der Gesamtfläche in %

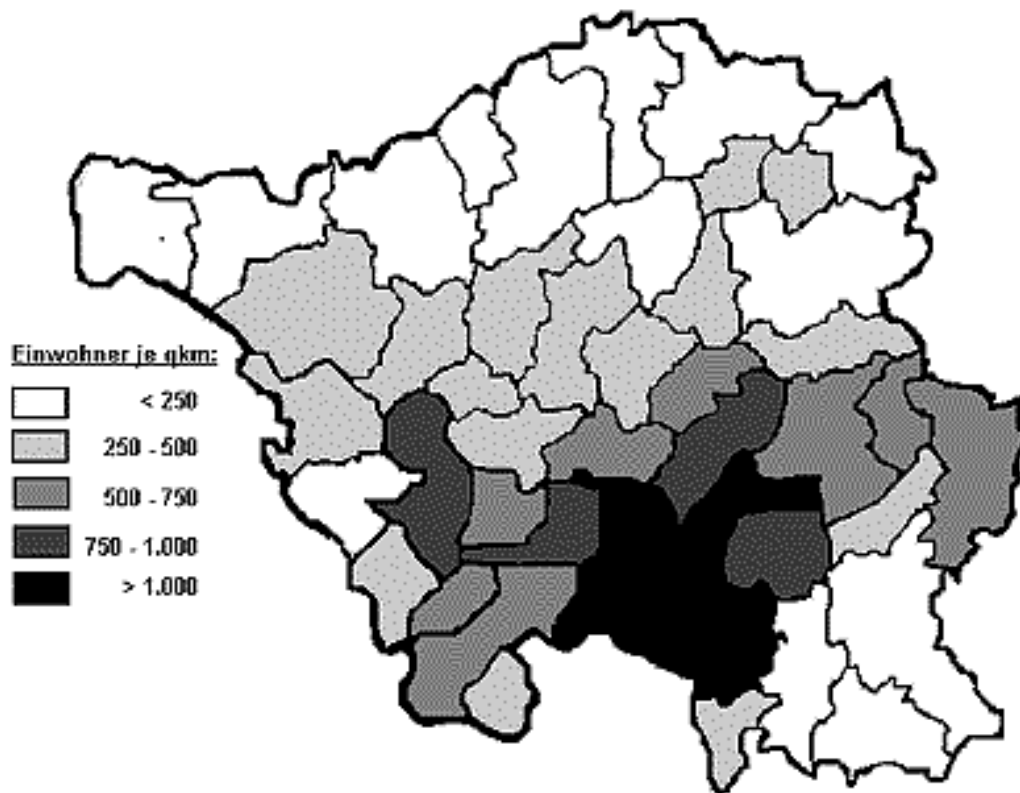
Losheim Mettlach Nohfelden Wadern Weiskirchen	5	ab 40	ab 40	bis 15
Großrosseln Homburg Kirkel Neunkirchen Nonnweiler Wasgassen	6	ab 40	20 bis 40	15 bis 30
Friedrichsthal Quierschied Saarbrücken Spiesen-Elversberg St. Ingbert Sulzbach Völklingen	7	ab 40	bis 20	30 bis 50
Beckingen Blieskastel Epeöborn Freisen Kleinblittersdorf Lebach Mandelbachtal Marpingen Merzig Nalbach Namborn Oberthal Ottweiler Perl Rehlingen Saarwellingen Schmelz Schwalbach St. Wendel Tholey Überherrn	21	20 bis 40	ab 40	bis 25
Bexbach Dillingen Merchweiler Riegelsberg	4	20 bis 40	20 bis 40	25 bis 40
Gersheim Heusweiler Illingen Püttlingen Saarlouis Schiffweiler Wallerfangen	7	bis 20	ab 40	bis 40
Bous Ensdorf	2	bis 20	20 bis 40	ab 40

4.2 Besiedlungsdichte

Zur Prüfung einer Abhängigkeit zwischen dem Auftreten der Tollwut und der Echinokokkose bei den im Rahmen dieser Arbeit untersuchten Tieren und der Besiedlungsdichte, wurde mit Hilfe des Datenmaterials des Statistisches Landesamt des Saarlandes (1994) die Dichte der Bevölkerung in den 52 Gemeinden des Saarlandes erfaßt. Einen Überblick über die Anzahl der Einwohner je qkm Fläche gibt Tab. 5.

Abb. 9 zeigt den Bevölkerungsstand im Jahre 1994 in den Gemeinden des Saarlandes. Dabei entfallen in den fünf Landkreisen und dem Stadtverband Saarbrücken auf einen qkm etwa 422 Einwohner, womit das Saarland das am dichtesten besiedelte Bundesland ist (Statistisches Landesamt, 1994). Die größten Bevölkerungsdichten verzeichnen der Stadtverband Saarbrücken, gefolgt von den Landkreisen Neunkirchen und Saarlouis. Der Saar-Pfalz-Kreis sowie die Landkreise St. Wendel und Merzig-Wadern weisen die geringsten Dichten auf.

Abb. 9:
Bevölkerungsdichte im Saarland (Quelle: Statistisches Landesamt Saarland, 1994)



Tab. 5:
Überblick über die Bevölkerungsdichten in den 52 Gemeinden des Saarlandes (Statistisches Landesamt Saarland, 1994)

Gemeinde	Anzahl der Gemeinden	Einwohner je 10 qkm

Blieskastel Freisen Gersheim Losheim Mandelbachtal Mettlach Nohfelden Nonnweiler Perl St. Wendel Tholey Wadern Wallerfangen Weiskirchen	14	bis 250
Beckingen Eppelborn Großrosseln Kirkel Kleinblittersdorf Lebach Marpingen Mertig Nalbach Namborn Oberthal Ottweiler Rehlingen Saarwellingen Schmelz Überherrn	16	250 bis 500
Bexbach Heusweiler Homburg Illingen Neunkirchen Schwalbach Völklingen Wadgassen	8	500 bis 750
Bous Dillingen Ensdorf Merchweiler Püttlingen Quierschied Saarlouis Schiffweiler St. Ingbert	9	750 bis 1.000
Friedrichsthal Riegelsberg Saarbrücken Spiesen-Elversberg Sulzbach	5	über 1.000

4.3 Höhenverhältnisse

Um feststellen zu können, ob ein Zusammenhang zwischen der Höhe des Fund- bzw. Erlegungsortes und der Infektionshäufigkeit der in der vorliegenden Arbeit untersuchten Tiere mit dem Tollwutvirus sowie mit *E. multilocularis* besteht, wurde die durchschnittliche Höhenlage der betreffenden Gemeinde anhand topographischer Karten im Maßstab 1 : 25.000 ermittelt. Das Kartenmaterial lieferte das Landesvermessungsamt des Saarlandes.

Die höchsten Höhen mit 695 m sind im Saarland dort zu finden, wo randliche Kuppen des Hunsrück in den Norden des Landesgebietes hereinragen. Auch im Nordosten wird die 600-m-Linie überschritten. Südliche und westliche Teile des Landes dagegen überschreiten nur selten die 400-m-Linie. Die tiefsten Stellen (bis 144 m) sind im Saarland an der Mosel und an der Saar zu finden (LIEDTKE, 1974). In Tab. 6 sind die 52 Gemeinden des Saarlandes unter Berücksichtigung der durchschnittlichen Höhenstufen aufgelistet.

Tab. 6:
Überblick über die durchschnittlichen Höhenlagen der Gemeinden des Saarlandes
(Landesvermessungsamt des Saarlandes, 1996)

Gemeinde	Anzahl der Gemeinden	durchschnittliche Höhenlage der Gemeinden in m über NN
Dillingen Kleinblittersdorf Merzig Saarbrücken Saarlouis Spiesen-Elversberg Völklingen Wallerfangen	8	100 bis 200
Beckingen Bexbach Blieskastel Bous Emsdorf Eppelborn Friedrichsthal Gersheim Großrosseln Heusweiler Homburg Illingen Kirkel Lebach Mettlach Nalbach Neunkirchen Perl Püttlingen Quierschied Rehlingen Saarwellingen	29	200 bis 300

Schmelz Schwalbach St. Ingbert St. Wendel Sulzbach Überherrn Wadgassen		
Losheim Mandelbachtal Marpingen Merchweiler Namborn Nohfelden Oberthal Ottweiler Riegelsberg Schiffweiler Tholey Wadern Weiskirchen	13	300 bis 400
Freisen Nonnweiler	2	400 bis 500

5. Ermittlung des Hunting Index

Im epizootischen Prozeß seuchenhafter Infektionskrankheiten von Wildtieren spielt die Dichte der betroffenen Tierarten eine wesentliche Rolle. Bei der Tollwut wird das Rabiesvirus direkt durch den Biß tollwutkranker Säugetiere auf andere empfängliche Tiere und den Menschen übertragen. Dabei gilt unter mitteleuropäischen Verhältnissen der Rotfuchs als Hauptverbreiter des Tollwutvirus, so daß die Seuchenfrequenz deutlich von der Fuchsdichte, aber auch von der Populationsdynamik und der Kontaktrate der Tiere untereinander abhängt (RÜLKE, 1993). Anders als bei der Tollwut ist für die Aufrechterhaltung des Lebenszyklus des *E. multilocularis* sowohl das Vorhandensein von Endwirten (Rotfüchse) als auch von Zwischenwirten (Kleinsäuger) notwendig, wobei hier die Populationsdichte beider Wirtsformen sowie deren Kontakthäufigkeit untereinander von großer Bedeutung ist. Hinsichtlich der Erfassung von Kausalzusammenhängen beider Zoonosen bereitet jedoch gerade die Bestimmung der Fuchsdichte große Schwierigkeiten (vergl. Kap. 1.5). Aussagen hierzu sind nur anhand indirekter Meßverfahren möglich (CARIUS et al., 1990). In der Literatur werden häufig die Abschuszahlen zur Schätzung der Populationsdichte genutzt, die allerdings nur teilweise von der Fuchsdichte abhängig sind (VOS, 1990). Andere Faktoren, wie vor allem die Motivation der Jäger, Füchse zu bejagen (WANDELER, 1980; ZIMEN, 1984; WEBER, 1985) sowie nicht zuletzt auch das Vorkommen von Niederwild (VOS, 1990) beeinflussen die jährliche Fuchsjagdstrecke.

Dennoch sind Informationen über Populationsschwankungen bei Wildtieren häufig nur anhand der Jahresjagdstrecken erhältlich. Unter Berücksichtigung ihrer eingeschränkten Aussagekraft wurde in der vorliegenden Arbeit anhand der Fuchsjagdstrecke der Hunting Index, d.h. die Zahl der je qkm und Jagdjahr erlegten Füchse, berechnet und zur groben Schätzung der Fuchsbesätze sowie als Index der Entwicklung der Fuchspopulation herangezogen. In die Berechnung ging dabei jeweils die Gesamtfläche der einzelnen Landkreise des Saarlandes ein (Flächenerhebung - Statistische Landesamt des Saarlandes, 1993). Die Angaben über die Fuchsstrecken lieferten das DJV-Handbuch (1995) und die Vereinigung der Jäger des Saarlandes (VJS, 1995).

6. Alters- und Geschlechtsbestimmung

Da Füchse einmal im Jahr in dem Zeitraum von März bis April werfen, läßt sich das Alter der Jungfüchse in den ersten Lebensmonaten leicht bestimmen (MACDONALD, 1993). Als fiktives Geburtsdatum wird allgemein der 01. April angenommen (WANDELER, 1976).

Zur exakten Altersbestimmung, die nur am toten Tier erfolgen kann, sind verschiedene Methoden gebräuchlich. Die Bestimmung des Alters der in dem Zeitraum August 1994 bis August 1995 in die Untersuchung eingegangenen Füchse erfolgte nach der sogenannten Zahnabnutzungsmethode (HABERMEHL, 1961; 1985; KAPPELER, 1985).

Das Milchgebiß bei Jungfüchsen ist ca. in der dritten bis vierten Lebenswoche vollständig. Im Alter von fünf bis sechs Monaten ist der Zahnwechsel abgeschlossen und das Dauergebiß mit 42 Zähnen vollständig. Im ersten Lebensjahr weisen die Incisivi (insbesondere I1) eine deutliche Dreilappung und eine weiße Kaufläche auf. Mit fortschreitendem Alter nutzen sich die Haupt- und Seitenlappen der Incisivi ab und sind im zweiten Lebensjahr kaum noch zu erkennen. Das Dentin auf der Kaufläche ist nun als brauner Fleck sichtbar.

Nach dieser Methode wurden die untersuchten Füchse den Altersklassen "juvenil" und "adult" zugeordnet. Zur Altersklasse "juvenil" zählten alle unter 12 Monate alten Füchse und zur Altersklasse "adult" diejenigen, die älter als 12 Monate waren. Dieser Methode wird eine Zuverlässigkeit von rund 90% zugesprochen (EWALD, 1993).

Die Bestimmung des Geschlechts der untersuchten Füchse erfolgte anhand der äußeren Genitalorgane.

7. Untersuchungen zum Tollwutvorkommen im Saarland in den Jahren 1986 bis 1995

Den Untersuchungen zur Tollwutsituation im Saarland in den Jahren 1986 bis 1995 lagen die Tollwutfallmeldungen von Haus- und Wildtieren des Staatlichen Institutes für Gesundheit und Umwelt Abteilung H-Veterinärmedizin in Saarbrücken zugrunde. Bei der Auswertung des Datenmaterials stand vor allem die Darstellung der Dynamik der Seuche sowie der Einfluß sämtlich durchgeführter Impfkationen auf das Tollwutgeschehen in den Jahren 1986 bis 1995 im Vordergrund.

Bis zum Jahre 1987 war die Bekämpfung der Tollwut im Saarland im wesentlichen durch den Versuch gekennzeichnet, die Fuchsdichte zu verringern (vergl. Kap. 2.1). Doch sowohl die Veranlassung der Saarländischen Regierung einer verstärkten Bejagung in den ersten zwei Jahrzehnten nach dem ersten Auftreten der Tollwut (Minister des Inneren, 1980), teils mit Gewährung einer Abschußprämie, als auch die Fuchsbaubegasungen führten nur zu einem kurzfristigen bzw. zu keinem erkennbaren Erfolg.

Im Jahre 1987 hatte sich das Saarland nach Absprache mit den benachbarten Ländern Luxemburg und Frankreich sowie mit dem Bundesland Rheinland-Pfalz dem Feldversuch der WHO-Tollwutzentrale in Tübingen zur oralen Immunisierung der Füchse gegen Tollwut angeschlossen (NEUFANG, 1989).

Das Impfgebiet umfaßte zunächst mit einer Fläche von 1.362 qkm das westliche Saarland, mit der Bundesautobahn A1 als östliche Begrenzung (die Autobahn halbiert das Saarland in Nord- Süd- Richtung und ist auf der gesamten Länge durch Wildgitter eingezäunt, die jedoch, wie sich gezeigt hat, keine Ausbreitungsbarrieren darstellen). Ab Herbst 1988 wurden auch im östlichen Teil jeweils auf einer Fläche von 1.208 qkm im halbjährigen Abstand Köder ausgelegt. Eine Impfkation im gesamten Landesgebiet (2.570 qkm) erfolgte im Herbst 1989 (NEUFANG, 1989). Weitere Impfkampagnen wurden im zwölfmonatigen Abstand im Herbst der Jahre 1990 und 1991 im gesamten Saarland durchgeführt. Im Rahmen jeder Impfung wurden 15 Tübinger-Köder je qkm durch die Jägerschaft und die Forstbehörden des Saarlandes per Hand ausgelegt (Veterinärverwaltung im Ministerium für Frauen, Arbeit, Gesundheit und Soziales, persönl. Mitt. 1995).

Im Frühjahr und Herbst 1992 wurden erstmals 20 Köder je qkm per Flugzeug im gesamten Saarland appliziert.

Nachdem im August 1993 nur eine Spotimpfung in der Gemeinde Losheim erfolgte, wurden im Frühjahr und Herbst des Jahres 1994 ebenfalls Köder mit dem Flugzeug in einer Dichte von 20 Köder je qkm im gesamten Landesgebiet ausgelegt. Im Jahre 1995 fanden erstmals im Saarland kombinierte Impfungen statt, bei denen 25 Köder je qkm per Flugzeug und 20 Köder je qkm per Hand appliziert wurden (Tab. 7).

Tab. 7:

Übersicht über die Tollwutbekämpfungsmaßnahmen im Saarland

JAHR	BEKÄMPFUNGSMASSNAHME
1968 bis 1972	Begasung der Fuchsbaue im gesamten Landesgebiet
1973	Baubegasung ausgesetzt
1974	Baubegasung vorerst eingestellt
1978 und 1979	Teilbegasung (St. Wendel)
1981	Teilbegasung (Landkreis St. Wendel)
1987	Beginn der Köderauslage zur oralen Immunisierung der Füchse: Handauslage im Frühjahr und Herbst im westlichen Saarland (15 Tübinger Köder/qkm)
1988	Handauslage im Frühjahr im westlichen Saarland, im Herbst im östlichen Saarland (15 Tübinger Köder/qkm)
1989	Handauslage im Frühjahr im östlichen Saarland, im Herbst im gesamten Saarland (15 Tübinger Köder/qkm)
1990	Handauslage im Herbst im gesamten Saarland (15 Tübinger Köder/qkm)
1991	Handauslage im Herbst im gesamten Saarland (15 Tübinger Köder/qkm)
1992	Flugzeugauslage im Frühjahr im gesamten Saarland, im Herbst im östlichen Saarland (20 Tübinger Köder/qkm)
1993	Spotimpfung im August per Flugzeug in Wahlen (Gemeinde Losheim)
1994	Flugzeugauslage im Frühjahr und Herbst im gesamten Saarland (20 Tübinger Köder/qkm)
1995	Handauslage (20 Tübinger Köder/qkm) und Flugzeugauslage (25 Tübinger Köder/qkm) im Frühjahr und Herbst im gesamten Saarland

8. Tollwutdiagnostik und Wirksamkeitskontrolle der oralen Immunisierung der Füchse gegen Tollwut im Saarland im Zeitraum August 1994 bis August 1995

Den Untersuchungen der in dem Zeitraum August 1994 bis August 1995 in das SIGU eingesandten Füchse lag zum einen die Ermittlung und Darstellung der Verteilung ihrer relativen Infektionshäufigkeiten nach dem Geschlecht, dem Alter und nach den einzelnen Untersuchungsmonaten zugrunde. Weiterhin erfolgte die

regionale Erfassung der Tollwutraten sowie die Auswertung der Ergebnisse der Nachfolgeuntersuchungen zur oralen Immunisierung der Füchse gegen Tollwut.

8.1 Herkunft der Füchse

Bei dem größten Teil der untersuchten Füchse handelte es sich um im Saarland von Jägern erlegte, verunfallte oder tot aufgefundene Tiere, die zur routinemäßigen Tollwutuntersuchung in das SIGU in Saarbrücken eingeliefert wurden. Zusätzlich gelangten ausschließlich von Jägern erlegte und nicht tollwutverdächtige Füchse, die an drei Standorten im Saarland in Gefriertruhen bei -18°C zwischengelagert wurden, zur Untersuchung.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden von insgesamt 392 angelieferten Füchsen 384 Tiere mittels der Immunfluoreszenzmethode auf Tollwut untersucht. 8 Tiere konnten aufgrund zu weit fortgeschrittener autolytischer Veränderungen oder vollständiger Beschädigung des Gehirns infolge von Schußverletzungen oder Unfällen nicht in die Untersuchung miteinbezogen werden.

8.2 Sektionen

Zu Beginn der Untersuchung wurden von jedem eingesandten Fuchs folgende Daten in einem Protokoll festgehalten:

- laufende Nummer
- Einsendedatum
- Erlegungs- bzw. Fundort
- Alter
- Geschlecht

Für die routinemäßige Tollwutdiagnostik wurde das Schädeldach eröffnet und das Gehirn entnommen. Bei Füchsen, bei denen das Zentralnervensystem durch äußere traumatische Einwirkungen beschädigt war, wurde, soweit möglich, ein Tupfpräparat von dem noch vorhandenen Gehirngewebe angefertigt.

Im Rahmen der Wirksamkeitskontrollen der Impfeinsätze wurde bei 94 tollwut-negativen Füchsen zur Bestimmung des Antikörper-Titers je eine Blutprobe durch Punktion des Herzens oder direkt aus der Brusthöhle gewonnen sowie zum Nachweis der Markersubstanz Oxytetracyclin (OTC) je eine Knochenprobe aus dem Unterkiefer entnommen. Der Antikörper- und OTC-Nachweis erfolgte an der Bundesforschungsanstalt für Viruskrankheiten der Tiere in Tübingen (BFAV).

8.3 Tollwutdiagnostik

Klinisch kann am lebenden Tier aufgrund von Wesens- und Verhaltensänderungen nur eine Verdachtsdiagnose der Tollwut gestellt werden. Daher ist eine Absicherung der Diagnose durch virologische Untersuchungsverfahren bei getöteten und verendeten Tieren unerlässlich. Die Diagnosenstellung beruht im wesentlichen auf vier Methoden:

1. Histologische Untersuchung des Gehirns mit Nachweis von Negri-Körperchen.
2. Mäuseinokulationstest.
3. Zellkulturmethode.
4. Immunfluoreszenzmethode.

Das von GOLDWASSER und KISSLING im Jahre 1958 eingeführte Immunfluoreszenzverfahren stellt heute die

Methode der Wahl in der Tollwutdiagnostik dar (FROHLICH, 1984). Grundsätzlich kann der Virus- bzw. Antigen-Nachweis auf zwei Wegen erfolgen, dem indirekten und dem direkten. Da die indirekte Methode zu unspezifischen Reaktionen neigt, die falsch-positive Ergebnisse vortäuschen können (MYERS et al., 1965) und die direkte Methode in der Durchführung unkomplizierter ist, findet vor allem letztere in der Routinediagnostik Anwendung.

Da auch im SIGU im Rahmen der Tollwutdiagnostik die direkte Immunfluoreszenztechnik die angewandte Standardmethode ist, soll diese hier kurz beschrieben werden.

Hauptbestandteile dieses Nachweisverfahrens sind - immer bekannte - virusspezifische, gereinigte Immunglobuline, d.h. in diesem Fall Tollwut-Antikörper, die mit einem geeigneten Fluoreszenzfarbstoff (Fluoresceinisothiocyanat) gekoppelt werden (WACHENDÖRFER, 1966a). Nach Beschichtung infizierter Zellen in einem Hirnabklatschpräparat mit derart markierten Antikörpern, gehen diese mit ihren homologen Antigenen, sofern vorhanden, eine Antigen-Antikörper-Bindung ein. Durch einen Waschprozeß werden überschüssige, nicht gebundene fluoreszierende Antikörper entfernt und anschließend im ultravioletten Licht des Fluoreszenzmikroskopes nur die stabilen, gelblich-grün leuchtenden Antigen-Antikörper-Komplexe festgestellt (WACHENDÖRFER, 1966a).

Der Immunfluoreszenztest erlaubt eine sichere Diagnose innerhalb zwei Stunden und ihm wird deshalb im Hinblick auf eine unverzügliche Impfindikation beim Menschen bei einer Exposition mit einem tollwutkranken Tier größte Bedeutung beigemessen. Ein weiterer Vorteil dieser Methode liegt darin, daß auch noch Viruspartikel nachweisbar sind, die z.B. aufgrund hoher Außentemperaturen oder fortgeschrittener Autolyse des Materials ihre Infektiosität verloren haben.

Als Untersuchungsmaterial dienen im SIGU je zwei Tupfpräparate vom Ammonshorn, Hirnstamm und Kleinhirn. Nach erfolgter Lufttrocknung wurden diese Präparate in Azeton von -18°C fixiert und anschließend für die Immunfluoreszenz mit einem kommerziell erhältlichen Konjugat (Anti-Tollwut-Serum, Fluorescein-konjugiert; Hersteller Behringwerke AG) gefärbt. Die mikroskopische Untersuchung erfolgte an einem Fluoreszenzmikroskop der Marke Leitz Auflichtfluoreszenz, Wetzlar.

Alle tollwut-positiven Proben wurden im Rahmen einer Nachkontrolle einer Virusanzüchtung in der Zellkultur unterzogen.

8.4 Bestimmung der Immunisierungsraten der Kontrollfüchse

Um den Erfolg einer Impfkation in einem Gebiet beurteilen zu können, ist die Bestimmung des Immunitätsgrades der Fuchspopulation sowie die Kontrolle der Köderaufnahmerate unabdingbar. Voraussetzung ist hierbei die Einsendung von Kontrollfüchsen durch die Jäger. So sollten 16 Füchse je 100 qkm Impfgebiet und Jahr zur Untersuchung gelangen (GMK, 1994). Bezogen auf das Saarland mit einer Fläche von 2.570 qkm entspricht dies einer Anzahl von ca. 410 Kontrollfüchsen je Jahr bzw. 205 Kontrollfüchsen je Impfkation.

Im Gegensatz zu der Typisierung des Tollwuterregers, die mit Hilfe der Immunfluoreszenz durchgeführt wurde (Antigennachweis), erfolgte der Nachweis neutralisierender Antikörpern im Serum der zu kontrollierenden Füchse anhand des Serumneutralisationstests (SNT/ RFFIT nach SMITH et al., 1973). Hierzu wurden Serumproben von 94 Kontrollfüchsen an der Bundesforschungsanstalt für Viruskrankheiten der Tiere in Tübingen in der Gewebekultur (BHK 21- Zelllinie, Testvirus SAD B19) auf neutralisierende Antikörper gegenüber dem Tollwutvirus in den Verdünnungsstufen 1:10, 1:60, 1:180, 1:540 und 1:1620 untersucht. Als positiv wurden dabei die Seren angesehen, die einen Antikörpertiter > 1:60 aufwiesen, d.h., ab dieser Serokonversionsrate war von einer belastbaren Immunität bei Füchsen gegenüber dem Feldvirus auszugehen (MÜLLER, persönl. Mitt. 1996).

8.5 Bestimmung der Köderaufnahmeraten der Kontrollfüchse

Als Maß der Köderaufnahmerate dient der Prozentsatz der Füchse, die im Unterkiefer Oxytetracyclin abgelagert haben (SCHNEIDER, 1989).

Zur Bestimmung der Köderaufnahmeraten wurden 94 Unterkieferknochenproben an der BFAV in Tübingen auf das Vorhandensein von Oxytetracyclin untersucht.

Nach sorgfältiger Entfernung des Periosts wurden aus den Knochenproben dünne Knochenscheibchen mittels einer Niedertourensäge mit zwei parallel laufenden, diamantbestückten Sägeblättern herausgesägt. Diese Knochendünnschnitte wurden anschließend ohne weitere Vorbehandlung im Mikroskop bei UV-Licht untersucht, wobei sich vorhandenes Oxytetracyclin streifenförmig im Endost oder konzentrisch in den Osteonen gelbleuchtend zeigte.

9. Untersuchungen zur Befallsextenstität von Echinococcus multilocularis bei Füchsen im Saarland im Zeitraum August 1994 bis August 1995

Als Untersuchungsmaterial zum Nachweis von E. multilocularis dienten die in den Monaten August 1994 bis August 1995 zur Tollwutdiagnostik eingelieferten Füchse.

9.1 Sektionen

Die Sektion der Füchse fand in einem separaten Raum im Sektionsbereich des SIGU unter strengen Sicherheitsvorkehrungen statt (WHO, 1984). Hierzu gehörte das Tragen von Einmalkitteln, Handschuhen, Mundschutz, Kopfhaube und Gummistiefeln. Die Desinfektion der vorgereinigten Arbeitsflächen erfolgte mit 13%iger Natriumhypochlorid-Lösung bei einer Einwirkzeit von mindestens 12 Stunden. Das Sektionsbesteck wurde nach gründlicher Vorreinigung autoklaviert. Das bei der Untersuchung anfallende infektiöse Abwasser wurde in einer Abkochanlage bei 80°C für mindestens eine Stunde erhitzt. Somit war gewährleistet, daß die Eier von Taenien abgetötet wurden.

Für die Untersucherin als auch für alle weiteren Personen, die Zugang zu dem Sektionsbereich im SIGU hatten, bestand die Möglichkeit, sich in regelmäßigen Abständen einer serologischen Vorsorgeuntersuchung auf Antikörper gegen das E. multilocularis-Antigen zu unterziehen.

Im Rahmen der parasitologischen Untersuchung wurde durch einen ventralen Schnitt entlang der ventromedianen Bauchnaht (Linea alba) die Bauchdecke eröffnet. Nach der Entfernung des Mesenteriums wurde der Darm durch Scherenschläge vom Magen und weit caudal am Mastdarm abgesetzt. Bis zur parasitologischen Untersuchung wurden die Därme in beschrifteten Plastiktüten bei -18°C. aufbewahrt.

9.2 Arbeitsmethode

Die parasitologische Untersuchung der Fuchsdärme erfolgte in Anlehnung an die im Centre Nationale d'Etudes sur la Rage et la Pathologie des Animaux sauvages in Nancy (Frankreich) angewandte Methode. Die einzelnen Arbeitsschritte sollen hier kurz dargestellt werden:

1. Mäanderförmige Ausbreitung des Darmes auf einem Metalltablett
2. Öffnen des Darmes der Länge nach mittels einer Schere
3. Auffangen des Darminhaltes in einem Meßbecher
4. Abspülen des Darmes mit Wasser, Auffangen der Flüssigkeit und Zugabe in den Meßbecher
5. Abschaben der Darmschleimhaut mit einem Skalpell

6. Abspülen des gesäuberten Darmes und Auffangen des Darmschleimhautgeschabsels in dem Meßbecher
7. Auffüllen des Meßbechers mit Wasser bis zur ca. 500 ml- Marke
8. Dekantierung des Überstandes nach 30 Minuten
9. Aufwirbeln des Sediments mit Wasser und erneutes Auffüllen bis zur ca. 500 ml Marke
10. Dreimaliges Wiederholen diese Vorganges
11. Teil des Sedimentes wird auf eine Petrischale gegeben und ca. 10 ml Wasser hinzugefügt
12. Untersuchung der Probe unter dem Mikroskop und Bestimmung von E. multilocularis

Durch das Aufschwemmen bzw. Aufwirbeln des Sedimentes wurden die Bandwürmer und die Bandwurmeier von Darminhaltsstoffen getrennt, so daß sie in der sich anschließenden mikroskopischen Untersuchung von ähnlich aussehenden Bestandteilen, wie z.B. Darmzotten, einfacher zu unterscheiden waren. Das Dekantieren diente der Entfernung von Schwebestoffen aus der Probe.

Die Bestimmung von E. multilocularis erfolgte mittels eines Stereomikroskopes (Marke Leica DMB) bei 120-facher Vergrößerung. Nach dieser Methode wurde keine Bestimmung der Befallsstärke (Befallsintensität), sondern lediglich die Erfassung der Befallshäufigkeit (Befallsextenstität) von E. multilocularis bei den untersuchten Füchsen vorgenommen.

Die Identifizierung von E. multilocularis geschah dabei nach folgenden Kriterien:

- Körperlänge bis ca. 4 mm
- typischer sackförmiger gravidier Uterus
- Lage des Genitalatriums vor der Mitte der Proglottis
- bis 5 Proglottiden

Der Vorteil dieser Nachweismethode lag im Vergleich zu anderen Methoden (vgl. MÜLLER et al., 1974; ECKERT et al., 1991) darin, daß auch bei einem geringen Befall, d.h. bis 100 Exemplare pro Darm (vgl. SCHOTT et al., 1989; 1990) durch das vollständige Abschaben der gesamten Darmschleimhaut und Auffangen des Darminhaltes auch nur in geringen Mengen vorhandene Bandwürmer der Gattung Echinococcus erfaßt wurden.

10. Statistische Auswertung

Das im Rahmen der vorliegenden Untersuchung gewonnene Datenmaterial wurde mit den Programmen MS-Word für Windows (Version 7.0)®, MS-Excel (Version 7.0)® und MS-Access (Version 2.0)® aufbereitet und ausgewertet. Die Grafiken wurden teilweise gescannt, teilweise mit den Programmen MS-Paint® erstellt und mit ADOBE-Photoshop (Version 3.0.5)® nachbearbeitet. Als Betriebssystem kam MS-Windows 95 zum Einsatz.

Der Auswertung des Untersuchungsmaterials lagen dabei nicht die absoluten Zahlen zugrunde, sondern die positiven Befunde (Tollwut und E. multilocularis) in prozentualer Abhängigkeit von der Gesamtzahl der Einsendungen. Zur Ermittlung der relativen Infektionshäufigkeiten der untersuchten Tiere mit dem Tollwutvirus sowie der untersuchten Füchse mit E. multilocularis in Abhängigkeit von sogenannten belebten (Alter, Geschlecht, Bevölkerungsdichte) und unbelebten (Flächennutzung, Höhenlage) Einflußfaktoren wurden Häufigkeitstabellen erstellt. Unter Anwendung des Chi²-Tests erfolgte die Prüfung der Häufigkeitsunterschiede, wobei anhand der Berechnung des Chi²-Wertes, bei einer gegebenen Irrtumswahrscheinlichkeit ($\alpha \leq 0,05$) zu testen war, ob die Unterschiede zwischen den relativen Häufigkeiten zufällig oder signifikant waren (KLEMM, 1993; SACHS, 1992).

Hinsichtlich der Interpretation der erhobenen Befunde ist zu berücksichtigen, daß die Untersuchungsergebnisse einer epidemiologischen Studie generell einer Vielzahl von Störgrößen ausgesetzt sind, die zum Teil bekannt, zum Teil unbekannt sind und einen überlagernden oder gar verfälschenden Einfluß auf die Ergebnisse haben können. Zum einen ist davon auszugehen, daß es sich in der vorliegenden Untersuchung bei der jeweils

untersuchten Tierpopulation nicht um Zufallsstichproben handelte, sondern vielmehr um selektive Stichproben, da nicht jedes Individuum der untersuchten Populationen die gleiche Auswahlwahrscheinlichkeit besaß. Zur routinemäßigen Tollwutdiagnostik wurden beispielsweise vor allem solche Wildtiere eingesandt, die aufgrund eines Tollwutverdachts erlegt oder getötet wurden. Weiterhin ist zu bedenken, daß nicht jedes im Feld verendete Wildtier aufgefunden bzw. zur Untersuchung eingeschickt wird. Aufgrund des hohen Anteils erlegter Tiere an der Gesamtzahl der Einsendungen, steht im allgemeinen die regionale Verteilung der eingesandten Wildtiere in einem engen Zusammenhang mit dem Jagdverhalten, d.h. aus Gebieten mit einem hohen Jagddruck gehen eher mehr Tiere zur Untersuchung ein, als aus Regionen, in denen ein niedriger oder kein Jagddruck herrscht. Unter Berücksichtigung dieser Aspekte handelte es sich bei den Füchsen, die zur Untersuchung der Befallsextenstität von *E. multilocularis* im Saarland herangezogen wurden, ebenfalls um eine selektive Stichprobe.

Zudem verlangt die Auswertung der Befunde insofern eine kritische Betrachtung, als nicht zuletzt auch die diagnostischen Methoden mit Fehlerquellen behaftet sind. So ist die Verwertbarkeit des Untersuchungsmaterials abhängig von der Zeitspanne zwischen der Erlegung bzw. dem Eintritt des Todes des zu untersuchenden Tieres und dessen Eingang zur Diagnostik. Bereits zu weit fortgeschrittene autolytische Veränderungen der Proben können die Testergebnisse (Immunfluoreszenztest, Serumneutralisationstest, Nachweis von Echinokokken) verfälschen.

Insgesamt ist das Vorhandensein dieser teils bekannten und teils unbekanntem Einflußgrößen bei der Interpretation der Untersuchungsbefunde zu berücksichtigen und erlaubt zudem nur begrenzt eine Verallgemeinerung der Ergebnisse auf die Grundgesamtheit (Wildtierpopulation im Feld). Weiterhin lassen Übereinstimmungen der eigenen Ergebnisse mit denen anderer Untersuchungen lediglich eine Annahme ursächlicher Beziehungen zu und sind nicht als Beweis von Kausalzusammenhängen zu deuten.

IV. ERGEBNISSE

11. Ergebnisse zum Tollwutvorkommen im Saarland in den Jahren 1986 bis 1995

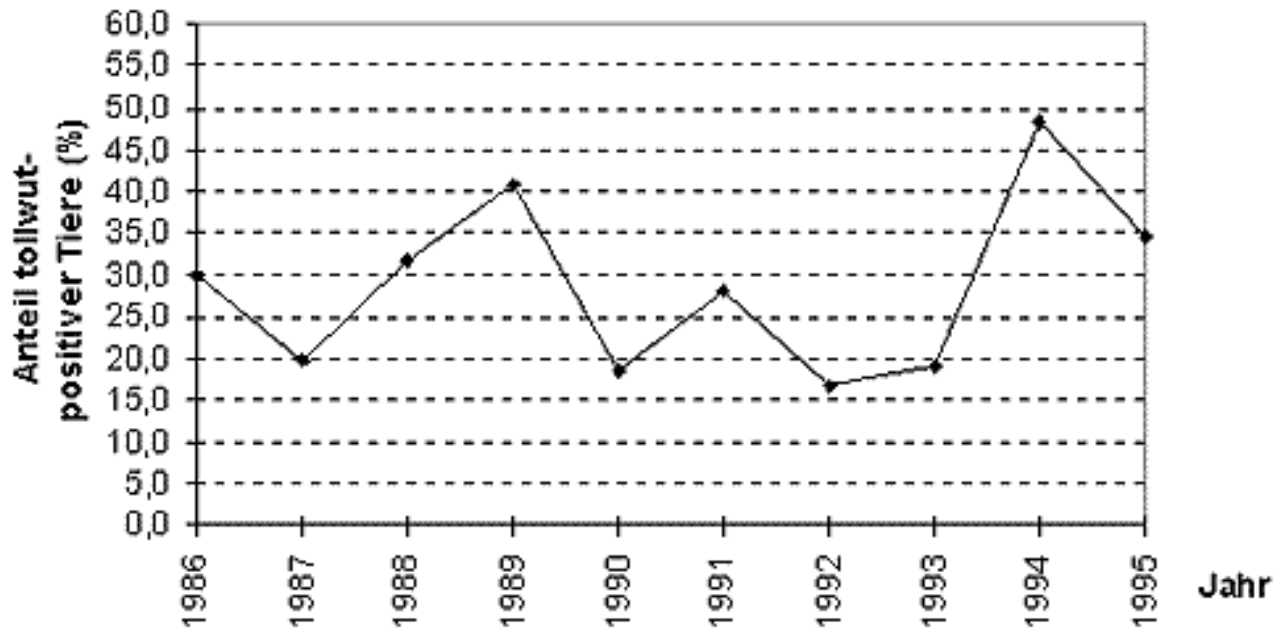
11.1 Tollwutraten bei Haus- und Wildtieren

In dem Untersuchungszeitraum 1986 bis 1995 gelangten insgesamt 3.317 Haus- und Wildtiere aus dem Saarland zur Untersuchung auf Tollwut. Bei 31,4% (n=1.040) der untersuchten Tiere wurde mittels der fluoreszenzmikroskopischen Untersuchung Tollwutvirusantigen im Gehirn nachgewiesen.

Der prozentuale Anteil der tollwut-positiven Befunde an der Gesamtzahl der untersuchten Haus- und Wildtiere in dem Untersuchungsgebiet in den Jahren 1986 bis 1995 ist in Abb. 10 dargestellt. Es zeigt sich ein dreigipfliger Kurvenverlauf, wobei die Maxima der Tollwutraten in zwei- bis dreijährigen Abständen (1989, 1991 und 1994) auftraten. Auf das Jahr 1994 entfiel mit 48,2% der höchste Anteil tollwut-positiver Tiere unter den eingesandten Tieren. Niedrigere Seuchenraten verzeichneten die Jahre 1987 (19,8%), 1990 (18,6%), 1992 (16,6%) und 1993 (18,9%). Auf jeden Rückgang der Tollwutraten folgte im darauffolgenden Jahr direkt ein erneuter Anstieg des prozentualen Anteils infizierter Tiere an der Gesamtzahl der Einsendungen.

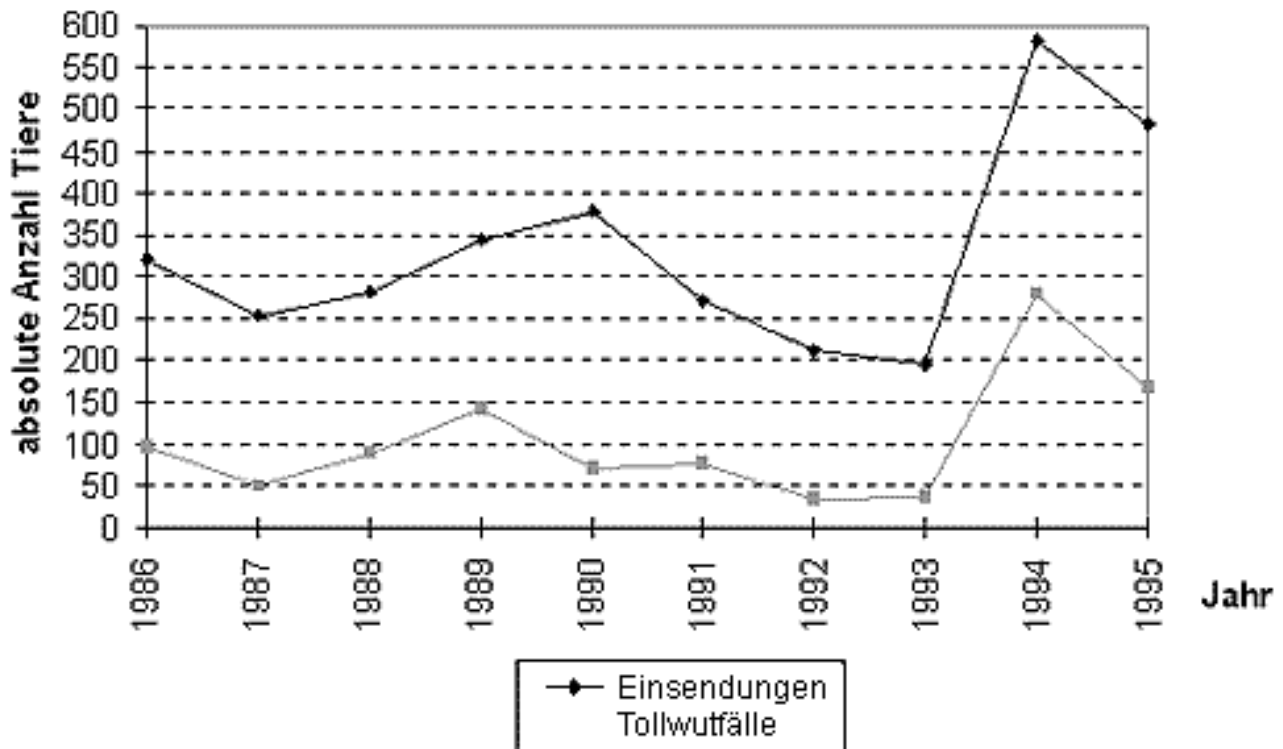
Abb. 10:

Prozentualer Anteil der tollwut-positiven Haus- und Wildtiere an der Gesamtzahl der untersuchten Haus- und Wildtiere im Saarland in den Jahren 1986 bis 1995



Vergleicht man die Gesamtzahl der Tiereinsendungen mit der Gesamtzahl der positiven Tollwutbefunde, so wird deutlich, daß in den Jahren mit einer hohen Anzahl infizierter Haus- und Wildtiere die Anzahl der zur Untersuchung eingesandten Tiere ebenfalls hoch war (Abb. 11). Besonders deutlich wurde dieser Zusammenhang zwischen der Anzahl der Einsendungen und der Anzahl der Tollwutfälle im Jahre 1994, in dem beide Werte gleichermaßen rasant anstiegen.

Abb. 11: Gegenüberstellung der Gesamtzahl der Einsendungen von Tieren zur Untersuchung auf Tollwut und der Gesamtzahl der diagnostizierten Tollwutfälle im Saarland in den Jahren 1986 bis 1995



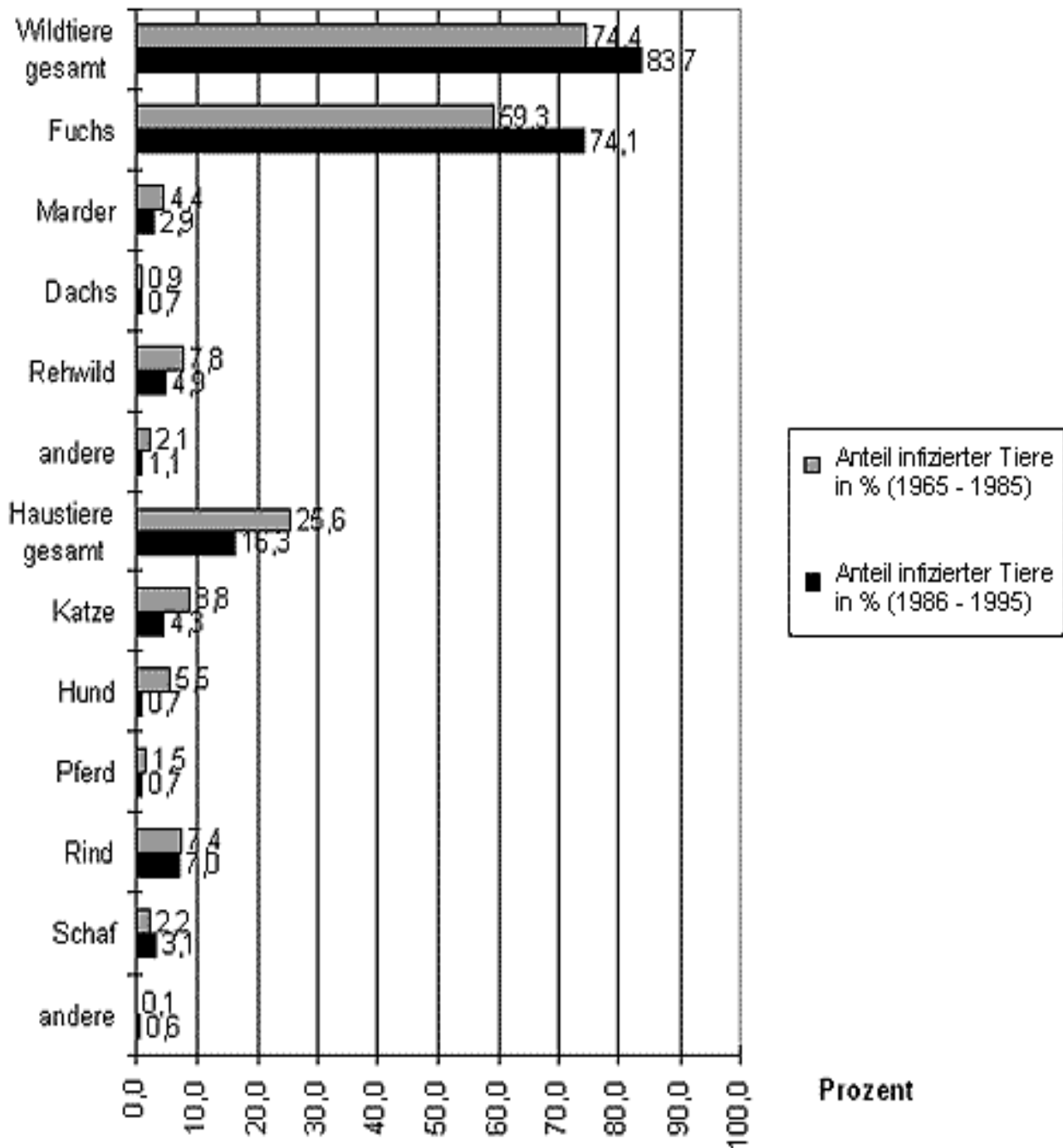
11.1.1 Verteilung der Tollwutraten nach Haus- und Wildtierarten

In den Jahren 1986 bis 1995 lag der Anteil der untersuchten Wildtiere an der Gesamtzahl der eingesandten Tiere bei 66,1% (n=2.191), der der untersuchten Haustiere bei 33,9% (n=1.126). Von den insgesamt 1.040 diagnostizierten Tollwuterkrankungen entfielen dabei ca. 84% (n=870) auf die Wildtiereinsendungen und ca. 16% (n=170) auf die Haustiereinsendungen.

Anhand der Ergebnisse einer vergleichbaren Untersuchung zum Tollwutgeschehen im Saarland (vergl. EMSCHERMANN-GRÜNERT, 1987) wird in Abb. 12 die prozentuale Verteilung der Tollwutmeldungen nach Tierarten im Zeitraum 1965 bis 1985 dargestellt und mit den Ergebnissen des Zeitraumes 1986 bis 1995 verglichen, um eventuelle Veränderungen der Tollwutextensität bei einzelnen Tierarten zu verdeutlichen. Es zeigt sich, daß sich der Anteil infizierter Wildtiere an der Gesamtzahl der Tollwutfeststellungen in dem Zeitraum 1986 bis 1995 um ca. 10%, verglichen mit dem Zeitraum 1965 bis 1985, erhöht hatte. Dabei nahm unter den von der Tollwut heimgesuchten Wildtieren der Rotfuchs nach wie vor eine Spitzenstellung ein. Tollwuterkrankungen bei anderen Wildtieren wie Reh, Marder und Dachs schienen in diesem Vergleich unter Berücksichtigung der Zunahme der von der Tollwut betroffenen Fuchspopulation anteilmäßig rückläufig zu sein. Unter den Haustieren erkrankten Rinder in beiden Zeiträumen etwa in gleichem Maße an der Tollwut. Bei den Hauskatzen und Haushunden war die Tendenz in den letzten 10 Jahren rückläufig, bei Schafen hingegen wurden geringfügig mehr Tollwutinfektionen verzeichnet.

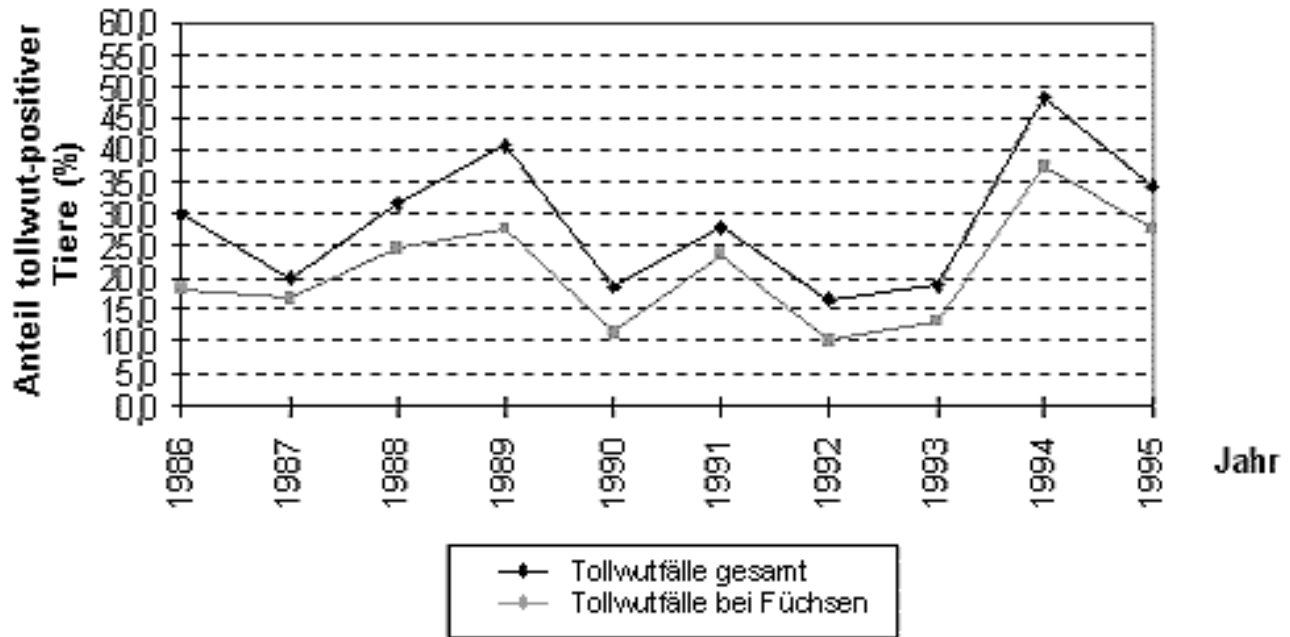
Abb. 12:

Vergleich der prozentualen Anteile der infizierten Tierarten unter der Gesamtzahl der tollwut-positiven Befunde im Saarland in den Jahren 1965 bis 1985 (EMSCHERMANN-GRÜNERT, 1987) und 1986 bis 1995



Der enge Zusammenhang zwischen dem Gesamttollwutgeschehen und dem Tollwutgeschehen beim Fuchs wird in Abb. 13 ersichtlich. In den Jahren 1986 bis 1995 folgte jeweils auf einen Anstieg des prozentualen Anteils der Tollwuterkrankungen bei Füchsen an der Gesamtzahl der Einsendungen gleichermaßen auch eine Erhöhung des prozentualen Anteils der Gesamttollwutfälle an der Gesamtzahl der Einsendungen. Dagegen waren in den Jahren mit niedrigen Fuchstollwutraten die Seuchenraten anderer Wild- und Haustiere ebenfalls gering.

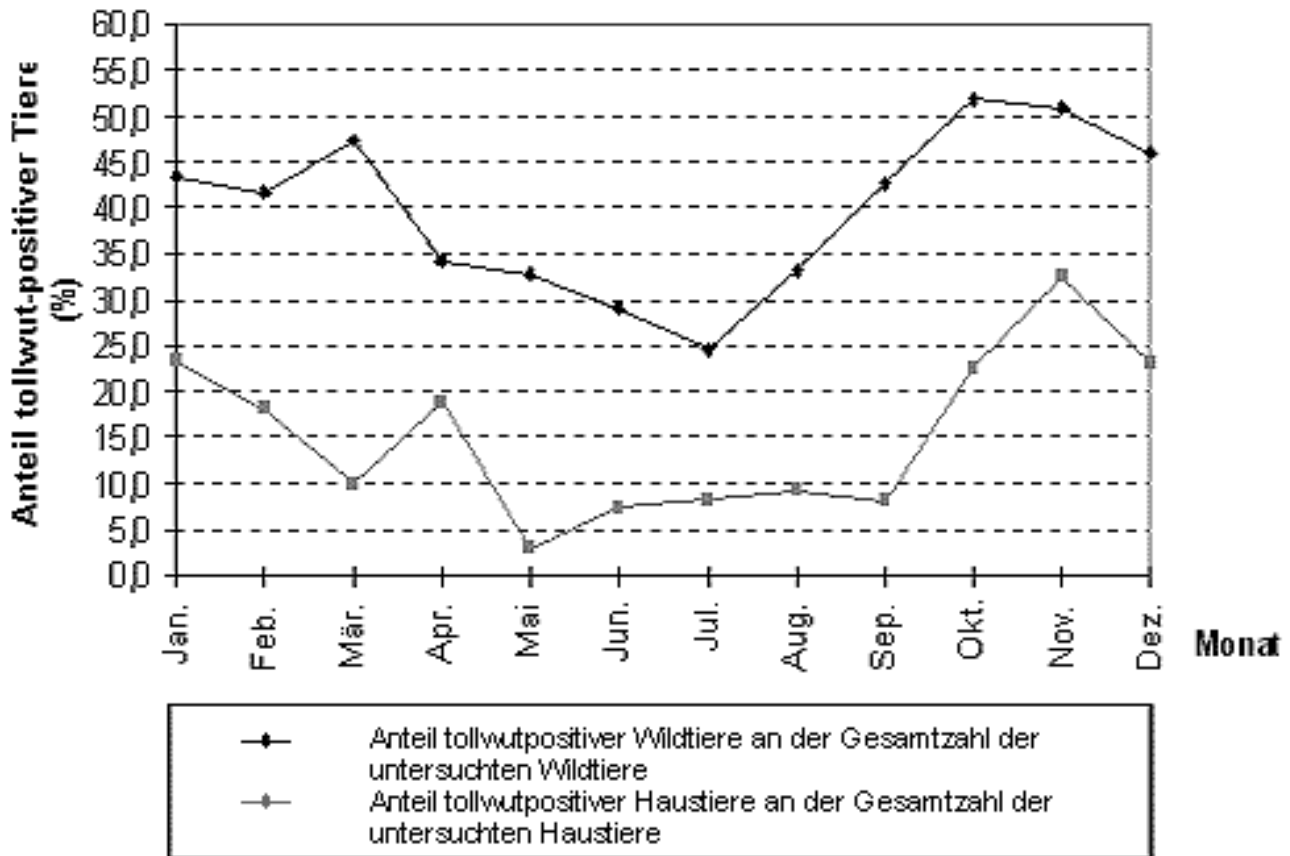
Abb. 13: Gegenüberstellung des prozentualen Anteils der Gesamttollwutfälle an der Gesamtzahl der Einsendungen und des prozentualen Anteils der Tollwutfälle bei Füchsen an der Gesamtzahl der Fuchseinsendungen im Saarland in den Jahren 1986 bis 1995



11.1.2 Verteilung der Tollwutraten bei Haus- und Wildtieren nach Monaten

Faßt man die prozentualen Anteile der positiven Tollwutbefunde an der Gesamtzahl der in den Jahren 1986 bis 1995 zur Untersuchung eingesandten Haus- und Wildtiere nach Monaten zusammen, ist eine für die Tollwut typische saisonale Verteilung der Infektionsraten mit einem deutlichen Frühjahrs- und Herbstgipfel festzustellen (Abb. 14), wobei letzterer stärker ausgeprägt ist. Während bei den Wildtieren die Infektionsspitzen auf die Monate März (47,3%) und Oktober (51,8%) entfielen, waren bei den Haustieren die höchsten Tollwutraten jeweils einen Monat später als bei den Wildtieren, also in den Monaten April (18,9%) und November (32,6%), zu verzeichnen.

Abb. 14:
Saisonale Verteilung der Tollwutraten der untersuchten Haus- und Wildtiere im Saarland in den Jahren 1986 bis 1995



Sowohl die Anzahl der Einsendungen als auch die Anzahl der positiven Tollwutbefunde unter den eingesandten Haus- und Wildtieren waren in den einzelnen Monaten des untersuchten Zeitraumes 1986 bis 1995 unterschiedlich hoch. Faßt man die zwölf Monate zu den vier Jahreszeiten zusammen (Tab. 8), zeigt sich zunächst, daß in den Sommermonaten die Anzahl der zur Tollwutdiagnostik eingesandten Wildtiere am höchsten war (n=601), gefolgt von den Herbstmonaten (n=574). Im Frühjahr und im Winter gelangten 506 bzw. 510 Wildtiere zur Untersuchung. Anders verhielt es sich mit den Tollwutraten in den vier Jahreszeiten (Tab. 8 und Abb. 15). Während die Anteile der infizierten Wildtiere unter den Einsendungen in den Herbst- und Wintermonaten (48,3% bzw. 43,3%) vergleichsweise hoch waren, wurden im Frühjahr und Sommer bei weit weniger der untersuchten Wildtiere Tollwutinfektionen diagnostiziert (38,9% bzw. 29,1%). Unter den Haustieren entfielen die höchsten Zahlen an Einsendungen auf die Herbst- und Frühjahrsmonate (n=314 bzw. n=294), während in den Winter- und Sommermonaten die Haustiereinsendungen (n=241 bzw. n=277) zurückgingen (Tab. 8). Der Anteil tollwut-positiver Haustiere an der Gesamtzahl der untersuchten Haustiere lag im Herbst bei 20,7% und erreichte im Winter ein Maximum von 21,6%. In den folgenden Frühjahrs- und Sommermonaten reduzierte sich die Tollwutextensität bei den Haustieren auf 10,2% bzw. 8,3% (Abb. 15). Die unterschiedlichen Infektionsraten der Haus- und Wildtiere in den vier Jahreszeiten waren im Chi²-Test signifikant (x² (Haustiere) = 31,1; x² (Wildtiere) = 48,7; 3 FG; a = 0,05).

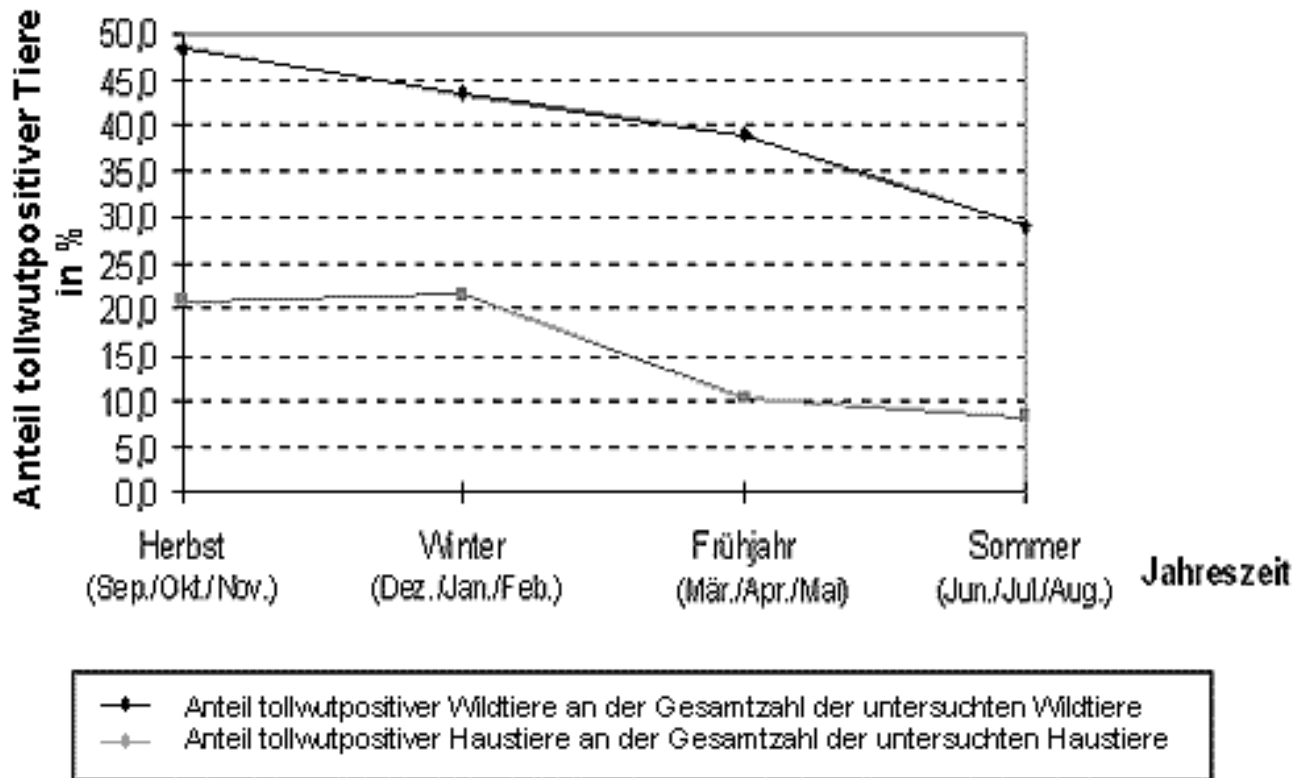
Tab. 8: Vergleich der Anzahl der Einsendungen und der Tollwutraten der untersuchten Haus- und Wildtiere in den vier Jahreszeiten im Zeitraum 1986 bis 1995

Herbst (Sep./Okt./Nov.)		Winter (Dez./Jan./Feb.)		Frühjahr (Mär./Apr./Mai)		Sommer (Jun./Jul./Aug.)	
Wildtier	Haustier	Wildtier	Haustier	Wildtier	Haustier	Wildtier	Haustier

Einsendungen	574	314	510	241	506	294	601	277
Tollwutfälle	277	65	221	52	197	30	175	23
Tollwutrate in %	48,3	20,7	43,3	21,6	38,9	10,2	29,1	8,3

Abb. 15:

Jahreszeitliche Verteilung der Tollwutraten der untersuchten Haus- und Wildtiere in den Jahren 1986 bis 1995



11.2 Verteilung der Tollwutraten bei Wildtieren nach Landkreisen

Da offensichtlich eine Abhängigkeit zwischen den ermittelten relativen Häufigkeiten tollwut-positiver Haustiere und dem Verseuchungsgrad der Wildtiere, insbesondere der Füchse, bestand und Haustiere, zumindest unter mitteleuropäischen Verhältnissen, nur sekundär in das Tollwutgeschehen einbezogen werden, wurde im folgenden lediglich das Seuchengeschehen bei Wildtieren in den fünf Landkreisen des Saarlandes sowie im Stadtverband Saarbrücken näher betrachtet.

Zunächst verdeutlicht Tab. 9, daß in den Jahren 1986 bis 1995 die Anzahl der aus den fünf Landkreisen des Saarlandes und dem Stadtverband Saarbrücken zur Tollwutdiagnostik eingesandten Wildtiere unabhängig von der Größe der Landkreise war. Somit verzeichnete der zweitgrößte Landkreis St. Wendel die geringste Anzahl an Wildtiereinsendungen, während aus dem Stadtverband Saarbrücken als zweitkleinster Landkreis die höchste Anzahl an Wildtieren zur Einsendung gelangte.

Tab. 9:

Verteilung der Einsende- und Tollwutfrequenzen nach Landkreisen

Landkreis	Fläche in qkm	Anzahl der Wildtiereinsendungen	Anteil der Fläche an der Gesamtfläche des Saarlandes	Anteil der Wildtiereinsendungen an der Gesamtzahl der Einsendungen in %
Merzig-Wadern	554,78	379	21,6	17,3
St. Wendel	476,12	262	18,5	12,0
Saarlouis	459,11	388	17,9	17,7
Saar-Pfalz-Kreis	420,49	362	16,4	16,5
Saarbrücken	410,61	528	16,0	24,1
Neunkirchen	249,14	272	9,6	12,4
Saarland	2.570,25	2.191	100,0	100,0

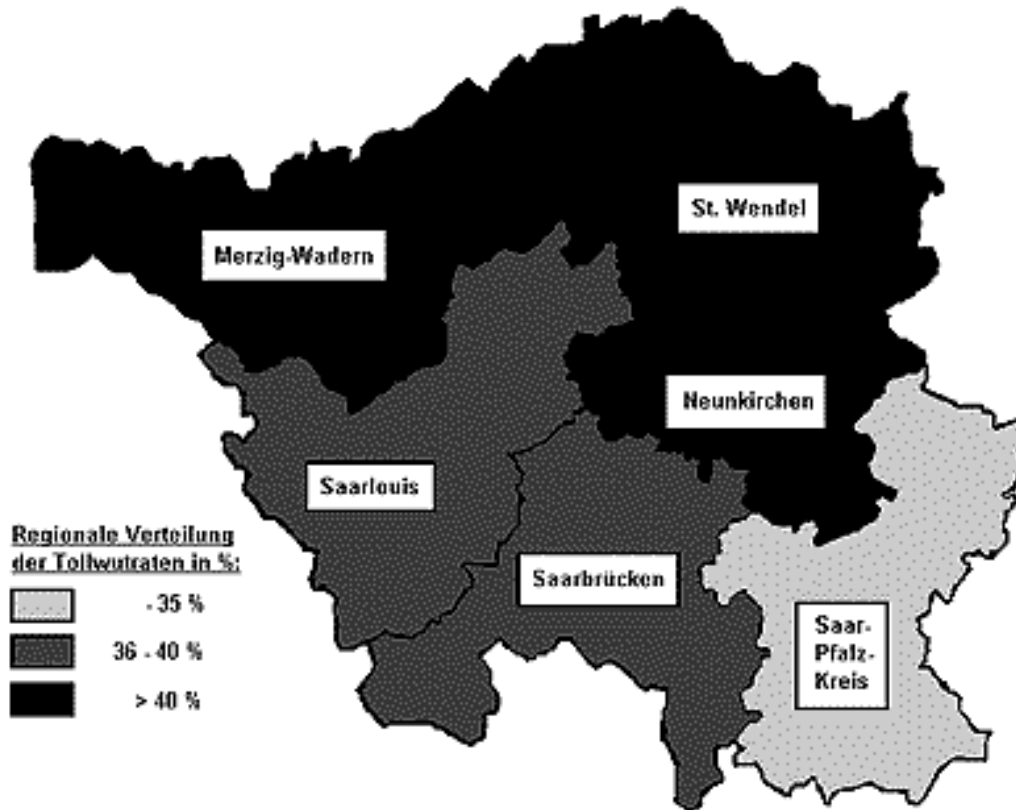
Die prozentualen Anteile tollwut-positiver Wildtiere an der Gesamtzahl der Wildtiereinsendungen schwankte in den einzelnen Landkreisen des Saarlandes in den Jahren 1986 bis 1995 zwischen ca. 35% und 46% (Tab. 10). Teilt man das gesamte Landesgebiet von Nord nach Süd in drei Abschnitte, so wird ersichtlich, daß die Tollwutraten in dem im Norden des Saarlandes gelegenen Landkreisen Merzig-Wadern (44,1%) und St. Wendel (46,6%) am höchsten und in den im südlichen Landesteil befindlichen Stadtverband Saarbrücken (36,6%) bzw. in dem südöstlich gelegenen Saar-Pfalz-Kreis (35,4%) am niedrigsten waren (Abb. 16). In den nach dieser Art der Aufteilung im mittleren Teil des Saarlandes gelegenen Landkreisen Saarlouis und Neunkirchen wurden Infektionsraten von 37,9% bzw. 41,5% ermittelt. Somit ließ sich ein deutliches Nord-Süd- bzw. Nord-Südost-Gefälle der Seuchenraten bei Wildtieren im Saarland feststellen. Die Unterschiede konnten im Chi²-Test statistisch abgesichert werden ($\chi^2 = 13,8$; 5 FG; $\alpha = 0,05$).

Tab. 10:

Verteilung der Tollwutraten der untersuchten Wildtiere nach Landkreisen in den Jahren 1986 bis 1995

Landkreis	Anzahl der Wildtiereinsendungen	Anzahl tollwutpositiver Wildtiere	Tollwutrate in %
Merzig-Wadern	379	167	44,1
St. Wendel	262	122	46,6
Saarlouis	388	147	37,9
Saar-Pfalz-Kreis	362	128	35,4
Saarbrücken	528	193	36,6
Neunkirchen	272	113	41,5
Saarland	2.191	870	39,7

Abb. 16:
Regionale Verteilung der Tollwutraten bei Wildtieren in den Landkreisen des Saarlandes in den Jahren 1986 bis 1995



11.3 Verteilung der Tollwutraten bei Wildtieren in Abhängigkeit von der Flächennutzung

Um den Einfluß der Flächennutzung auf das Tollwutgeschehen beurteilen zu können, erfolgt in Tab. 11 eine Zuordnung der 52 Gemeinden des Saarlandes nach ihren prozentualen Anteilen an bewaldeter und landwirtschaftlich genutzter Fläche sowie nach ihren prozentualen Anteilen an Siedlungs- und Verkehrsfläche an der Gesamtfläche. Dabei zeigt sich, daß in den Gemeinden mit einem hohen Anteil Waldfläche an der Gesamtfläche (ab 40%), einem mittleren bis hohen Anteil Landwirtschafts- (ab 20%) und einem niedrigen bis mittleren Anteil Siedlungs- und Verkehrsfläche (bis 30%) an der Gesamtfläche die Tollwutraten bei 40 bzw. 39% lagen. Bei ebenfalls hohem Waldanteil an der Gesamtfläche, aber niedrigem Anteil Landwirtschaftsfläche (bis 20%) und hohem Anteil Siedlungs- und Verkehrsfläche an der Gesamtfläche nahm die Infektionsrate (34%) ab. Ähnliche Ergebnisse wiesen die Gemeinden mit einem mittleren Anteil bewaldeter Fläche (20 bis 40%) an der Gesamtfläche auf. Bei gleichzeitig höherem Anteil Landwirtschaftsfläche (ab 40%) und geringerem Anteil Siedlungs- und Verkehrsfläche (bis 24%) an der Gesamtfläche wurde ein ebenfalls hoher Tollwutverseuchungsgrad von 40% ermittelt, während bei einem mittleren Anteil Landwirtschaftsfläche (20 bis 40%) sowie einem Anteil Siedlungs- und Verkehrsfläche ab 24% eine Tollwutrate von ca. 35% festzustellen war. Deutlich höhere Seuchenraten ergaben sich in den Gemeinden mit weniger als 20% Waldanteil an der Gesamtfläche, wobei ein Maximum von 63,6% tollwut-positiven Wildtieren an der Gesamtzahl der untersuchten Tiere in den Gemeinden mit einem mittleren Anteil Landwirtschaftsfläche und hohem Anteil Siedlungs- und

Verkehrsfläche an der Gesamtfläche zu verzeichnen war. Zusammenfassend ergibt sich aus der Tab. 11 bezüglich der Flächennutzung und des Tollwutverseuchungsgrades der Gemeinden des Saarlandes folgendes:

1. Bei hohem Waldanteil (40 bzw. ab 40%) an der Gesamtfläche zeigte sich eine Tendenz zu abnehmenden Tollwutraten bei gleichzeitig sinkendem Anteil Landwirtschaftsfläche und steigendem Anteil Siedlungs- und Verkehrsfläche an der Gesamtfläche.
2. Bei mittlerem Waldanteil (20 bis 40%) an der Gesamtfläche nahmen die Tollwutraten bei sinkendem Anteil Landwirtschaftsfläche und steigendem Anteil Siedlungs- und Verkehrsfläche an der Gesamtfläche ebenfalls ab.
3. Bei niedrigem Waldanteil (bis 20%) an der Gesamtfläche nahmen die Tollwutraten bei sinkendem Anteil Landwirtschaftsfläche und steigendem Anteil Siedlungs- und Verkehrsfläche an der Gesamtfläche zu.

Die Überprüfung der Ergebnisse mittels des Chi²-Tests zeigte, daß ein Zusammenhang zwischen dem Waldanteil an der Gesamtfläche und der Tollwutnachweishäufigkeit bestand ($\chi^2 = 15,6$; 6 FG; $\alpha = 0,05$).

Tab. 11:
Zuordnung der Gemeinden des Saarlandes nach dem prozentualen Anteil der Wald-, Landwirtschafts-, Siedlungs- und Verkehrsfläche an der Gesamtfläche unter Angabe der Tollwutraten der untersuchten Wildtiere

Anzahl der Gemeinden	Anteil Waldfläche an der Gesamtfläche in %	Anteil Landwirtschaftsfläche an der Gesamtfläche in %	Anteil Siedlungs- und Verkehrsfläche an der Gesamtfläche in %	Anzahl der eingesandten Wildtiere	Anzahl der tollwutpositiven Wildtiere	Tollwutrate in %
5	ab 40	ab 40	bis 15	216	85	39,4
6	ab 40	20 bis 40	15 bis 30	227	91	40,1
7	ab 40	bis 20	ab 30	461	157	34,1
21	20 bis 40	ab 40	bis 25	943	383	40,6
4	20 bis 40	20 bis 40	25 bis 40	83	29	34,9
7	bis 20	ab 40	bis 40	250	118	47,2
2	bis 20	20 bis 40	ab 40	11	7	63,6

Um darüber hinaus den Einfluß des im einzelnen zu- oder abnehmenden prozentualen Anteils der jeweiligen Flächennutzungsart auf die Infektionsraten der untersuchten Wildtiere bestimmen zu können, erfolgt in Tab. 12 eine Zuordnung der Gemeinden nach dem abnehmenden prozentualen Anteil bewaldeter, landwirtschaftlich genutzter Fläche sowie Siedlungs- und Verkehrsfläche an der Gesamtfläche. Dabei wird deutlich, daß mit abnehmendem Waldanteil an der Gesamtfläche der prozentuale Anteil infizierter Wildtiere an der Gesamtzahl

der untersuchten Tiere anstieg, während bei sinkendem Anteil Landwirtschaftsfläche an der Gesamtfläche die Infektionsrate abnahm. Schließlich ist erkennbar, daß sowohl bei einem hohen, als auch bei einem niedrigen Anteil Siedlungs- und Verkehrsfläche an der Gesamtfläche ca. 42% der untersuchten Wildtiere mit dem Rabiesvirus infiziert waren und bei einem mittleren Anteil Siedlungs- und Verkehrsfläche an der Gesamtfläche dagegen nur ca. 37%. Im Chi²-Test konnte ein statistischer Zusammenhang zwischen dem prozentualen Anteil bewaldeter, landwirtschaftlich genutzter Fläche an der Gesamtfläche und der Tollwutrate festgestellt werden, während bezüglich der Abhängigkeit zwischen dem prozentualen Anteil Siedlungs- und Verkehrsfläche an der Gesamtfläche und der Infektionsrate der Chi²-Wert knapp unter der Signifikanzschranke lag.

Tab. 12:

Zuordnung der Gemeinden nach dem absteigenden prozentualen Anteil Wald-, Landwirtschafts-, Siedlungs- und Verkehrsfläche an der Gesamtfläche unter Angabe der Tollwutraten der untersuchten Wildtiere

Flächenart	Anteil der genutzten Fläche an der Gesamtfläche in %	Anzahl der Gemeinden	Anzahl der untersuchten Wildtiere	Anzahl der tollwutpositiven Wildtiere	Tollwutrate in %
Wald	ab 40	18	904	333	36,8
Wald	20 bis 40	25	1026	412	40,2
Wald	bis 20	9	261	125	47,9
Landwirtschaft	ab 40	33	1409	586	41,6
Landwirtschaft	20 bis 40	12	321	127	39,6
Landwirtschaft	bis 20	7	461	157	34,1
Siedlung/Verkehr	ab 40	3	24	10	41,7
Siedlung/Verkehr	20 bis 40	21	966	356	36,8
Siedlung/Verkehr	bis 20	28	1201	504	42,0

11.4 Verteilung der Tollwutraten bei Wildtieren in Abhängigkeit von der Bevölkerungsdichte

Aus Tab. 13 wird ersichtlich, daß in den Gemeinden mit 1.000 und mehr Einwohnern je qkm die geringste Tollwutrate (32%) zu verzeichnen war. Mit ca. 43% erreichte die Infektionsraten dagegen in den Gemeinden mit 250 bis 500 Einwohnern je qkm bzw. 750 bis 1.000 Einwohnern je qkm ihre höchsten Werte (43%). In den Gemeinden mit weniger als 250 Einwohnern je qkm bzw. 500 bis 750 Einwohnern je qkm lag der Verseuchungsgrad schließlich bei 39 bis 40%. Die Unterschiede ließen sich im Chi²-Test absichern ($\chi^2 = 11,6$; 4 FG; $\alpha = 0,05$).

Tab. 13:

Tollwutraten der untersuchten Wildtiere in Abhängigkeit von der Bevölkerungsdichte in den Gemeinden des Saarlandes

Einwohner je qkm	Anzahl der Gemeinden	Anzahl der untersuchten Wildtiere	Anzahl der tollwutpositiven Tiere	Tollwutrate in %
bis 250	14	648	260	40,1
250 bis 500	16	603	258	42,8
500 bis 750	8	389	153	39,3
750 bis 1.000	9	211	90	42,6
>= 1.000	5	340	109	32,1

11.5 Verteilung der Tollwutraten bei Wildtieren in Abhängigkeit von der Höhenlage

Die Ergebnisse in Tab. 14 zeigen, daß ein Zusammenhang zwischen der Höhenlage und dem Tollwutverseuchungsgrad der Gemeinden zu bestehen schien. Demnach stiegen die Seuchenraten mit zunehmender Höhenlage der Gemeinden deutlich an. Der Chi²-Wert lag allerdings knapp unterhalb der Signifikanzschränke ($\chi^2 = 6,5$; 3 FG; $\alpha = 0,05$).

Tab. 14:
Tollwutraten der untersuchten Wildtiere in Abhängigkeit von der Höhenlage der Gemeinden des Saarlandes

Höhenlage in m über NN	Anzahl der Gemeinden	Anzahl der untersuchten Wildtiere	Anzahl der tollwutpositiven Wildtiere	Tollwutrate in %
100 bis 200	8	644	243	37,7
200 bis 300	29	1.019	403	39,5
300 bis 400	13	475	195	41,0
400 bis 500	2	53	29	54,7

11.6 Einfluß der oralen Immunisierung der Füchse auf das Tollwutgeschehen im Saarland

Mit einer durchschnittlichen Frequenz von 3 Fällen je 100 qkm und Jahr herrschte in dem Zeitraum 1986 bis 1995 ein ständig schwaches Tollwutvorkommen im Saarland (epidemiologischer Verlaufstyp 2). Der Feldversuch zur oralen Immunisierung der Füchse gegen Tollwut begann im Saarland im Frühjahr 1987, wobei die Impfköder aus finanziellen Gründen zunächst nur im westlichen Teil des Landes ausgelegt wurden (vergl. Kap. 6). Im Oktober 1988 und April 1989 erfolgten die Köderauslegungen ausschließlich im östlichen Saarland. Ab Oktober 1989 wurde schließlich im gesamten Landesgebiet geimpft. Als künstliche Barriere zwischen dem westlichen und östlichen Impfgebieten diente zu Beginn der Impfkationen die Autobahn A 1, die das Saarland in

Nord-Südrichtung in zwei Hälften teilt. Im folgenden sollen zur besseren Veranschaulichung der Auswirkungen der oralen Vakzination der Füchse im Saarland auf die Tollwutraten der untersuchten Wildtiere der westliche und östliche Landesteil über den gesamten Zeitraum getrennt betrachtet werden (Abb. 17 und 18).

In dem Untersuchungszeitraum wurden im westlichen Teil des Landes zwölfmal und im östlichen Saarland elfmal Impfköder ausgelegt. Aus Abb. 17 wird ersichtlich, daß trotz der einmal jährlich erfolgten Köderapplikationen in dem Zeitraum 1988 bis 1992 im Westen des Landes der Anteil tollwut-positiver Wildtiere an der Gesamtzahl der Wildtiereinsendungen starken Schwankungen unterlag und in den Jahren 1989 und 1991 die Seuchenraten über 50% lagen. Erst im Anschluß an zwei, in sechsmonatigem Abstand aufeinander folgenden Impfkationen zeigte sich ein Rückgang (1987 @ 1988) bzw. ein nur geringfügiger Anstieg der Infektionsraten (1992 @ 1993). Im Jahre 1993 wurde lediglich in der Gemeinde Losheim im Landkreis Merzig-Wadern (westlich der Autobahn A 1) auf einer Fläche von ca. 97 qkm eine sogenannte Ring- oder Spotimpfung durchgeführt. In dem darauffolgenden Jahr 1994 stieg die Seuchenrate trotz zweimaliger Köderauslegung sprunghaft auf 47,4% an. Insgesamt erhöhte sich der Anteil infizierter Wildtiere an der Gesamtzahl der untersuchten Wildtiere im Verlauf der oralen Immunisierung der Füchse im westlichen Saarland von 40,8% im Jahre 1986 auf 48,0% im Jahre 1995 (Tab. 15).

In anderer Weise stellte sich das Infektionsgeschehen im Osten des Saarlandes während der Zeit der Impfungen dar (Tab. 15 und Abb. 18). Demnach war zunächst eine Verringerung des Anteil tollwut-positiver Befunde an der Gesamtzahl der Einsendungen von 41,0% im Jahre 1986 auf 10,9% im Jahre 1993 zu verzeichnen. In dem genannten Zeitraum wurden zunächst dreimal in sechsmonatigem Abstand und darauffolgend zweimal im zwölfmonatigen Abstand Impfköder appliziert. Ab Herbst 1991 folgten wiederum Impfungen nach jeweils sechs Monaten im Frühjahr 1992 sowie im Herbst 1992. Im Jahre 1993 erfolgte keine Köderapplikation im östlichen Saarland. In dem darauffolgenden Jahr 1994 stieg die Seuchenrate trotz zweimaliger Köderauslegung sprunghaft auf 63,9% an. Im Anschluß an zwei weitere, in sechsmonatigem Abstand durchgeführte Impfeinsätze im Jahre 1995 ging der Anteil infizierter Wildtiere an der Gesamtzahl der Wildtiereinsendungen um etwa die Hälfte im Vergleich zum Vorjahr zurück. Betrachtet man das Jahr 1986 - zwei Jahre vor Impfbeginn - gegenüber dem Jahre 1995, so ließ sich im östlichen Saarland im Verlauf der Immunisierungsaktionen eine Reduktion der Tollwutraten unter den untersuchten Wildtieren von 41,0% auf 35,2% feststellen.

Tab. 15:

Überblick über die Tollwutraten bei Wildtieren sowie über die Anzahl der Impfaktionen im westlichen und östlichen Saarland in den Jahren 1986 bis 1995

Jahr	Tollwutraten der untersuchten Wildtiere aus dem westlichen Saarland in %	Tollwutraten der untersuchten Wildtiere aus dem östlichen Saarland in %	Anzahl der Impfaktionen	
			westl. Saarland	östl. Saarland
1986	40,8	41,0	0	0
1987	21,6	33,7	2	0
1988	20,6	52,8	1	1
1989	53,2	44,0	1	2
1990	25,9	19,5	1	1
1991	52,1	11,9	1	1
1992	23,6	10,0	2	2
1993	28,8	10,9	0	0
1994	47,4	63,9	2	2
1995	48,0	35,2	2	2

1986 bis 1995	39,2	40,4	12	11
---------------------	------	------	----	----

Abb. 17:
Einfluß der Impfaktionen im westlichen Saarland auf die Tollwutraten der untersuchten Wildtiere in den Jahren 1987 bis 1995. Die Pfeilmarkierungen zeigen jeweils den Zeitpunkt der Impfung an.

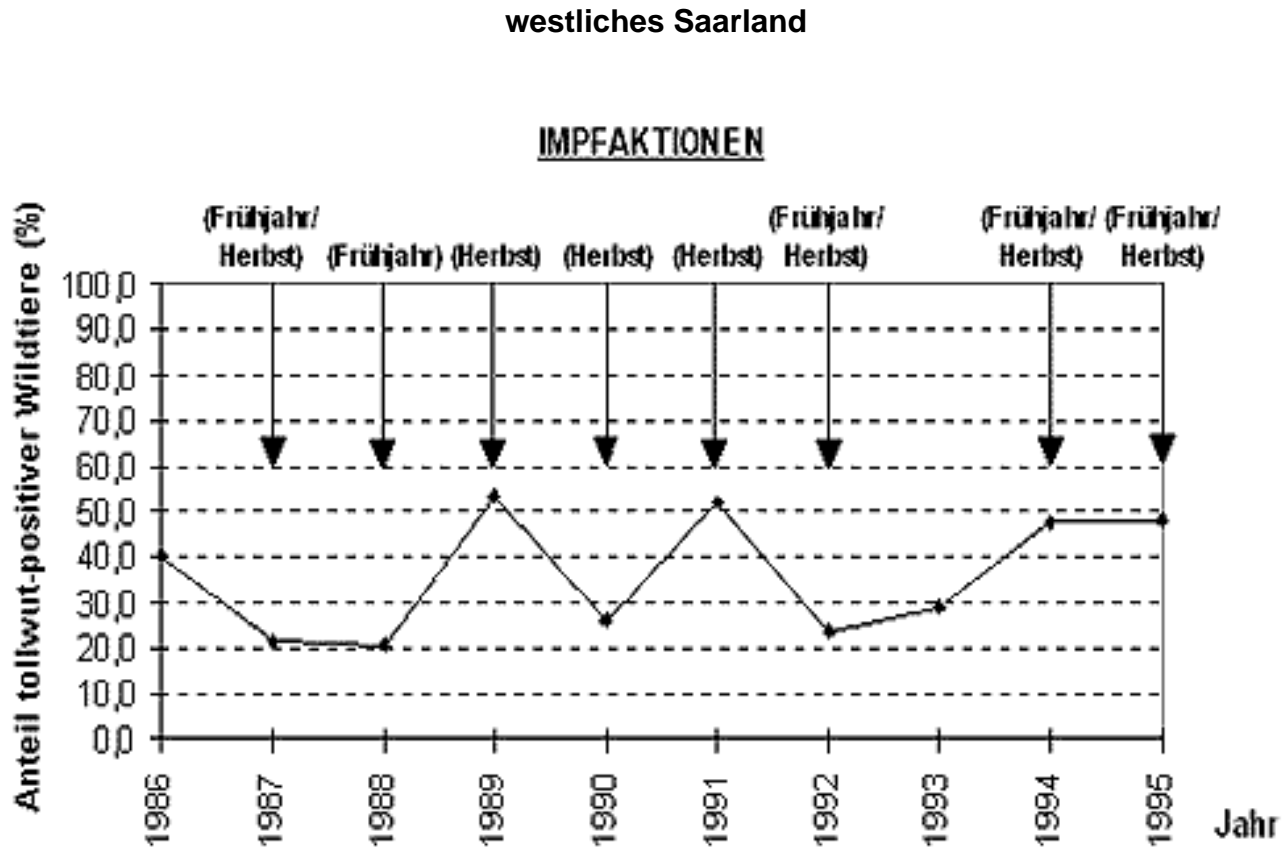
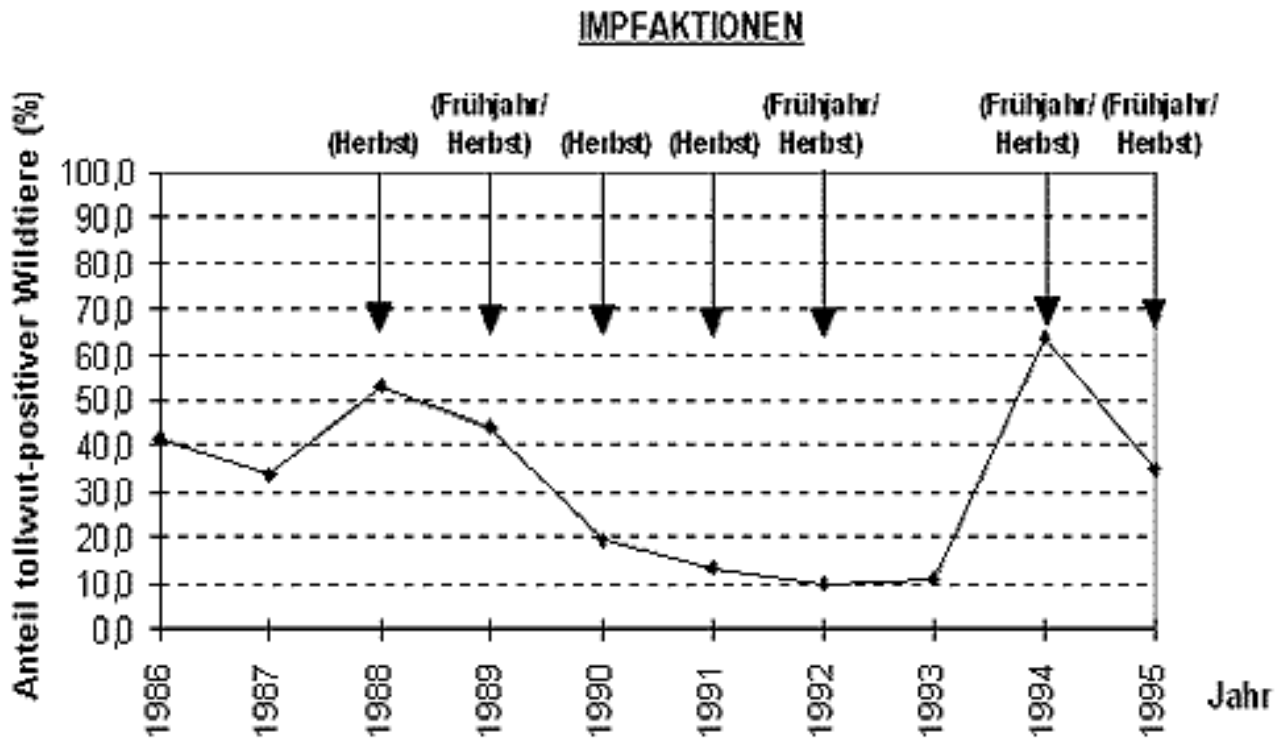


Abb. 18:
Einfluß der Impfaktionen im östlichen Saarland auf die Tollwutraten der untersuchten Wildtiere in den Jahren 1987 bis 1995. Die Pfeilmarkierungen zeigen jeweils den Zeitpunkt der Impfung an.

östliches Saarland



In den Abb. 19 bis 24 soll der Einfluß der Impfungen auf die Tollwutraten der untersuchten Wildtiere in den fünf Landkreisen des Saarlandes sowie im Stadtverband Saarbrücken vergleichend betrachtet werden. In dem im Nordwesten des Saarlandes gelegenen Landkreis Merzig-Wadern zeigte sich zunächst ein Rückgang der Tollwutraten bis zum Jahre 1988, nachdem dreimal in sechsmonatigem Abstand geimpft wurde. Im Verlauf der folgenden Jahre 1989 bis 1991 fanden jeweils im nur Herbst Immunisierungsaktionen statt, wobei die Seuchenraten auf einen Maximalwert von ca. 63% im Jahre 1991 anstiegen. Die Impfungen in sechsmonatigem Abstand in den Jahren 1992, 1994 und 1995 sowie das Aussetzen der Impfmaßnahme im Jahre 1993 führten zu keiner erfolgreichen Reduzierung der Infektionsraten (Abb. 19).

In dem südwestlich gelegenen Landkreis Saarlouis waren ebenfalls unklare Reaktionen auf die Köderapplikationen zu verzeichnen. Nach einer Verringerung des Anteils tollwut-positiver Befunde an der Gesamtzahl der Wildtiereinsendungen im Jahre 1988 (nach dreimaliger Impfung in sechsmonatigem Abstand), stiegen trotz anschließend jährlich durchgeführter Impfeinsätze die Tollwutraten bis zum Jahre 1991 an. Erst nachdem erneut dreimal, in sechsmonatigem Abstand immunisiert wurde, reduzierte sich der Anteil infizierter Wildtiere an der Gesamtzahl Untersuchungen in den Jahren 1992 und 1993. Im Landkreis Saarlouis machte sich der Impfausfall im Jahre 1993 durch einen deutlichen Anstieg der Tollwutrate auf 58% im Jahre 1994 bemerkbar (Abb. 20).

Aus Abb. 21 wird ersichtlich, daß die im Stadtverband Saarbrücken in den Jahren 1987 bis 1989 erfolgten Impfkationen scheinbar keinen Einfluß auf die Seuchenraten hatten. Erst nachdem ab Herbst 1989 einmal jährlich im gesamten Stadtverband Saarbrücken geimpft wurde, gingen die Seuchenraten zurück. Nur im Jahre 1991 stieg der Anteil positiver Tollwutbefunde an der Gesamtzahl der Einsendungen erneut an, lag aber dennoch um die Hälfte niedriger als im Jahre 1989.

Die im östlichen Teil des Saarlandes gelegenen Landkreise St. Wendel, Neunkirchen sowie der Saar-Pfalz-Kreis zeigten jeweils deutlich positive Reaktionen auf die Immunisierungsaktionen. Nach einem Seuchenpeak im Jahre 1988 im Landkreis Neunkirchen (Abb. 23) und im Saar-Pfalz-Kreis (Abb. 24) bzw. im Jahre 1989 im Landkreis St. Wendel (Abb. 22) waren die Tollwutraten in den folgenden drei bis fünf bzw. vier Jahren rückläufig. Während in den Jahren 1992 und 1993 im Saar-Pfalz-Kreis und im Landkreis St. Wendel die Anteile infizierter Wildtiere an der Gesamtzahl der untersuchten Wildtiere auf einem niedrigen Niveau blieben, machte sich im

Landkreis Neunkirchen ein Anstieg der positiven Tollwutbefunde an der Gesamtzahl der Untersuchungen bemerkbar. Ein enormer Anstieg der Infektionsraten im Jahre 1994 erfolgte sowohl im Stadtverband Saarbrücken, als auch in den Landkreisen St. Wendel, Neunkirchen und Saar-Pfalz nachdem ebenfalls in diesen Teilen des Saarlandes im Jahre 1993 die Impfeinsätze entfielen.

Abb. 19:

Einfluß der Impfkationen auf die Tollwutraten der untersuchten Wildtiere im Landkreis Merzig-Wadern (nordwestliches Saarland) in den Jahren 1987 bis 1995. Die Pfeilmarkierungen zeigen jeweils den Zeitpunkt der Impfung an.

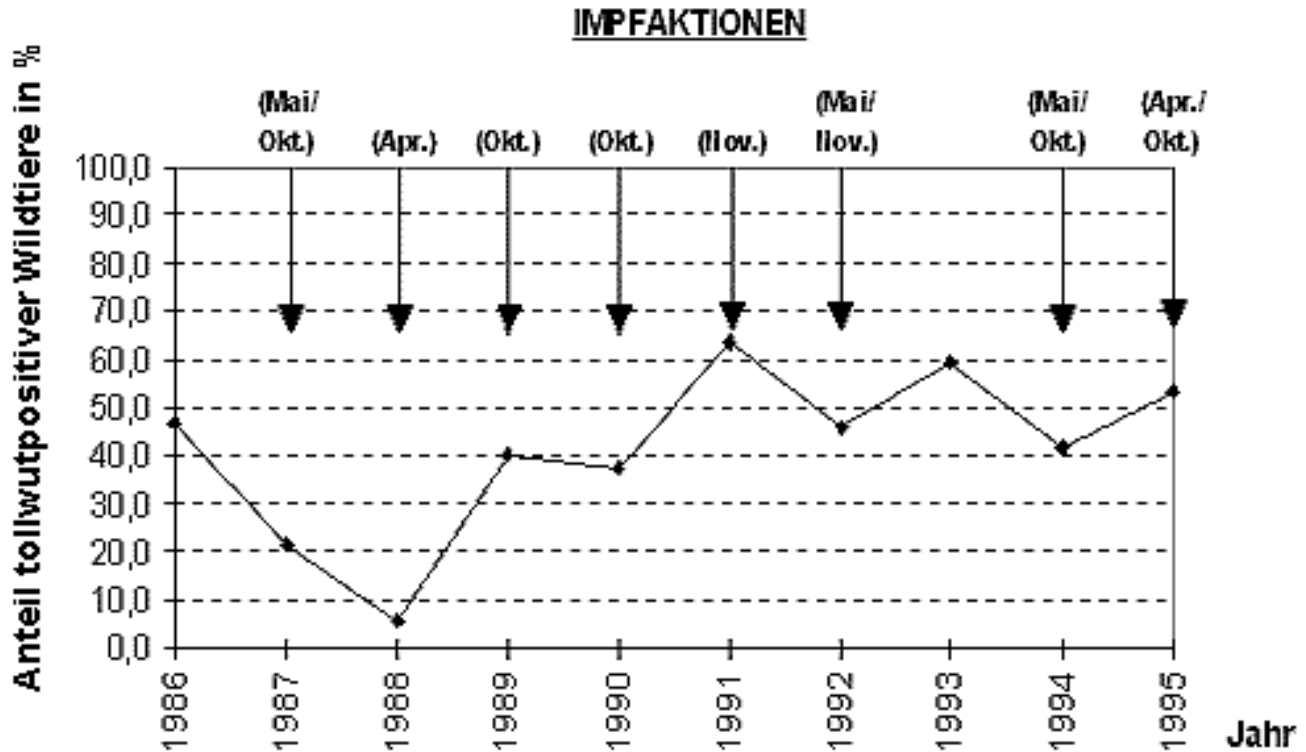


Abb. 20:

Einfluß der Impfkationen auf die Tollwutraten der untersuchten Wildtiere im Landkreis Saarlouis (südwestliches Saarland) in den Jahren 1987 bis 1995. Die Pfeilmarkierungen zeigen jeweils den Zeitpunkt der Impfung an.

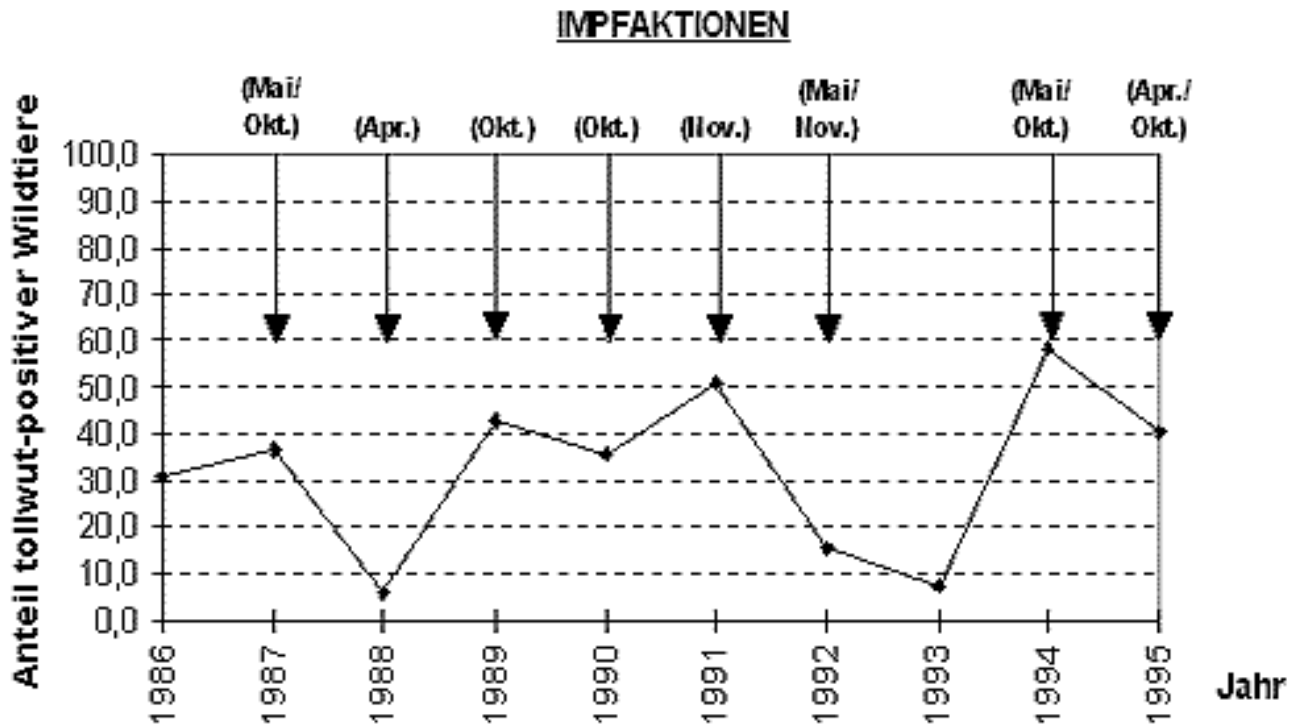


Abb. 21:

Einfluß der Impfaktionen auf die Tollwutraten der untersuchten Wildtiere im Stadtverband Saarbrücken in den Jahren 1987 bis 1995 (der Stadtverband wird durch die Autobahn A1 in einen westlichen und östlichen Teil halbiert). Die Pfeilmarkierungen zeigen jeweils den Zeitpunkt der Impfung an.

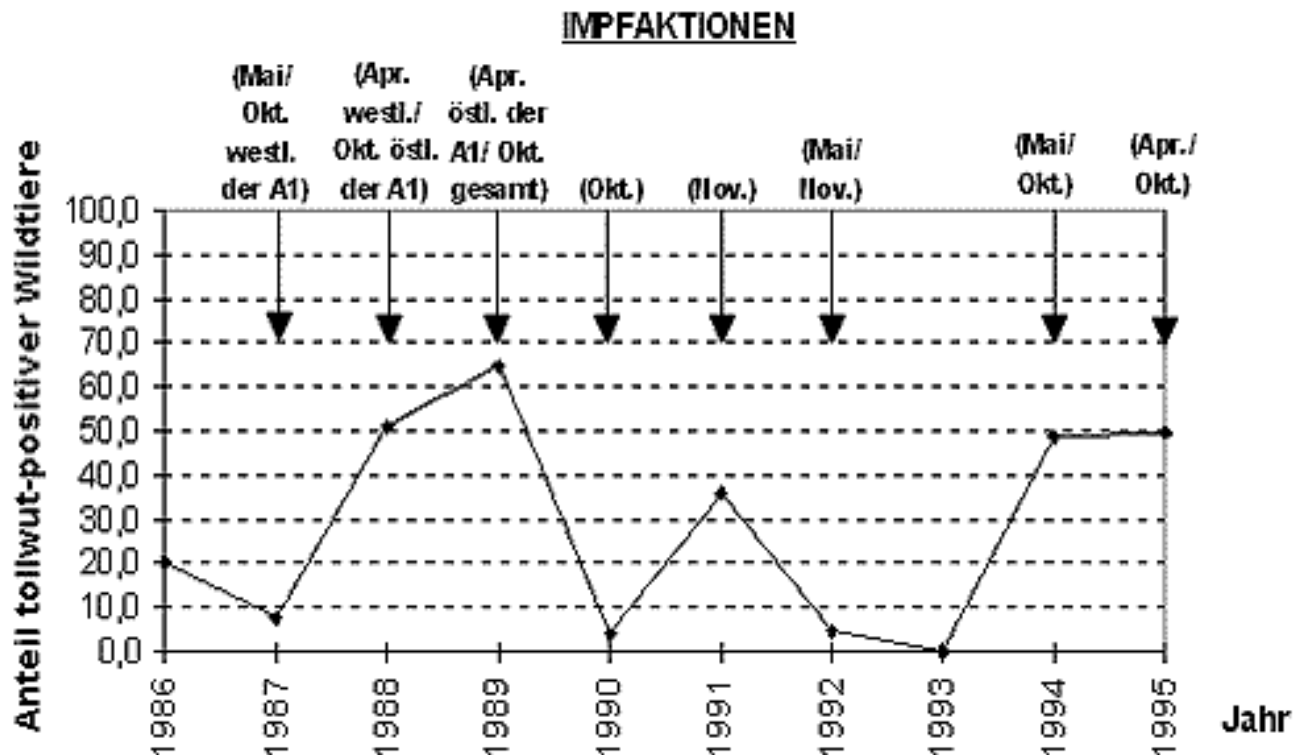


Abb. 22:

Einfluß der Impfaktionen auf die Tollwutraten der untersuchten Wildtiere im Landkreis St. Wendel in den Jahren 1987 bis 1995 (der größte Teil dieses Landkreises befindet sich östlich der Autobahn A1). Die Pfeilmarkierungen zeigen jeweils den Zeitpunkt der Impfung an.

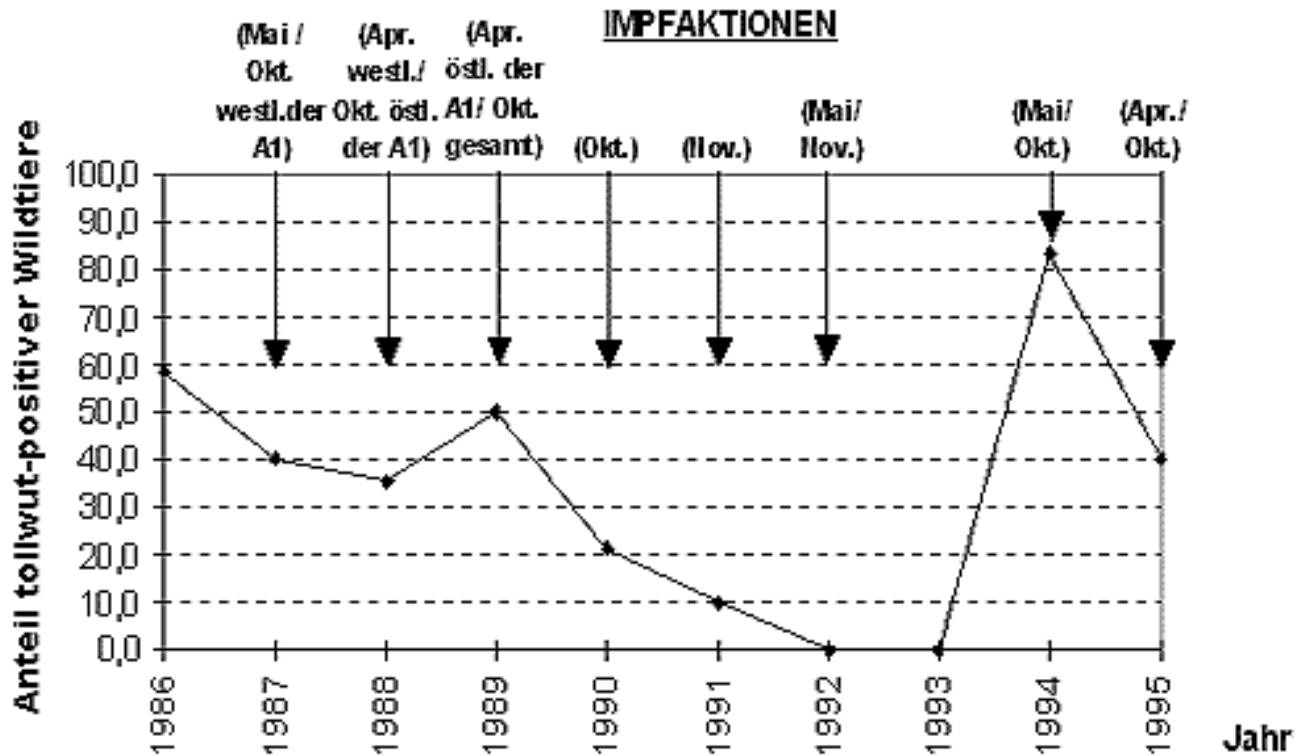


Abb. 23:

Einfluß der Impfaktionen auf die Tollwutraten der untersuchten Wildtiere im Landkreis Neunkirchen in den Jahren 1987 bis 1995 (der größte Teil des Landkreises befindet sich östlich der Autobahn A 1). Die Pfeilmarkierungen zeigen jeweils den Zeitpunkt der Impfung an.

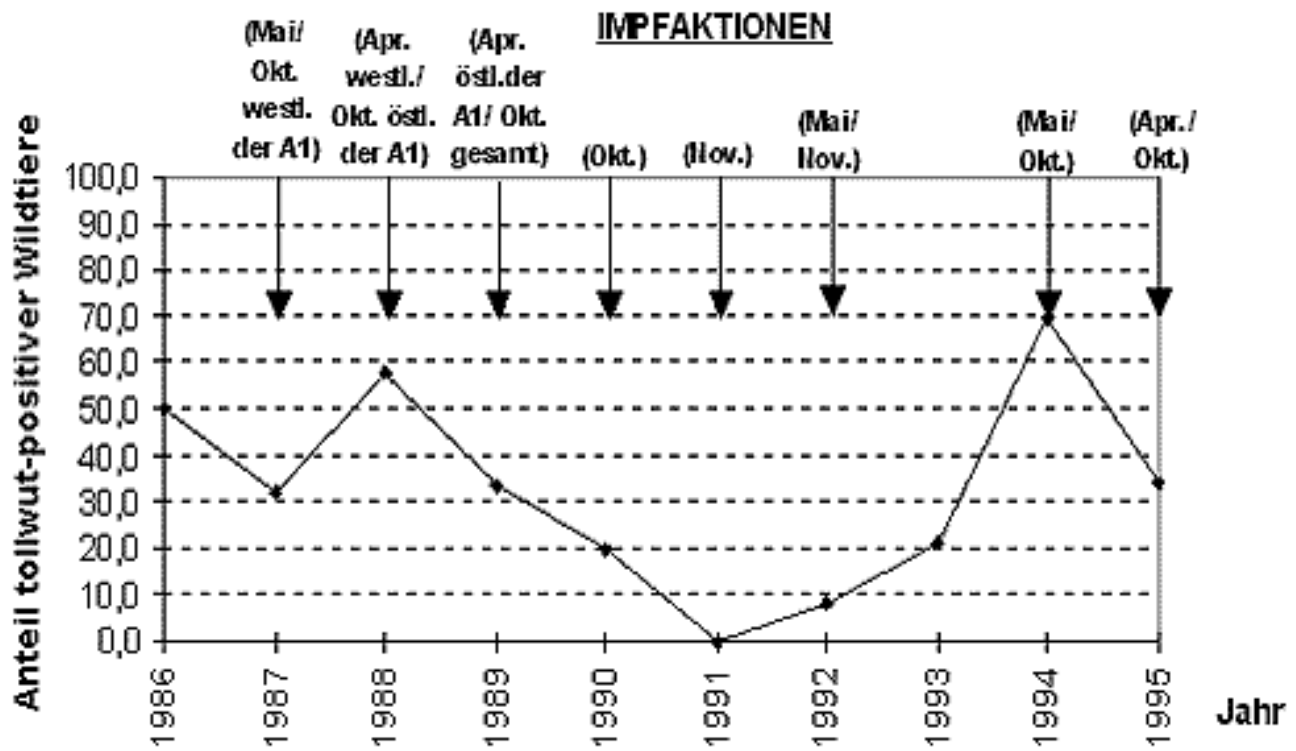
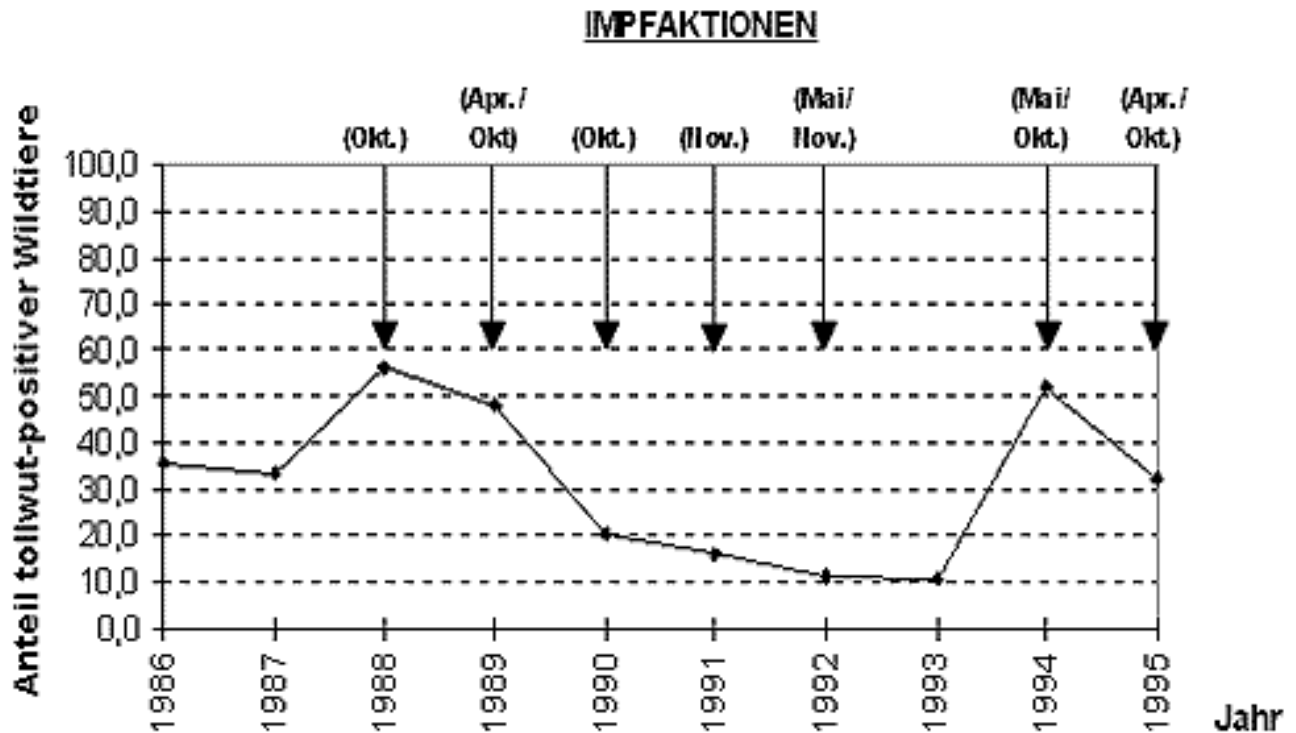


Abb. 24: Einfluß der Impfaktionen auf die Tollwutraten der untersuchten Wildtiere im östlich der Autobahn A 1 gelegenen Saar-Pfalz-Kreis in den Jahren 1987 bis 1995. Die Pfeilmarkierungen zeigen jeweils den Zeitpunkt der Impfung an.



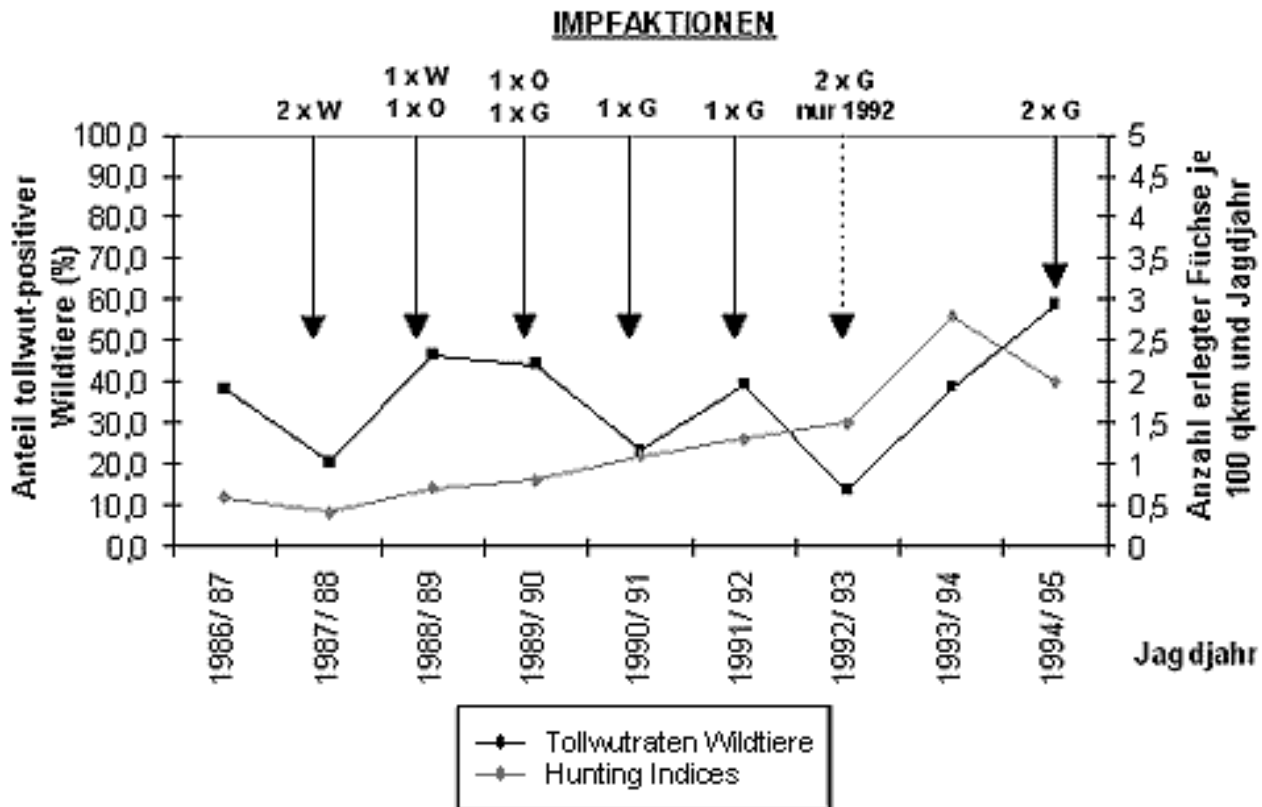
Kontrolluntersuchungen zur Beurteilung des Impferfolges, wie der Nachweis von Antikörpern gegenüber dem Tollwutvirus und die Bestimmung der Köderaufnahmerate bei sogenannten Kontrollfüchsen, wurden im Saarland im Anschluß an die Impfkationen in den Jahren 1987 bis 1994 nur mangelhaft oder gar nicht durchgeführt.

11.6.1 Vergleich zwischen den Tollwutraten der Wildtiere und den Hunting Indices der Füchse im Saarland

Die Häufigkeit der in einem Gebiet auftretenden Tollwutfälle bei Füchsen als auch bei Wildtieren allgemein steht in einem engen Zusammenhang mit der Dichte der Fuchspopulation (vergl. Kap. 2.3). Um zumindest indirekt die Fuchsdichte abschätzen zu können, wird in der Regel der sogenannte Hunting Index zu Hilfe genommen, der der Anzahl der erlegten Füchse je 100 qkm entspricht. In Abb. 25 werden die Tollwutraten der untersuchten Wildtiere den Hunting Indices der Füchse unter Berücksichtigung der Impfeinsätze gegenübergestellt, wobei sich die Angaben jeweils auf ein Jagdjahr beziehen. Ein Jagdjahr beginnt am 01.04. und endet am 31.03. des folgenden Jahres. Unter der Annahme, daß die Hunting Indices der Jagdjahre 1986/87 bis 1994/95 eine grobe Schätzung über die Dynamik der Populationsdichte der Füchse im Saarland zulassen, ist zu erkennen, daß die Fuchsdichte seit Beginn der oralen Vakzination bis zum Jagdjahr 1993/94 kontinuierlich zugenommen hatte. Im Gegensatz dazu unterlagen die ermittelten relativen Infektionshäufigkeiten der untersuchten Wildtiere trotz der Impfmaßnahmen großen Schwankungen. Mit dem sprunghaften Anstieg der Zahl erlegter Füchse je qkm im Jagdjahr 1993/94 erhöhte sich ebenfalls der prozentuale Anteil infizierter Wildtiere an der Gesamtzahl der untersuchten Wildtiere. Ein gegenläufiger Kurvenverlauf ergibt sich schließlich für das Jagdjahr 1994/95, in dem sich der Hunting Index verringerte, die Seuchenrate dagegen weiter anstieg.

Abb. 25:

Einfluß der Impfkationen auf die Tollwutraten der untersuchten Wildtiere sowie Darstellung der Hunting Indices in den Jagdjahren 1987/88 bis 1994/95 im Saarland



W => westlich der Autobahn A 1
 O => östlich der Autobahn A 1
 G => gesamtes Saarland

11.7 Aufschlüsselung der Einsendegründe der untersuchten Wildtiere

Von den 2.191 untersuchten Wildtieren konnte bei 2.068 Tieren (94,4%) anhand eines Vorberichtes der Einsendegrund ermittelt werden. Demnach war zu unterscheiden zwischen Tieren, die "verendet aufgefunden", von Jägern aufgrund eines Tollwutverdacht "erlegt" bzw. von anderen Personen, insbesondere nach Personenkontakt, "getötet", durch einen "Verkehrsunfall" oder von "Hund oder Katze gerissen" wurden. 123 Wildtiere (5,6%) gelangten ohne Vorbericht zur Untersuchung. Insgesamt waren unter den Gesamteinsendungen mit Vorbericht Füchse zu 62,2%, Marder zu 17,3%, Rehe zu 14,2% sowie sonstige Tierarten zu 6,3% vertreten.

Tab. 16 zeigt, daß mit ca. 58% (n = 1.201) der größte Anteil eingesandter Wildtiere an den Gesamteinsendungen durch Jäger erlegt oder durch andere Personen aufgrund eines Tollwutverdacht getötet wurden. 35% (n = 727) der eingesandten Wildtiere wurden laut Vorbericht verendet aufgefunden. Nur 3% (n = 63) der untersuchten Wildtiere an der Gesamtzahl der eingesandten Wildtiere kamen im Straßenverkehr und 3,7% (n = 77) durch Hunde oder Katzen zu Tode. Unter den insgesamt 2.068 Einsendungen tollwutverdächtiger Wildtiere wurden 852 Tollwutfälle (41,2%) ermittelt. Von diesen 852 tollwut-positiven Wildtieren entfielen 61,5% (n = 524) auf solche Tiere, die erlegt bzw. getötet und 32,3% (n = 275) auf Wildtiere, die verendet aufgefunden wurden. Mit 4% (n = 34) lag der Anteil infizierter Wildtiere an der Gesamtzahl der positiven Tollwutbefunde, der durch Hunde bzw. Katzen getötet wurde, höher als der Anteil tollwut-positiver Wildtiere an der Gesamtzahl der positiven Tollwutbefunde, der im Straßenverkehr umkam (2,2% bzw. n = 19). Die Ergebnisse ließen sich im Chi²-Test statistisch absichern ($\chi^2 = 9,8$; 3 FG; $\alpha = 0,05$).

Tab. 16:

Darstellung der absoluten und relativen Häufigkeiten der tollwut-positiven und tollwut-negativen Wildtiere unter Berücksichtigung des Einsendegrundes

Einsende- grund	absolute Anzahl eingesandter Wildtiere mit Vorbericht	Anteil einge- sandter Wildtiere an der Gesamtzahl der Wildtier- einsendungen in %	absolute Anzahl tollwut- positiver Wildtiere mit Vorbericht	Anteil tollwut- positiver Wildtiere an der Gesamtzahl tollwut- positiver Wildtiere in %	absolute Anzahl tollwut- negativer Wildtiere mit Vorbericht	Anteil tollwut- negativer Wildtiere an der Gesamtzahl tollwut- negativer Wildtiere in %
verendet aufgef.	727	35,2	275	32,3	452	37,2
getötet/ erlegt	1.201	58,1	524	61,5	677	55,7
Verkehrs- unfall	63	3,0	19	2,2	44	3,6
von Hund/Katze gerissen	77	3,7	34	4,0	43	3,5
Total	2.068	100,0	852	100,0	1.216	100,0

Aufgrund der bedeutenden Stellung des Fuchses im Tollwutgeschehen wurden die Einsendegründe dieser Wildtierart gesondert betrachtet. Danach waren unter den zur Tollwutdiagnostik eingesandten Füchsen, bei denen der Einsendegrund anhand des Vorberichtes bekannt war ($n = 1.287$), 59,8% ($n = 770$) der Tiere von Jägern erlegt bzw. in Folge eines Kontaktes mit Menschen oder Haustieren getötet worden. Der prozentuale Anteil der verendet aufgefundenen Füchse an der Gesamtzahl der Fuchseinsendungen lag bei 33,7% ($n = 434$). Schließlich kamen mit 3,5% ($n = 45$) mehr Füchse durch Hunde oder Katzen zu Tode als mit 3,0% ($n = 38$) im Straßenverkehr. In gleicher Weise verhielt es sich mit den tollwut-positiven Füchsen an der Gesamtzahl der eingesandten Füchse. Der größte Anteil infizierter Tiere wurde demnach erlegt bzw. auf andere Art und Weise getötet (62,0% bzw. $n = 471$), gefolgt von den verendet aufgefundenen Füchsen (32,1% bzw. $n = 244$). Mit 4,2% ($n = 32$) wurden wesentlich mehr an Tollwut erkrankte Füchse von Hunden oder Katzen gerissen als mit 1,7% ($n = 13$) auf Verkehrsstraßen umkamen (Tab. 17). Die Ergebnisse erwiesen sich auch im Chi²-Test als statistisch signifikant ($\chi^2 = 15,1$; 3 FG; $\alpha = 0,05$).

Tab. 17:

Darstellung der absoluten und relativen Häufigkeiten der tollwut-positiven und tollwut-negativen Füchse unter Berücksichtigung des Einsendegrundes

Einsende- grund	absolute Anzahl eingesandter Füchse mit Vorbericht	Anteil eingesandter Füchse an der Gesamtzahl der Fuchsein- sendungen in %	absolute Anzahl tollwut- positiver Füchse mit Vorbericht	Anteil tollwut- positiver Füchse an der Gesamtzahl tollwut- positiver Füchse in %	absolute Anzahl tollwut- negativer Füchse mit Vorbericht	Anteil tollwut- negativer Füchse an der Gesamtzahl tollwut- negativer Füchse in %
verendet aufgef.	434	33,7	244	32,1	190	36,1
getötet/ erlegt	770	59,8	471	62,0	299	56,7
Verkehrs- unfall	38	3,0	13	1,7	25	4,7
von Hund/Katze gerissen	45	3,5	32	4,2	13	2,5
Total	1.287	100,0	760	100,0	527	100,0

12. Ergebnisse der Tollwutdiagnostik bei Füchsen und der Effizienzkontrollen zur oralen Immunisierung der Füchse gegen Tollwut im Saarland im Zeitraum August 1994 bis August 1995

In dem Zeitraum August 1994 bis August 1995 gelangten insgesamt 392 Füchse zur Untersuchung auf Tollwut. Aufgrund massiver Beschädigung oder fortgeschrittener autolytischer Veränderungen der Kadaver waren 8 der eingesandten Füchse nicht untersuchungsfähig. Zusätzlich wurden zur Wirksamkeitskontrolle der während des Untersuchungszeitraumes durchgeführten Impfeinsätze von 94 tollwut-negativen Füchsen Blut- und Knochenproben entnommen.

12.1 Ergebnisse der Tollwutdiagnostik

Von den in dem Zeitraum August 1994 bis August 1995 384 untersuchten Füchsen konnte bei 237 Tieren (61,7%) Tollwutvirusantigen mittels der Fluoreszenzmikroskopie im Gehirn nachgewiesen werden.

12.1.1 Verteilung der Tollwutraten nach dem Geschlecht

Von den 384 untersuchten Füchse waren 168 (43,7%) männlichen und 187 (48,7%) weiblichen Geschlechts. Bei 29 Tieren (7,6%) wurde das Geschlecht nicht bestimmt. Das Geschlechterverhältnis von Fähen zu Rüden lag insgesamt bei 1,1 : 1. Mit 62,6% waren geringfügig mehr Fähen mit dem Tollwutvirus infiziert als Rüden mit 57,7%. Diese Unterschiede waren statistisch nicht signifikant ($\chi^2=0,96$; 1FG; $\alpha=0,05$). Tab. 18 zeigt die Zusammenstellung der Untersuchungsergebnisse unter Berücksichtigung des Geschlechtes der Füchse.

Tab. 18:

Überblick über die Gesamtzahl eingesandter Rüden und Fähen und Verteilung der Tollwutraten nach dem Geschlecht

Geschlecht	Gesamtzahl untersuchter Füchse	positiver Befund	Anteil tollwut-positiver Füchse an der Gesamtzahl der untersuchten Füchse
Rüden	168	97	57,7
Fähen	187	117	62,6
Geschlecht unbekannt	29	23	79,3
Total	384	237	61,7

12.1.2 Verteilung der Tollwutraten nach dem Alter

Bei 355 von 384 untersuchten Füchsen wurde das Alter anhand der Zahnabnutzungsmethode bestimmt. Dabei ließen sich 56,5% (n=217) der Altersklasse "juvenil" und 35,9% (n=138) der Altersklasse "adult" zuordnen. Bei 7,6% der Füchse (n=29) war eine Altersbestimmung nicht möglich. Das Verhältnis der juvenilen zu den adulten Füchsen lag bei 1,6 : 1.

Von den 217 Jungfüchsen waren 126 (58,1%) tollwut-positiv, während unter den 138 adulten Füchsen 88 (63,8%) mit dem Tollwutvirus infiziert waren. Anhand des Chi²-Tests konnte kein Zusammenhang zwischen dem Alter der untersuchten Tiere und der Infektionshäufigkeit nachgewiesen werden ($\chi^2 = 1,2$; 1 FG; $\alpha = 0,05$). In Tab. 19 sind die Untersuchungsergebnisse unter Berücksichtigung des Alters der Füchse zusammengestellt.

Tab. 19:

Überblick über die Gesamtzahl eingesandter Jungfüchse und Altfüchse sowie Verteilung der Tollwutraten nach dem Alter

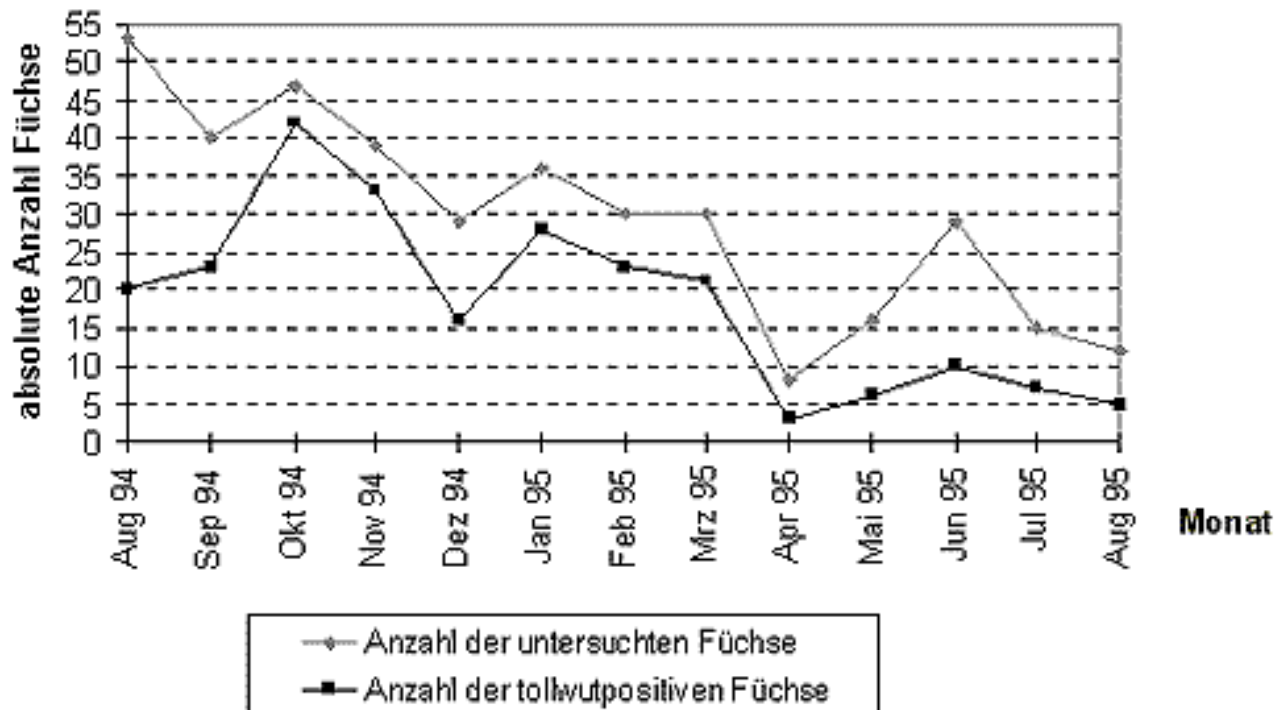
Altersklasse	Gesamtzahl untersuchter Füchse	positiver Befund	Anteil tollwut-positiver Füchse an der Gesamtzahl der untersuchten Füchse
juvenil	217	126	58,1
adult	138	88	63,8
Alter unbekannt	29	23	79,3
Total	384	237	61,7

12.1.3 Verteilung der Einsendungen und Tollwutfälle nach Monaten

Abb. 26 stellt die Verteilung der Gesamtzahl der zur Untersuchung gelangten Füchse und die Gesamtzahl infizierter Tiere nach Monaten dar. Es zeigt sich deutlich, daß in den Monaten mit einer hohen Anzahl positiver Seuchenbefunde die Anzahl der eingesandten Füchse ebenfalls hoch war. Nur zu Beginn der Untersuchung korrelierte die Anzahl der Fuchseinsendungen nicht mit der Anzahl der Tollwutfälle. Während in dem Zeitraum von August 1994 bis September 1994 die Zahl der eingesandten Füchse zurückging, nahmen die Tollwutfeststellungen im gleichen Zeitraum zu. Insgesamt waren sowohl die Anzahl der eingesandten Füchse als auch die Seuchenmeldungen in dem untersuchten Zeitraum rückläufig.

Abb. 26:

Monatliche Verteilung der Fuchseinsendungen und der tollwut-positiven Füchse



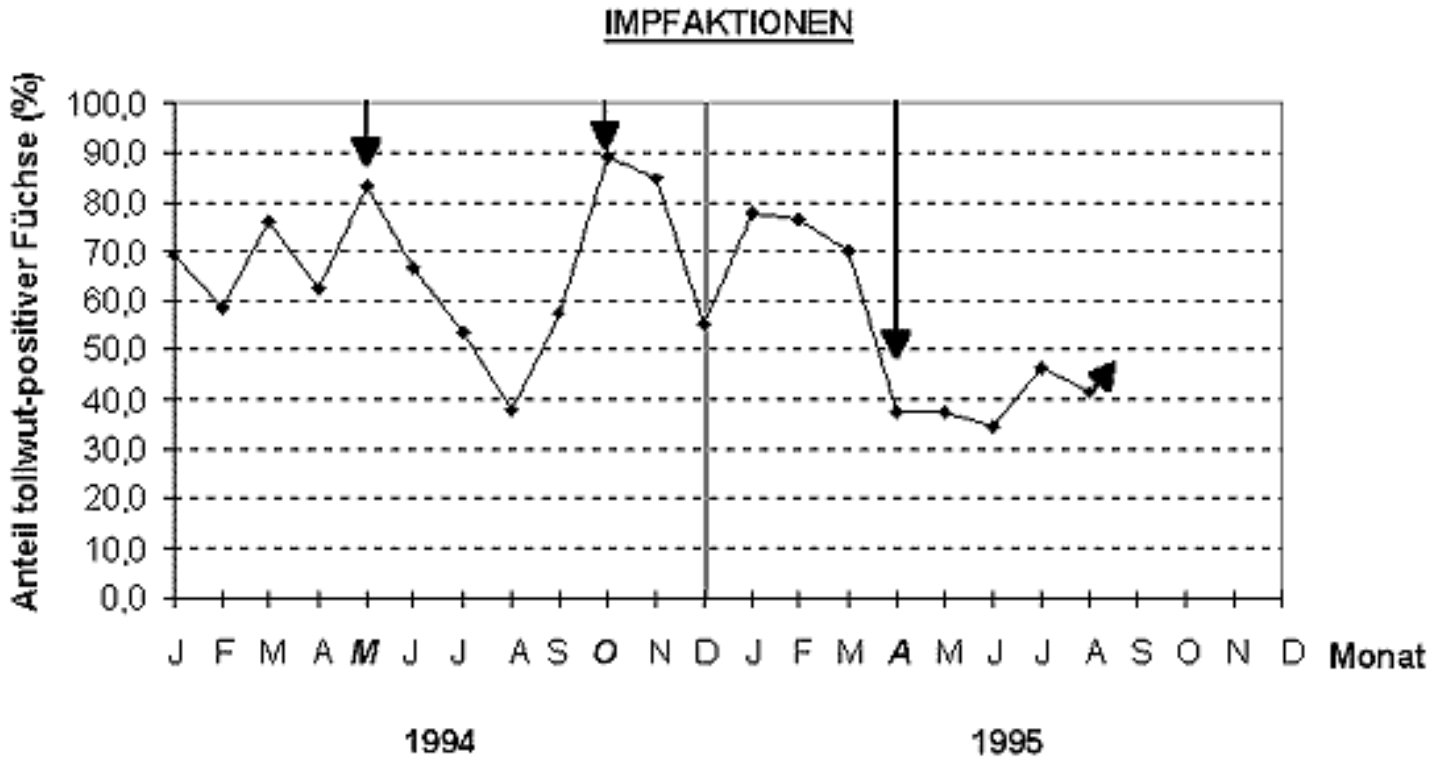
12.1.3.1 Verteilung der Tollwutraten nach Monaten unter Berücksichtigung der Impfkationen

In den ersten 5 Monaten des Jahres 1994 traten hinsichtlich der Tollwutraten der untersuchten Füchse starke Schwankungen auf. Im Monat Mai lag die Infektionsrate über 80% und auf die Impfung im selben Monat folgte ein erheblicher Rückgang der Prozentzahlen tollwut-positiver Füchse bis unter 40% im Monat August 1994. Bis zu dem Herbstimpfeinsatz erhöhten sich die Seuchenraten erneut und erreichten im Oktober 1994 ein Maximum von 90%. Auf die im selben Monat durchgeführte Impfkation folgte ein Absinken der Seuchenrate auf ca. 55% im Monat Dezember 1994. Im weiteren Verlauf der Wintermonate (Januar und Februar 1995) lagen die Infektionsraten bei ca. 77%. Ab März 1995 machte sich ein deutlicher Rückgang der Tollwutraten bemerkbar. Eine weitere Impfkation wurde Ende April im gesamten Saarland durchgeführt. Schließlich war im Monat Juni nur noch eine relative Infektionshäufigkeit der untersuchten Tiere von 34% feststellbar. Im weiteren Verlauf der Sommermonate (Juli bis September 1995) zeigten die prozentualen Anteile infizierter Füchse an der Gesamtzahl der tollwutverdächtigen Tiere eine steigende Tendenz. Die Unterschiede der relativen Infektionshäufigkeiten in den Untersuchungsmonaten waren im Chi²-Test signifikant ($\chi^2 = 63,7$; 12 FG; $\alpha = 0,05$). In Abb. 27 ist die

monatliche Verteilung der Seuchenraten der untersuchten Füchse unter Angabe der Impfeinsätze dargestellt. Im Mai und Oktober 1994 wurden 20 Köder je qkm per Flugzeug ausgelegt, während im April 1995 eine kombinierte Köderausbringung erfolgte. Hier lag die Köderdichte bei 20 Köder je qkm (Handauslage) und 25 Köder je qkm (Flugzeugauslage).

Abb. 27:

Monatliche Verteilung der Tollwutraten der untersuchten Füchse unter Berücksichtigung der Impfaktionen im Saarland. (Die Pfeilmarkierungen geben die Zeitpunkte der Impfaktionen an. Die fettgedruckten Monatsbezeichnungen deuten auf die Impfeinsätze hin, die während des Beobachtungszeitraumes August 1994 bis August 1995 berücksichtigt wurden.)



12.1.3.2 Monatliche Verteilung der Einsendungen und der Tollwutraten nach dem Geschlecht

Aus den Abb. 28 und 29 wird ersichtlich, daß ein enger Zusammenhang bestand zwischen der Anzahl der je Monat eingesandten weiblichen wie auch männlichen Füchse und den tollwut-positiven Fähen und Rüden. Demnach nahm der prozentuale Anteil an eingesandten und an Tollwut erkrankten Fähen bzw. Rüden in den einzelnen Monaten in gleicher Weise zu oder ab. Um die Verteilung der relativen Infektionshäufigkeiten nach dem Geschlecht im Verlauf eines Jahres zu verdeutlichen, sind in Tab. 20 die prozentualen Anteile der infizierten Rüden und Fähen an der Gesamtzahl der tollwut-positiven Befunde nach den vier Jahreszeiten aufgeführt. Dabei zeigt sich, daß in allen vier Jahreszeiten stets mehr Fähen als Rüden mit dem Rabiesvirus infiziert waren. Desweiteren nahm die relative Infektionshäufigkeit der Rüden im Verlauf der Winter-, Frühjahrs- und Sommermonate kontinuierlich ab und stieg erst im Herbst wieder an. Folglich verhielten sich die Infektionsraten der Fähen in umgekehrter Weise.

Tab. 20:

Jahreszeitliche Verteilung der tollwut-positiven Füchse nach dem Geschlecht

Geschlecht	Anteil der Tollwut-positiven Füchse an der Gesamtzahl der tollwut-positiven Befunde in % im			
	Herbst	Winter	Frühjahr	Sommer
Rüden	48,7	44,8	40,0	31,8
Fähen	51,3	55,2	60,0	68,2
Total	100,0	100,0	100,0	100,0

Abb. 28:

Monatliche Verteilung der Einsendungen an Füchsen nach dem Geschlecht

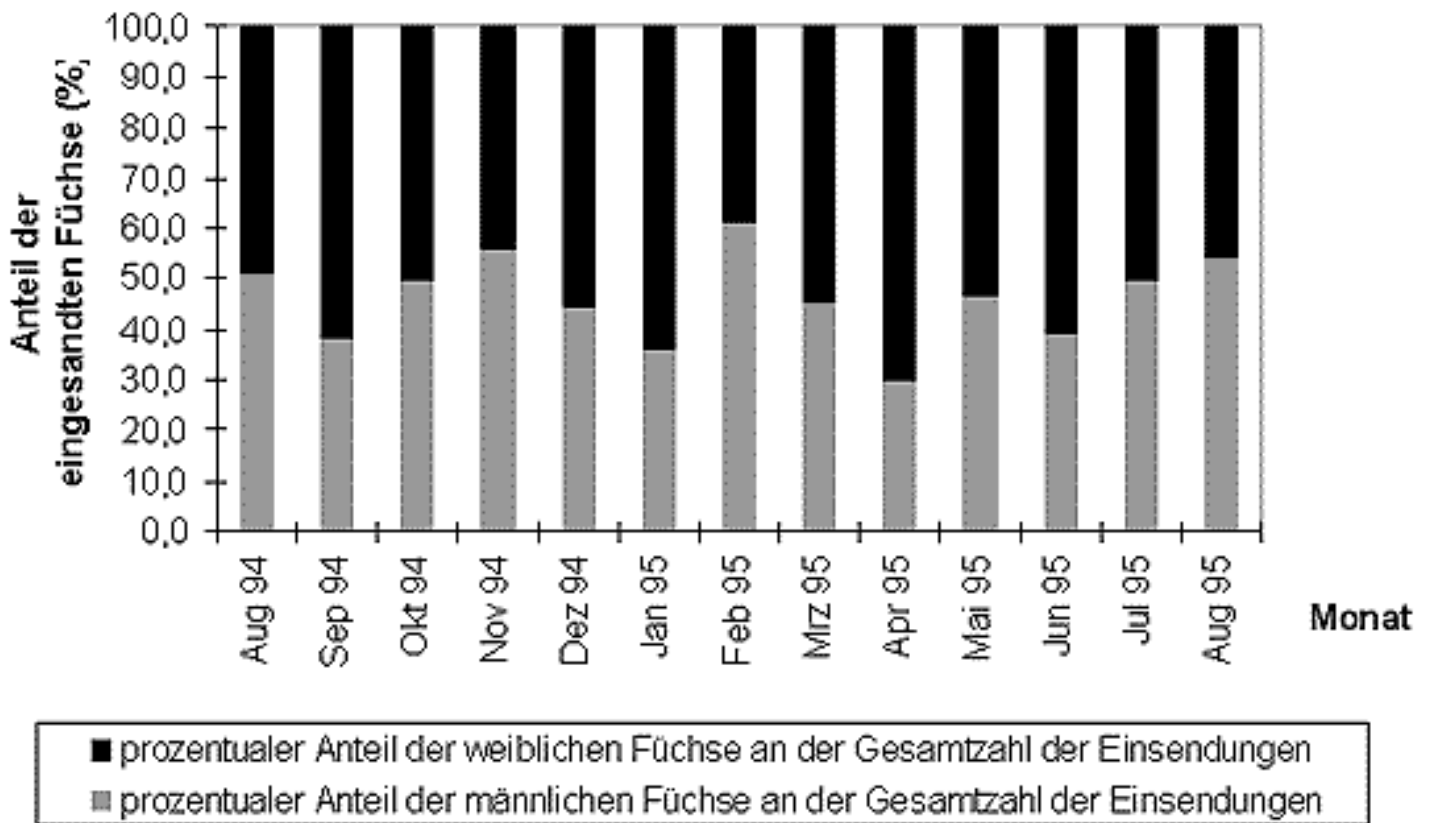
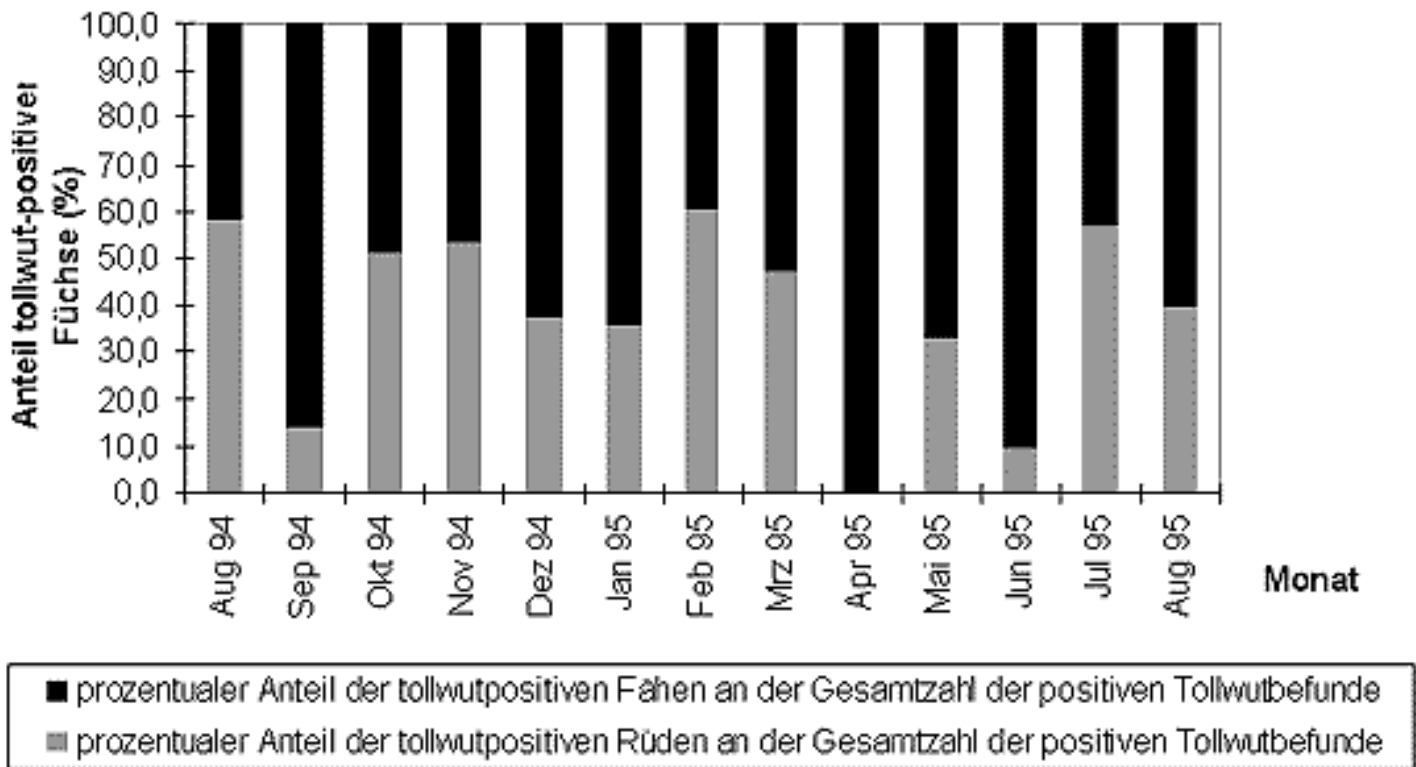


Abb. 29:

Monatliche Verteilung der tollwut-positiven Füchse nach dem Geschlecht



12.1.3.3 Monatliche Verteilung der Einsendungen und der Tollwutraten nach dem Alter

In gleicher Weise wie in Kap. 12.1.3.1 wird aus den Abb. 30 und 31 ersichtlich, daß ebenfalls eine Abhängigkeit zwischen der Anzahl der eingesandten und tollwut-positiven juvenilen und adulten Tieren besteht. Hinsichtlich der jahreszeitlichen Verteilung der relativen Infektionshäufigkeiten der Jung- und Altfüchse ist erkennbar, daß in den Wintermonaten Füchse beider Altersklassen zu etwa gleichen Teilen mit dem Tollwutvirus infiziert waren. Im Frühjahr dagegen lag der prozentuale Anteil infizierter adulter Tiere an der Gesamtzahl der positiven Seuchenbefunde mit 93% wesentlich höher als der prozentuale Anteil infizierter juveniler Tiere mit ca. 7%. Schließlich ließ sich in den Sommer- und Herbstmonaten ein Anstieg der tollwut-positiven Jungfüchse verzeichnen, während der prozentuale Anteil der an Tollwut erkrankten adulten Tiere an der Gesamtzahl der positiven Seuchenbefunde in dieser Zeit rückläufig war. Insgesamt nahmen die relativen Infektionshäufigkeiten bei beiden Altersklassen in den Wintermonaten wieder ab (Tab. 21).

Tab. 21:
Jahreszeitliche Verteilung der tollwut-positiven Füchse nach dem Alter

Alter	Anteil der tollwut-positiven Füchse an der Gesamtzahl der tollwut-positiven Befunde in % im:			
	Herbst	Winter	Frühjahr	Sommer
juvenile Füchse	83,3	49,3	6,7	54,5
adulte Füchse	16,7	50,7	93,3	45,5
Total	100,0	100,0	100,0	100,0

Abb. 30:

Monatliche Verteilung der Einsendungen an Füchsen nach dem Alter

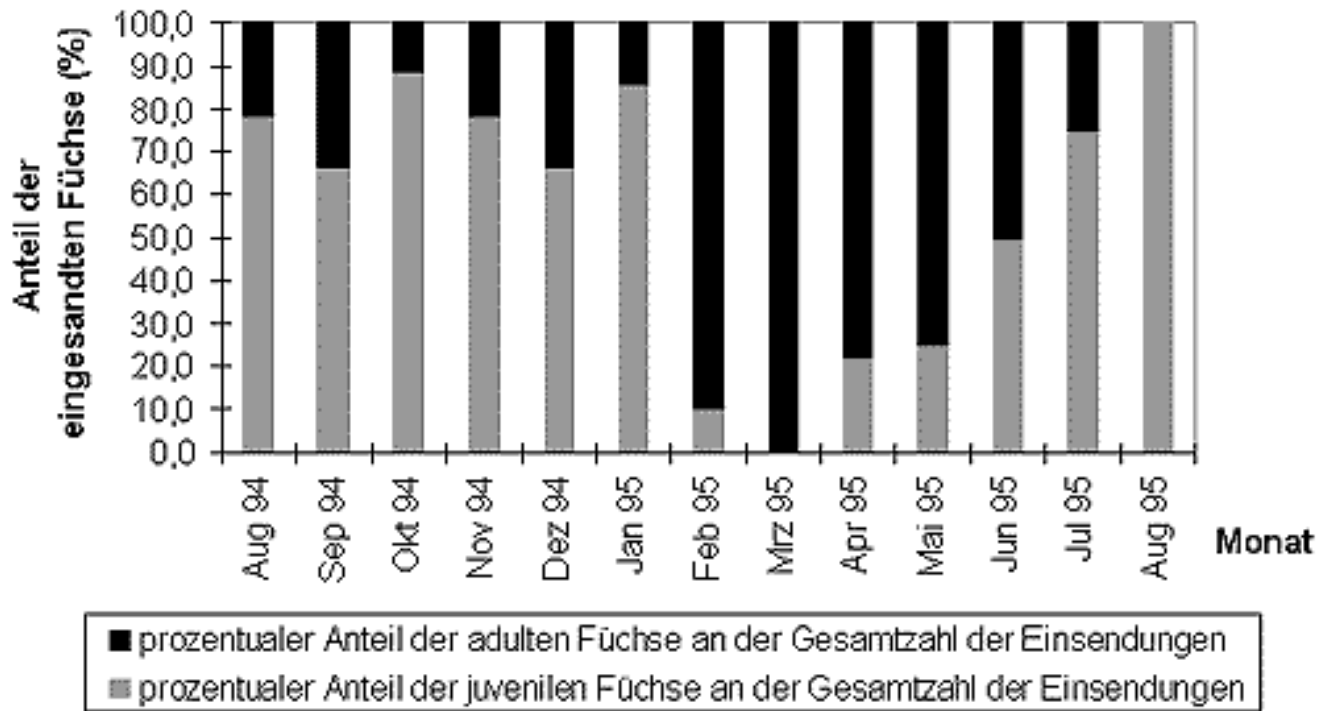
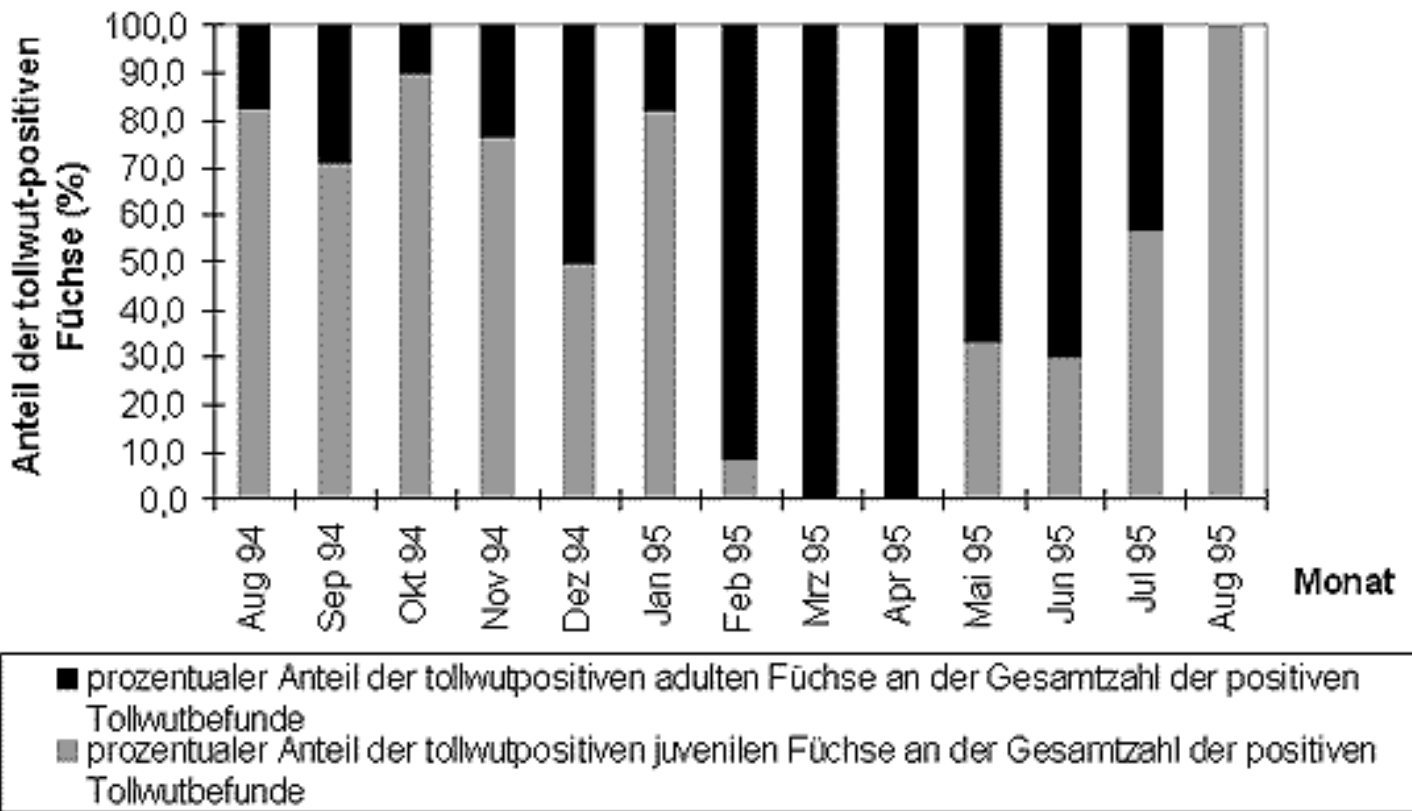


Abb. 31:

Monatliche Verteilung der tollwut-positiven Füchse nach dem Alter



12.1.4 Verteilung der Tollwutraten nach Landkreisen unter Berücksichtigung des Hunting Index

Aus Tab. 22 geht hervor, daß in dem Untersuchungszeitraum August 1994 bis August 1995 der Landkreis St. Wendel mit 85,3% die höchste Infektionsrate verzeichnete, gefolgt von dem Landkreis Saarlouis mit 68,4% und dem Landkreis Neunkirchen mit 64,4%. Aus dem Stadtverband Saarbrücken waren 61,2% und aus dem Saar-Pfalz-Kreis 55,6% der untersuchten Füchse an der Gesamtzahl der Einsendungen mit dem Tollwutvirus infiziert. Die geringste Tollwutrate entfiel mit 50,7% auf die untersuchten Füchse aus dem Landkreis Merzig-Wadern. Die unterschiedlichen Seuchenraten in den einzelnen Landkreisen erwiesen sich im Chi²-Test als signifikant ($\chi^2 = 14,4$; 5 FG; $\alpha = 0,05$).

Der Hunting Index wird normalerweise für den Zeitraum eines Jagdjahres berechnet (Beginn 31.3./Ende 1.4.). Da die Untersuchungen der Füchse ungefähr ab der Mitte des Jagdjahres 1994/95 begonnen und in der Mitte des Jagdjahres 1995/96 abgeschlossen wurden, erfolgte für die Auswertung die Ermittlung des Hunting Index-Mittelwertes von beiden Jagdjahren.

Tab. 22:
Verteilung der Tollwutraten der untersuchten Füchse und der Hunting Index-Mittelwerte der Jagdjahre 1994/95 und 1995/96 nach Landkreisen

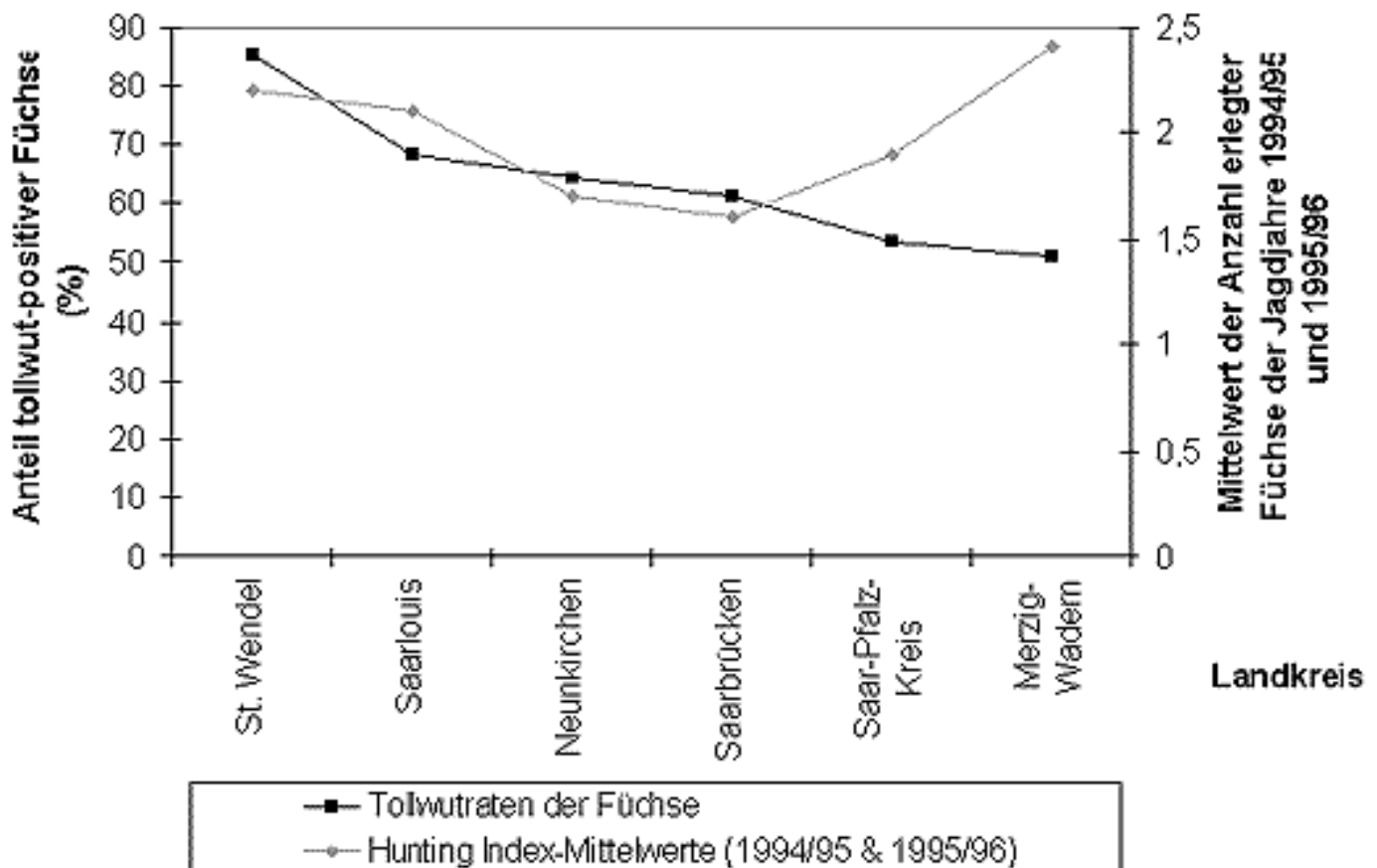
Landkreis	Anzahl der untersuchten Füchse	Anzahl tollwut-positiver Füchse	Tollwutrate in %	Hunting-Index-Mittelwert (1994/95 & 1995/96)
Merzig-Wadern	71	36	50,7	2,4

St. Wendel	34	29	85,3	2,2
Saarlouis	57	39	68,4	2,1
Saar-Pfalz-Kreis	56	30	53,6	1,9
Saarbrücken	121	74	61,2	1,6
Neunkirchen	45	29	64,4	1,7
Saarland	384	237	61,7	2,0

In Abb. 32 sind die Mittelwerte der Hunting Indices der Jagdjahre 1994/95 und 1995/96 der einzelnen Landkreise des Saarlandes zu den Fuchstollwutraten des untersuchten Zeitraumes in Beziehung gesetzt. Dabei läßt ein Vergleich zwischen den relativen Infektionsraten und den Hunting Index-Mittelwerten der Landkreise St. Wendel, Saarlouis, Neunkirchen sowie des Stadtverbandes Saarbrücken erkennen, daß mit sinkenden Anteilen tollwut-positiver Füchse an der Gesamtzahl der untersuchten Tiere die Hunting Index-Mittelwerte ebenfalls zurückgingen. Im Gegensatz dazu war in den Landkreisen Merzig-Wadern und Saar-Pfalz eine gewisse Korrelation zwischen beiden Parametern nicht festzustellen, wobei sich insbesondere der Landkreis Merzig-Wadern durch die niedrigste Seuchenrate und die im Mittel höchste Anzahl gestreckter Füchse je qkm auszeichnete.

Abb. 32:

Vergleich der Tollwutraten der untersuchten Füchse und der Hunting Index-Mittelwerte der Jagdjahre 1994/95 und 1995/96 in den Landkreisen des Saarlandes



12.2 Ergebnisse der Antikörper- und OTC-Bestimmung

Die Erfassung und Auswertung der Antikörper- und OTC-Nachweisraten in dem Beobachtungszeitraum August 1994 bis August 1995 beschränkte sich auf insgesamt 3 Köderauslagen. Die Termine der berücksichtigten Impfeinsätze waren Mai 1994, Oktober 1994 und April 1995, wobei im gesamten Landesgebiet flächendeckend Tübinger Köder in einer Menge von 20 Köder je qkm im Frühjahr und Herbst 1994 und 20 Köder je qkm (Auslegung per Hand) bzw. 25 Köder je qkm (Auslegung per Flugzeug) im Frühjahr 1995 zur Anwendung kamen. Insgesamt wurden in dem untersuchten Zeitraum 94 tollwut-negative Füchse auf neutralisierende Antikörper gegenüber dem Tollwutvirus sowie auf OTC-Markierungen untersucht. Dies entsprach einer Anzahl von ca. 4 Kontrollfüchse je 100 qkm und Jahr, womit der geforderte Wert von 16 Füchse je 100 qkm und Jahr nur zu 25% erreicht wurde. Die Anzahl der zur Untersuchung gelangten Füchse variierte in den einzelnen Kontrollmonaten erheblich. Tab. 23 gibt einen Überblick über die Anzahl der untersuchten Füchse sowie über die Antikörper- und OTC-Befunde.

Obwohl die Folgeuntersuchungen zur Prüfung der Wirksamkeit der oralen Vakzination der Füchse vier Wochen nach jeder Auslegeaktion über einen Zeitraum von sechs Monaten durchgeführt werden sollten (vergl. Kap. 2.5), wurde im Saarland erst im August 1994 mit der Sammlung von Kontrollproben begonnen, so daß nach der Impfkation im Mai 1994 nur in den Monaten August, September und Oktober 1994 Kontrollfüchse (n=48) zur Untersuchung gelangten. Im Anschluß an die Impfung im Oktober 1994 reduzierte sich die Anzahl der Einsendungen auf 25 (01. November 1994 bis 30. April 1995). Schließlich wurde im Anschluß an die Köderapplikation Ende April 1995 die vierwöchige Wartezeit nicht eingehalten und bereits im Mai 1995 Proben von Kontrolltieren gesammelt und zur Untersuchung eingeschickt. Bis einschließlich August 1995 gingen 21 Kontrollfüchse in die Untersuchung ein. Kontrolltiere aus den Monaten September und Oktober 1995 konnten in der vorliegenden Untersuchung nicht berücksichtigt werden, so daß die Ergebnisse der Folgeuntersuchung im Anschluß an die Herbstimpfung 1995 unvollständig waren. Die Ergebnisse ließen sich statistisch nicht absichern (χ^2 (Ak-Nachweis) = 6,44; χ^2 (OTC-Nachweis) = 7,10; 12 FG; α = 0,05).

Tab. 23:

Überblick über die Ergebnisse der Kontrolluntersuchungen zur oralen Immunisierung der Füchse gegen Tollwut im Saarland im Zeitraum August 1994 bis August 1995 (Die fettgedruckten, unterstrichenen Monate geben die Zeitpunkte der Impfkationen im gesamten Landesgebiet an).

Kontrollmonat	Gesamtzahl untersuchter Kontrollfüchse	Anzahl der Füchse mit Ak-Titer ≥ 1 : 60	Immunisierungsrate in %	Anzahl der OTC-positiven Füchse	Köderaufnahmerate in %
Aug. 1994	31	18	58,1	16	53,2
Sep. 1994	15	4	26,7	5	33,3
Okt. 1994	2	0	0,0	0	0,0
Gesamtzahl der Kontrollfüchse nach der Frühjahrsimpfung Mai 1994	48	22	45,8	21	43,8

Nov. 1994	0	0	0,0	0	0,0
Dez. 1994	6	4	66,7	3	50,0
Jan. 1995	7	3	42,9	3	42,9
Feb. 1995	4	2	50,0	3	75,0
Mär. 1995	7	4	57,1	5	71,4
Apr. 1995	1	0	0,0	1	100,0
Gesamtzahl der Kontrollfüchse nach der Herbstimpfung Oktober 1994	25	13	52,0	15	60,0
Mai 1995	4	3	75,0	4	100,0
Jun. 1995	9	2	22,2	4	44,4
Jul. 1995	2	1	50,0	2	100,0
Aug. 1995	6	2	33,3	2	33,3
Gesamtzahl der Kontrollfüchse nach der Frühjahrsimpfung April 1995	21	8	38,1	12	57,1
Total	94	43	45,7	48	51,1

Von insgesamt 94 in dem Zeitraum August 1994 bis August 1995 untersuchten Füchsen wurde bei 43 Tieren ein Antikörper-Titer $\geq 1 : 60$ festgestellt (Tab. 24). Dies entsprach insgesamt einer Immunisierungsrate von 45,7%. Dagegen ließen sich bei 48 Füchsen (51,1%) OTC-Einlagerungen im Unterkieferknochen nachweisen. Das Probenmaterial zu der im Herbst 1994 durchgeführten Impfkation wies die höchste Serokonversions- (52%) und Köderaufnahmerate (60%) auf.

In Tab. 24 sind die ermittelten Ergebniskombinationen aus den Untersuchungen der Serum- und Knochenproben dargestellt. Mit insgesamt 34,0% war der prozentuale Anteil der Füchse am höchsten, bei denen sowohl der Antikörper- als auch der OTC-Nachweis negativ verlief. Dagegen wiesen 30,9% der untersuchten Füchse einen Antikörpertiter $\geq 1:60$ und OTC-Markierungen im Unterkieferknochen auf. Ein serologisch negativer, aber OTC-positiver Befund ergab sich bei 20,2% der untersuchten Proben, während bei 14,9% der Proben trotz fehlender OTC-Ablagerungen tollwutspezifische Antikörper nachgewiesen wurden. Die in Tab. 24 aufgeführten Ergebnisse erwiesen sich allerdings im χ^2 -Test als nicht signifikant (χ^2 (Ak-Nachweis) = 1,6; 2 FG; $\alpha = 0,05$; (χ^2 (OTC-Nachweis) = 3,3; 2 FG; $\alpha = 0,05$).

Tab. 24:

Zusammenstellung der Ergebnisse der Kontrolluntersuchungen

Einzelergebnis	Impfkation Mai 1994	Impfkation Oktober 1994	Impfkation April 1995	Total (August 1994 bis August 1995)
absolute Anzahl untersuchter Füchse	48	25	21	94

absolute Anzahl Ak-positiver Füchse	22	13	8	43
Immunisierungsrate in %	45,8	52,0	38,1	45,7
absolute Anzahl OTC-positiver Füchse	21	15	12	48
Köderaufnahmerate in %	43,8	60,0	57,1	51,1
Ergebnis-kombination	Impfaktion Mai 1994	Impfaktion Oktober 1994	Impfaktion April 1995	Total (August 1994 bis August 1995)
Ak-positiv - OTC-positiv	29,2 %	28,0 %	38,1 %	30,9 %
Ak-positiv - OTC-negativ	16,7 %	24,0 %	0,0 %	14,9 %
Ak-negativ - OTC-positiv	14,6 %	32,0 %	19,1 %	20,2 %
Ak-negativ - OTC-negativ	39,6 %	16,0 %	42,9 %	34,0 %

#12.2.1 Verteilung der Immunisierungs- und Köderaufnahmeraten nach dem Geschlecht der untersuchten Kontrollfüchse

Im Rahmen der Nachfolgeuntersuchungen der oralen Immunisierung der Füchse gegen Tollwut wurde bei 46 Rüden und 43 Fähen der Antikörpertiter gegen das Tollwutvirus bestimmt. Wie in Tab. 25 dargestellt, lag dabei der Anteil der männlichen Tiere an der Gesamtzahl der eingesandten Rüden mit einem Antikörpertiter $\geq 1:60$ bei 52,2%. Bei den Fähen wurde dagegen eine geringere Immunisierungsrate von 40,0% ermittelt. In ähnlicher Weise verhielt es sich mit den Ergebnissen der OTC-Bestimmung. Mit 58,7% verzeichneten die männlichen Füchse eine höhere Köderaufnahmerate als die weiblichen Tiere mit 46,5%. Eine Abhängigkeit zwischen dem Geschlecht der untersuchten Füchse und den Ergebnissen der Nachfolgeuntersuchungen ließ sich statistisch nicht absichern (χ^2 (Ak-Titer) = 0,95; χ^2 (OTC-Nachweis) = 1,30; 1 FG; $\alpha = 0,05$).

Tab. 25:

Verteilung der Untersuchungsbefunde der Antikörper- und der OTC-Bestimmung nach dem Geschlecht der Kontrollfüchse

Geschlecht	Anzahl untersuchter Füchse	Anzahl der Füchse mit Ak-Titer $\geq 1 : 60$	Immunisierungsrate in %	Anzahl der OTC-positiven Füchse	Köderaufnahmerate in %

Rüden	46	24	52,2	27	58,7
Fähen	43	18	40,0	20	46,5
Geschlecht unbek.	5	1	20,0	1	20,0
Total	94	43	45,7	48	51,1

12.2.2 Verteilung der Immunisierungs- und Köderaufnahmeraten nach dem Alter der untersuchten Kontrollfüchse

Sowohl für den Antikörper-Nachweis als auch für die OTC-Bestimmung standen etwa doppelt so viele juvenile als adulte Füchse zur Verfügung. Tab. 26 verdeutlicht, daß mit 45,8% bzw. 44,1% sowohl die Immunisierungs- als auch die Köderaufnahmerate bei den Jungfüchsen niedriger war als bei den Altfüchsen mit 50,0% bzw. 70,0%. Im Chi²-Test ließ sich jedoch lediglich ein Zusammenhang zwischen dem Alter der untersuchten Füchse und dem OTC-Nachweis statistisch nachweisen (χ^2 (Ak-Titer) = 0,13; χ^2 (OTC-Nachweis) = 5,47; 1 FG; $\alpha = 0,05$).

Tab. 26:
Verteilung der Untersuchungsbefunde der Antikörper- und der OTC-Bestimmung nach dem Alter der Kontrollfüchse

Altersklasse	Anzahl untersuchter Füchse	Anzahl der Füchse mit Ak-Titer $\geq 1 : 60$	Immunisierungsrate in %	Anzahl der OTC-positiven Füchse	Köderaufnahmerate in %
juvenil	59	27	45,8	26	44,1
adult	30	15	50,0	21	70,0
Alter unbek.	5	1	20,0	1	20,0
Total	94	43	45,7	48	51,1

[weiter bei 12.2.3 Verteilung der Immunisierungs- und Köderaufnahmeraten nach Landkreisen](#)

[zurück zu 12.2.2 Verteilung der Immunisierungs- und Köderaufnahmeraten nach dem Alter der untersuchten Kontrollfüchse](#)

12.2.3 Verteilung der Immunisierungs- und Köderaufnahmeraten nach Landkreisen

Insgesamt waren von den 94 untersuchten Füchsen bei 43 (45,7%) Tieren neutralisierende Antikörper gegenüber dem Tollwutvirus nachweisbar. Dabei wiesen die Kontrollfüchse aus dem Landkreis Merzig-Wadern mit 54,8% die höchste Serokonversionsrate auf, gefolgt von den Tieren aus dem Saar-Pfalz-Kreis mit 52,9% und den Füchsen aus dem Landkreis St. Wendel mit 50%. Dagegen lag der Anteil der Tiere an der Gesamtzahl der untersuchten Kontrollfüchse, bei denen die Serodiagnose einen Antikörpertiter $\geq 1 : 60$ ergab, im Landkreis Neunkirchen bei 33,3% und im Stadtverband Saarbrücken bei ca. 37,9%. Die niedrigste Immunisierungsrate entfiel auf die Füchse aus dem Landkreis Saarlouis mit nur 20,0%. In Tab. 27 sind die Ergebnisse der Serodiagnose zusammengefaßt. Im Chi²-Test erwiesen sich die Unterschiede zwischen den Immunisierungsraten der Kontrolltiere aus den einzelnen Landkreisen als nicht signifikant ($\chi^2 = 4,44$; 5 FG; $\alpha = 0,05$).

Auch hinsichtlich der OTC-Nachweisraten ergaben sich deutlich Unterschiede zwischen den Landkreisen. Während im Landkreis Saarlouis der OTC-Nachweis bei einer sehr geringen Probengröße ($n=5$) bei 0% lag, wiesen im Stadtverband Saarbrücken ca. 48% der aus dem Stadtverband untersuchten Füchse OTC-Markierungen im Unterkieferknochen auf. In den Landkreisen Merzig-Wadern, Neunkirchen sowie aus dem Saar-Pfalz-Kreis waren etwas höhere Köderaufnahmeraten von 54,8%, 55,6% bzw. 56,3% feststellbar. Mit 75% war der Anteil der Füchse unter den aus dem Landkreis St. Wendel eingesandten Tiere am höchsten. Die Unterschiede zwischen den Ergebnissen der einzelnen Landkreise waren statistisch nicht signifikant ($\chi^2 = 6,52$; 5 FG; $\alpha = 0,05$).

Tab. 27:
Ergebnisse der Antikörper- und OTC-Bestimmung und Verteilung der Immunisierungs (Ak)- und Köderaufnahmeraten (OTC) nach Landkreisen

Land-kreis	Proben-anzahl	Ak-Titer					Ak-rate in %	OTC-positive Füchse	OTC-rate in %
		1 : 60	1 : 180	1 : 540	1 : 1620	$\geq 1 : 60$			
		12	3	2	0	17			
Merzig-Wadern	31	12	3	2	0	17	54,8	17	54,8
St. Wendel	4	1	1	0	0	2	50,0	3	75,0
Saarlouis	5	1	0	0	0	1	20,0	0	0,0
Saar-Pfalz-Kreis	16	8	1	0	0	9	52,9	9	56,3
Saarbrücken	29	7	1	2	1	11	37,9	14	48,3
Neunkirchen	9	2	0	1	0	3	33,3	5	55,6
Total	94	31	6	5	1	43	45,7	48	51,1

Die Gegenüberstellung der in den einzelnen Landkreisen ermittelten Tollwut-, Immunisierungs- und Köderaufnahmeraten zeigt (Tab. 28), daß in den Landkreisen mit einem knapp über dem Durchschnitt liegenden Tollwutverseuchungsgrad (Saarlouis und Neunkirchen $> 62\%$) niedrige Serokonversionsraten (20,0% bzw. 33,3%) zu verzeichnen waren. Dagegen wiesen die Landkreise Merzig-Wadern und Saar-Pfalz bei niedrigeren Seuchenraten (51% bzw. 54%)

überdurchschnittlich hohe Immunisierungsraten (55% bzw. 53%) auf. Nur im Landkreis St. Wendel und im Stadtverband Saarbrücken ließen sich bei der höchsten (85%) bzw. niedrigsten Infektionsrate (61%) ebenfalls über bzw. unter dem Durchschnitt liegende Immunisierungsraten feststellen. Es sei darauf hingewiesen, daß lediglich die unterschiedliche regionale Verteilung der Seuchenraten im Chi²-Test statistisch abgesichert werden konnte.

Tab. 28:

Verteilung der Tollwut-, Immunisierungs- und Köderaufnahme-raten nach Landkreisen

Landkreis	Tollwutrate in %	Immunisierungsratesrate in %	Köderaufnahme-ratesrate in %
Merzig-Wadern	50,7	54,8	54,8
St. Wendel	85,3	50,0	75,0
Saarlouis	68,4	20,0	0,0
Saar-Pfalz-Kreis	53,6	52,9	56,3
Saarbrücken	61,2	37,9	48,3
Neunkirchen	64,4	33,3	55,6

Zur Klärung der Frage, ob ein Zusammenhang zwischen den prozentualen Anteilen der genutzten Bodenflächen (Wald-, Landwirtschafts-, Siedlungs- und Verkehrsfläche) sowie der unterschiedlichen Bevölkerungsdichten der einzelnen Landkreise des Saarlandes und den erhobenen Tollwut-, Immunisierungs- und Köderaufnahme-raten bestand, wurde Tab. 29 erstellt. Dabei wurden jeweils drei Landkreise zu einer Gruppe zusammengefaßt. Um einen möglichen Trend in der Verteilung der Daten verdeutlichen zu können, wurde für jede Gruppe der Durchschnittswert errechnet. Aus der Tabelle ist ersichtlich, daß sich in den Landkreisen mit einem durchschnittlich niedrigen prozentualen Anteil bewaldeter Fläche sowie einem durchschnittlich hohen prozentualen Anteil landwirtschaftlich genutzter Fläche verhältnismäßig hohe Seuchenraten und geringe Antikörper- und OTC-Raten ergaben. Darüber hinaus war festzustellen, daß die Landkreise mit einem im Durchschnitt höher liegenden prozentualen Anteil Siedlungs- und Verkehrsfläche und einer gleichzeitig höheren Anzahl Einwohner je qkm hohe Tollwutraten und geringe Antikörper- und Marker-Raten aufwiesen.

Tab. 29:

Verteilung der Tollwut-, Immunisierungs- und Köderaufnahme-raten nach den durchschnittlichen, prozentualen Anteilen der Flächennutzungsarten der Landkreise des Saarlandes

Einteilung der Landkreise nach dem Waldanteil	Landkreis	Waldfläche in %	Tollwutrate in %	Ak-Rate in %	OTC-Rate in %
Saarbrücken Merzig-Wadern Saar-Pfalz-Kreis		38	56	49	53
St. Wendel Neunkirchen Saarlouis		20	71	33	44

Einteilung der Landkreise nach dem Anteil der Landwirtschaftsfläche					
Landkreis	Landwirtschaftsfläche in %		Tollwutrate in %	Ak-Rate in %	OTC-Rate in %
Saarlouis St. Wendel Merzig-Wadern	51		64	50	50
Saar-Pfalz-Kreis Neunkirchen Saarbrücken	39		60	43	52
Einteilung der Landkreise nach der Siedlungs- und Verkehrsfläche (SV) sowie nach der Bevölkerungsdichte (BVD)					
Landkreis	SV-Fläche in %	BVD	Tollwutrate in %	Ak-Rate in %	OTC-Rate in %
Saarbrücken Neunkirchen Saarlouis	25	650	64	30	35
Saar-Pfalz-Kreis St. Wendel Merzig-Wadern	15	255	59	53	62

13. Ergebnisse zur Befallsextenstität von Echinococcus multilocularis bei Füchsen im Saarland im Zeitraum August 1994 bis August 1995

13.1 Befallsextenstität von Echinococcus multilocularis bei den untersuchten Füchsen

Von den 392 zur Tollwutdiagnostik eingesandten Füchsen wurden 352 (100 %) Tiere auf einen Befall mit E. multilocularis untersucht, wobei 68 Füchse (19,3%) Träger des Parasiten waren. 40 Füchse konnten für die parasitologische Untersuchung nicht verwandt werden, da entweder der Magen-Darm-Trakt beschädigt war oder die autolytischen Veränderungen der Fuchskadaver zu weit fortgeschritten waren.

13.1.1 Befallsextenstität von Echinococcus multilocularis in Abhängigkeit vom Geschlecht

Unter den insgesamt 352 untersuchten Füchsen lag der Anteil weiblicher Tiere mit 52,3% (n= 184) höher als der Anteil männlicher Füchse mit 47,7% (n= 168). Das Geschlechterverhältnis von Fähen zu Rüden lag somit bei 1,1 : 1.

Aus Tab. 30 wird ersichtlich, daß Rüden mit 20,2% (n=34) geringfügig häufiger mit E. multilocularis infiziert waren, als Fähen mit 18,5% (n=34). Im Chi²-Test war dieser Unterschied der relativen Befallshäufigkeit von männlichen und weiblichen Füchsen nicht signifikant ($\chi^2 = 0,17$; 1FG; $\alpha = 0,05$).

Tab. 30:

Befallsextenität von *E. multilocularis* bei den untersuchten Rüden und Fähen

Geschlecht	Anzahl untersuchter Füchse	Anzahl infizierter Füchse	Befallsextenität in %
Rüden	168	34	20,2
Fähen	184	34	18,5
Total	352	68	19,3

13.1.2 Befallsextenität von *Echinococcus multilocularis* in Abhängigkeit vom Alter

Hinsichtlich der Altersstruktur der untersuchten Fuchspopulation ließen sich 218 Tiere (61,9%) der Altersklasse "juvenil" und 134 (38,1%) der Altersklasse "adult" zuordnen (Tab. 31). Mit 22,4% waren adulte Füchse häufiger mit *E. multilocularis* befallen als juvenile Füchse mit 17,4%. Im χ^2 - Vierfeldertest ergab sich jedoch kein signifikanter Unterschied zwischen den Altersklassen ($\chi^2 = 1,3$; FG 1; $\alpha = 0,05$).

Tab. 31:

Befallsextenität von *E. multilocularis* bei den untersuchten juvenilen und adulten Füchsen

Altersklasse	Anzahl untersuchter Füchse	Anzahl infizierter Füchse	Befallsextenität in %
juvenil	218	38	17,4
adult	134	30	22,4
Total	352	68	19,3

13.1.3 Befallsextenität von *Echinococcus multilocularis* nach Monaten

Wie in Tab. 32 erkennbar, unterlag die Anzahl der untersuchten Füchse in den Untersuchungsmonaten erheblichen Schwankungen, die in erster Linie von dem Tollwutgeschehen im Saarland abhängig war. Aufgrund dieser differierenden Untersuchungszahlen wurden die Befallsraten von *E. multilocularis* bei den untersuchten Füchsen für die vier Jahreszeiten zusammengefaßt. Da in dem Untersuchungszeitraum der Monat August zweimal auftrat, wurde der August 1994 bei der jahreszeitlichen Verteilung der relativen Befallshäufigkeiten nicht berücksichtigt. Es ergab sich eine Tendenz zu höheren Prävalenzraten von *E. multilocularis* im Winter und im Frühjahr als in den Sommer- und Herbstmonaten. Im χ^2 -Test erwiesen sich die Unterschiede allerdings als nicht signifikant ($\chi^2 = 3,70$; 3 FG; $\alpha = 0,05$).

Tab. 32:

Verteilung von *E. multilocularis* bei Füchsen im Saarland nach Monaten und Jahreszeiten

Monat	Anzahl untersuchter Füchse	Anzahl infizierter Füchse	Befallsextenität in %
(Aug. 1994)	(51)	(15)	(29,4
Sep. 1994	21	2	9,5
Okt. 1994	46	6	13,0
Nov. 1994	37	7	18,9

Herbst 1994 (Sep. - Nov. 1994)	104	15	14,4
Dez. 1994	30	6	20,0
Jan. 1995	36	7	19,4
Feb. 1995	30	7	23,3
Winter 1994/95 (Dez. 1994 - Feb. 1995)	96	20	20,8
Mär. 1995	29	8	27,6
Apr. 1995	7	2	28,6
Mai 1995	15	2	13,3
Frühjahr 1995 (Mär. 1995 - Mai 1995)	51	12	23,5
Jun. 1995	26	3	11,5
Jul. 1995	14	2	14,3
Aug. 1995	10	1	10,0
Sommer 1995 (Jun. - Aug. 1995)	50	6	12,0

Faßt man die 12 Untersuchungsmonate (September 1994 bis August 1995) zu einem "Sommerhalbjahr" (Mai bis Oktober) und einem "Winterhalbjahr" (November bis April) zusammen, so waren in der Sommerperiode 14,3% und in der Winterperiode 21,1% der untersuchten Füchse mit *E. multilocularis* befallen. Dieser Unterschied ließ sich im Chi²-Test statistisch absichern ($\chi^2 = 4,88$; 1FG; $\alpha = 0,05$).

13.1.4 Befallsextenstität von *Echinococcus multilocularis* nach Landkreisen

Die unterschiedliche Verbreitung des Fuchsbandwurmes innerhalb der fünf Landkreise des Saarlandes sowie des Stadtverbandes Saarbrücken zeigt Tab. 33. Mit 30,6% war die Befallsextenstität bei den Füchsen aus dem Landkreis Merzig-Wadern am höchsten, gefolgt von einer Infektionsrate von 30,2% bei den Tieren aus dem Landkreis Neunkirchen und 25,9% bei denen aus dem Landkreis St. Wendel. Bei den aus dem Saar-Pfalz-Kreis stammenden Füchsen ergab sich eine Prävalenzrate von 21,6%. Die untersuchten Tiere aus dem Landkreis Saarlouis und dem Stadtverband Saarbrücken verzeichneten die geringsten relativen Befallshäufigkeiten. Die unterschiedlichen Prävalenzraten erwiesen sich im Chi²-Test als signifikant ($\chi^2 = 20,2$; 5 FG; $\alpha = 0,05$).

Tab. 33:

Verteilung von *E. multilocularis* bei Füchsen im Saarland nach Landkreisen

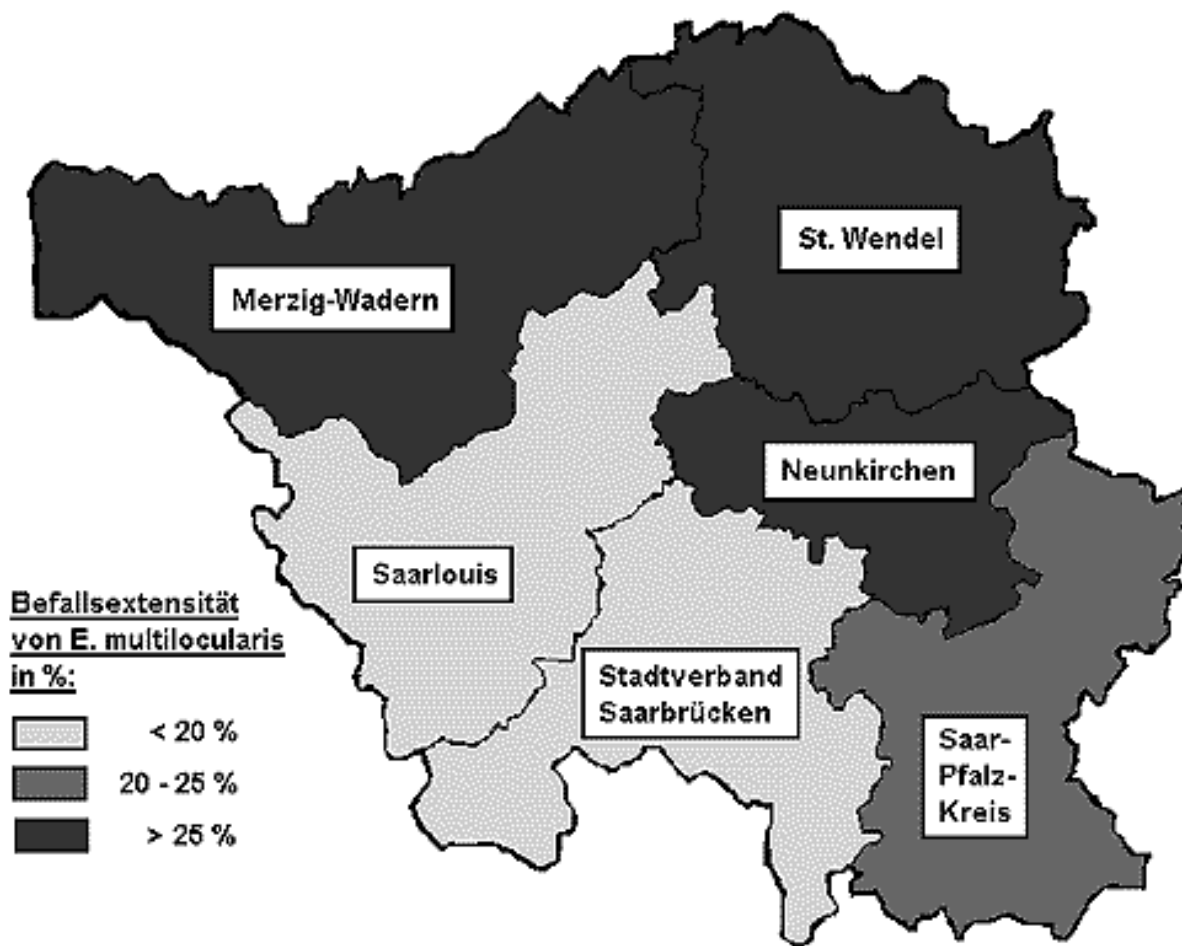
Landkreis	Anzahl der untersuchten Füchse	Anzahl der infizierten Füchse	Befallsextenstität in %
Merzig-Wadern	72	22	30,6
St. Wendel	27	7	25,9
Saarlouis	50	4	8,0
Saar-Pfalz-Kreis	51	11	21,6

Saarbrücken	109	11	10,1
Neunkirchen	43	13	30,2
Saarland	352	68	19,3

Abb. 33 zeigt die unterschiedliche geographische Verbreitung von E. multilocularis bei den untersuchten Füchsen im Saarland. Teilt man das gesamte Landesgebiet in einen nördlichen und einen südlichen Teil, so wird ein Gefälle der Prävalenzraten von Echinococcus multilocularis von Nord nach Süd deutlich.

Abb. 33:

Regionale Verteilung der Befallsextenstäten von E. multilocularis bei Füchsen im Saarland



In Anlehnung an Tab. 29 wurde im folgenden untersucht, ob ein Zusammenhang zwischen den prozentualen Anteilen der genutzten Bodenflächen (Wald-, Landwirtschafts-, Siedlungs- und Verkehrsfläche) sowie der unterschiedlichen Bevölkerungsdichten der einzelnen Landkreise des Saarlandes und den erhobenen relativen Befallshäufigkeiten der untersuchten Füchse bestand (Tab. 34). Hinsichtlich der Verteilung der Befallsextenstäten von E. multilocularis nach den durchschnittlichen, prozentualen Anteilen der Flächennutzungsarten der Landkreise des Saarlandes zeigte sich trotz unterschiedlicher Anteile bewaldeter Fläche, daß die relativen Befallshäufigkeiten der Füchse in etwa gleich waren, während bei einem durchschnittlich hohen prozentualen Anteil landwirtschaftlich genutzter Fläche die Prozentzahlen infizierter Füchse höher lagen als bei einem niedrigen durchschnittlichen Anteil Landwirtschaftsfläche. Weiterhin war

festzustellen, daß die Landkreise mit einem im Durchschnitt höher liegenden prozentualen Anteil Siedlungs- und Verkehrsfläche und einer gleichzeitig höheren Anzahl Einwohner je qkm geringe Prävalenzraten aufwiesen.

Tab. 34:

Verteilung der Befallsextenstäten von E. multilocularis nach den durchschnittlichen, prozentualen Anteilen der Flächennutzungsarten der Landkreise des Saarlandes

Einteilung der Landkreise nach dem Waldanteil			
Landkreis	Waldfläche in %		Befallsextenstät in %
Saarbrücken Merzig-Wadern Saar-Pfalz-Kreis	38		19
St. Wendel Neunkirchen Saarlouis	20		20
Einteilung der Landkreise nach dem Anteil der Landwirtschaftsfläche			
Landkreis	Landwirtschaftsfläche in %		Befallsextenstät in %
Saarlouis St. Wendel Merzig-Wadern	51		22
Saar-Pfalz-Kreis Neunkirchen Saarbrücken	39		17
Einteilung der Landkreise nach der Siedlungs- und Verkehrsfläche (SV) sowie nach der Bevölkerungsdichte (BVD)			
Landkreis	SV-Fläche in %	BVD	Befallsextenstät in %
Saarbrücken Neunkirchen Saarlouis	25	650	14
Saar-Pfalz-Kreis St. Wendel Merzig-Wadern	15	255	27

13.1.5 Befallsextenstät von Echinococcus multilocularis in Abhängigkeit von der Flächennutzung

Aus Tab. 35 wird ersichtlich, daß sich in Abhängigkeit von der Flächennutzung in den Gemeinden deutlich unterschiedliche relative Befallshäufigkeiten der untersuchten Füchse mit dem Fuchsbandwurm ergaben, die im Chi²-Test statistisch abgesichert werden konnten ($\chi^2 = 22,1$; 6 FG; $\alpha = 0,05$). Eine Zusammenfassung der Ergebnisse aus Tab. 35 stellt sich wie folgt dar:

1. Bei hohem Waldanteil (40 bzw. über 40%)

- und mittlerem Anteil Landwirtschaftsfläche, Siedlungs- und Verkehrsfläche an der Gesamtfläche ließ sich die höchste Befallsextenstität (40%) von E. multilocularis feststellen
- und hohem Anteil Landwirtschaftsfläche sowie niedrigem Anteil Siedlungs- und Verkehrsfläche an der Gesamtfläche waren ca. 29% der untersuchten Füchse mit dem Fuchsbandwurm infiziert
- und niedrigem Anteil landwirtschaftlich genutzter Fläche sowie hohem Anteil Siedlungs- und Verkehrsfläche an der Gesamtfläche lag die Befallsrate der untersuchten Füchse bei ca. 10%.

2. Bei mittlerem Waldanteil (20 bis 40%) an der Gesamtfläche nahm die Befallsextenstität von E. multilocularis bei sinkendem Anteil Landwirtschaftsfläche und steigendem Anteil Siedlungs- und Verkehrsfläche an der Gesamtfläche von 21,7% auf 0% ab.

3. Bei niedrigem Waldanteil (bis 20%) an der Gesamtfläche nahm die Befallsextenstität von E. multilocularis bei sinkendem Anteil Landwirtschaftsfläche und steigendem Anteil Siedlungs- und Verkehrsfläche an der Gesamtfläche von 12,5% bis auf 25,0% zu.

Tab. 35:

Befallsextenstität von E. multilocularis in Abhängigkeit von der Flächennutzung in den Gemeinden des Saarlandes

Anzahl der Gemeinden	Anteil Waldfläche an der Gesamtfläche in %	Anteil Landwirtschaftsfläche an der Gesamtfläche in %	Anteil Siedlungs- und Verkehrsfläche an der Gesamtfläche in %	Anzahl der eingesandten Füchse	Anzahl der infizierten Füchse	Befallsextenstität in %
5	ab 40	ab 40	bis 15	51	15	29,4
6	ab 40	20 bis 40	15 bis 30	30	12	40,0
7	ab 40	bis 20	30 bis 50	76	8	10,5
21	20 bis 40	ab 40	bis 25	115	25	21,7
4	20 bis 40	20 bis 40	25 bis 40	20	0	0,0
7	bis 20	ab 40	bis 40	56	7	12,5
2	bis 20	20 bis 40	ab 40	4	1	25,0
52				352	38	19,3

Um im einzelnen den Einfluß des zu- oder abnehmenden prozentualen Anteils der jeweiligen Flächennutzungsart auf die Befallsraten der untersuchten Füchse darstellen zu können, erfolgt in Tab. 36 eine Zuordnung der Gemeinden nach dem abnehmenden prozentualen Anteil bewaldeter, landwirtschaftlich genutzter Fläche sowie Siedlungs- und Verkehrsfläche an der Gesamtfläche. Dabei wird ersichtlich, daß mit abnehmendem Waldanteil an der Gesamtfläche die Befallsextenstität von E. multilocularis deutlich abnimmt, wobei sich allerdings dieser Zusammenhang im Chi²-Test nicht erhärten ließ ($\chi^2 = 2,3$; 2 FG; $\alpha = 0,05$). Eine ebenfalls hohe Befallsrate ergab sich in den Gemeinden mit einem mittleren Anteil landwirtschaftlich genutzter Fläche, während sich die relative Infektionshäufigkeit der Füchse in den Gemeinden mit einem hohen oder niedrigen Anteil Landwirtschaftsfläche an der Gesamtfläche reduzierte. Der Chi²-Wert lag hier nur knapp unter der Signifikanzschranke ($\chi^2 = 5,0$; 2 FG; $\alpha = 0,05$). Weiterhin zeigt sich, daß sowohl bei einem hohen, als auch bei einem niedrigen Anteil Siedlungs- und Verkehrsfläche an der Gesamtfläche signifikant mehr Füchse mit dem Fuchsbandwurm infiziert waren als bei einem mittleren Anteil Siedlungs- und Verkehrsfläche an der Gesamtfläche (χ^2

=13,7; 2 FG; $\alpha = 0,05$).

Tab. 36:

Befallsextenstität von *E. multilocularis* in Abhängigkeit von dem abnehmenden Anteil Wald-, Landwirtschafts-, Siedlungs- und Verkehrsfläche

Flächenart	Anteil der genutzten Fläche an der Gesamtfläche in %	Anzahl der Gemeinden	Anzahl der untersuchten Füchse	Anzahl der infizierten Füchse	Befallsextenstität
Wald	ab 40	18	157	35	22,3
	20 bis 40	25	135	25	18,5
	bis 20	9	60	8	13,3
Landwirtschaft	ab 40	33	222	47	21,2
	20 bis 40	12	54	13	24,1
	bis 20	7	76	8	10,5
Siedlung/Verkehr	ab 40	3	10	3	30,0
	20 bis 40	21	169	19	11,2
	bis 20	28	173	46	26,6

13.1.6 Befallsextenstität von *Echinococcus multilocularis* in Abhängigkeit von der Bevölkerungsdichte

Die höchste Anzahl untersuchter Füchse entfiel auf die Gemeinden mit weniger als 250 Einwohnern je qkm, gefolgt von den Gemeinden mit 1.000 bzw. mehr als 1.000 Einwohnern je qkm. In den Gemeinden mit 250 bis 1.000 Einwohnern je qkm nahm die Anzahl untersuchter Tiere mit steigender Bevölkerungsdichte ab. Mit 29,0% infizierten Füchsen an der Gesamtzahl der untersuchten Füchse ergab sich für die Gemeinden mit 250 bis 500 Einwohnern je qkm die höchste Befallsrate. In den Gemeinden mit weniger als 250 Einwohnern je qkm lag die Infektionsrate der untersuchten Tiere mit 26,2% dagegen etwas niedriger. In den Gemeinden mit 750 bis 1.000 Einwohnern je qkm war mit 8,9% die geringste Befallsextenstität von *E. multilocularis* zu verzeichnen (Tab. 37). Die Unterschiede erwiesen sich im Chi²-Test als signifikant ($\chi^2 = 15,1$; 4 FG; $\alpha = 0,05$).

Tab. 37:

Prozentuale Verteilung von *E. multilocularis* in Abhängigkeit von der Bevölkerungsdichte in den Gemeinden des Saarlandes

Einwohner je qkm	Anzahl der Gemeinden	Anzahl der untersuchten Füchse	Anzahl der infizierten Füchse	Befallsextenstität in %
bis 250	14	107	28	26,2
250 bis 500	16	69	20	29,0
500 bis 750	8	62	9	14,5
750 bis 1.000	9	45	4	8,9
≥ 1.000	5	69	7	10,1

13.1.7 Befallsextenstität von Echinococcus multilocularis in Abhängigkeit von der Höhenlage

Aus den Gemeinden auf einer Höhe von 100 bis 200 m bzw. 200 bis 300 m über NN wurden jeweils über 100 Füchse zur Untersuchung eingesandt. Ab 300 m über NN nahm die Anzahl untersuchter Füchse mit zunehmender Höhenlage der Gemeinden ab. Mit 25,0% entfiel der höchste Anteil der mit E. multilocularis befallenen Füchse an der Gesamtzahl der untersuchten Tiere auf die Gemeinden in einer Höhe von 400 bis 500 m über NN, gefolgt von 24,5% infizierten Tieren an der Gesamtzahl der untersuchten Tiere aus den Gemeinden in einer Höhe von 200 bis 300 m über NN. Während die Befallsrate der untersuchten Füchse aus den Gemeinden mit einer Höhe von 300 bis 400 m über NN bei 22,0% lag, ergab sich für die untersuchten Tiere aus den Gemeinden mit einer Höhe von 100 bis 200 m über NN mit 9,4% die geringste Infektionsrate (Tab. 38). Die Ergebnisse ließen sich im Chi²-test statistisch absichern ($\chi^2 = 9,8$; 2 FG; $\alpha = 0,05$).

Tab. 38:

Prozentuale Verteilung von E. multilocularis in Abhängigkeit von der Höhenlage der Gemeinden des Saarlandes

Höhenlage in m über NN	Anzahl der Gemeinden	Anzahl der untersuchten Füchse	Anzahl der infizierten Füchse	Befallsextenstität in %
100 bis 200	8	106	10	9,4
200 bis 300	29	147	36	24,5
300 bis 400	13	91	20	22,0
400 bis 500	2	8	2	25,0

V. DISKUSSION

14. Untersuchungen zum Tollwutvorkommen im Saarland in den Jahren 1986 bis 1995

14.1 Tollwutraten bei Haus- und Wildtieren

Während des zehnjährigen Beobachtungszeitraumes wurde unter den insgesamt 3.317 eingesandten Haus- und Wildtieren bei 1.040 Tieren (31,4%) Tollwutvirusantigen mittels der Immunfluoreszenzmethode nachgewiesen. Die jährliche Verteilung der ermittelten Tollwutraten ließ dabei eine starke Dynamik erkennen, wobei deutliche Infektionsspitzen auf die Jahre 1989, 1991 und 1994 entfielen. Insgesamt zeigten sich über den gesamten Beobachtungszeitraum deutliche Parallelen zum Tollwutgeschehen in Deutschland (DJV, 1995; WHO, 1995). Hiervon ausgenommen war das Jahr 1994, in dem im Vergleich zum Vorjahr die Zahl der registrierten Seuchenfälle im Saarland um das Achtfache, im gesamten Bundesgebiet dagegen lediglich um knapp das Zweifache zunahm (WHO, 1995).

Im Vergleich zu den Jahren 1965 bis 1985 (EMSCHEMANN-GRÜNERT, 1987) ließ sich anhand der vorliegenden Untersuchung in den Jahren 1986 bis 1995 im Saarland eine deutliche Zunahme der relativen Infektionshäufigkeit bei Haus- und Wildtieren feststellen (Gesamttollwutrate 1965 bis 1985: 22,5%; Gesamttollwutrate 1986 bis 1995: 31,4%). Zudem hatte sich auch das Verhältnis der tollwut-positiven Wildtiere zu den tollwut-positiven Haustieren zu Lasten der Wildtiere verschoben. Während in dem Zeitraum 1965 bis 1985 der Anteil infizierter Wildtiere bei ca. 74% und der der Haustiere bei ca. 26% an der Gesamtzahl der untersuchten Tiere lag, waren unter den insgesamt in den Jahren 1986 bis 1995 eingesandten Tieren 84% der Wildtiere und 16% der Haustiere mit dem Rabiesvirus infiziert. Insgesamt erhöhte sich somit die durchschnittliche Zahl amtlich gemeldeter Tollwutfälle von 61 Fälle je Jahr (1965 bis 1985) auf 104 Tollwutmeldungen je Jahr (1986 bis 1995).

Zwischen der Zahl der Einsendungen und der jeweils aktuellen Seuchenlage bestand über den gesamten Untersuchungszeitraum ein deutlicher Zusammenhang, d.h. in den Jahren mit steigender Zahl tollwut-positiver Befunde nahm auch die Zahl der zur Untersuchung gelangten Tiere zu. Diese Abhängigkeit zwischen der Zahl der eingesandten und tollwutkranken Tiere zeigte sich auch bei der Untersuchung von EHRLER (1994), der dieses Phänomen mit der erhöhten Aufmerksamkeit von Tierhaltern, Tierärzten und Jägern gegenüber krankheitsverdächtigen Tieren bei steigender Tollwutgefahr erklärte. Als weitere bedeutende Ursache ist nicht zuletzt auch die tollwutbedingte Verhaltensänderung infizierter Tiere anzusehen. So ist beispielsweise bei Füchsen mit Beginn der klinischen Symptome

häufig zu beobachten, daß sie die Angst vor dem Menschen verlieren, am Tage über Straßen und durch Dörfer wechseln und auch den Kontakt mit Haustieren nicht scheuen (KROCZA et al., 1983).

14.1.1 Verteilung der Tollwutraten nach Haus- und Wildtierarten

Entsprechend der in Mitteleuropa vorherrschenden silvatischen Form der Tollwut lag im Saarland der prozentuale Anteil tollwut-positiver Wildtiere an der Gesamtzahl der Seuchenfeststellungen mit 84% deutlich höher als der prozentuale Anteil infizierter Haustiere mit 16%. Im Vergleich zur Tollwutsituation im Zeitraum 1965 bis 1985 (vergl. EMSCHERMANN-GRÜNERT, 1987) ließ sich eine Zunahme der tollwut-positiven Wildtiere unter den insgesamt gemeldeten Fällen während der letzten zehn Jahre um zehn Prozentpunkte feststellen. Zu ähnlichen Ergebnissen kamen ROJAHN et al. (1983) mit einer Beteiligung der Wildtiere am Gesamttollwutgeschehen von ca. 85% und der Haustiere von ca. 15%. SCHLÜTER (1994) dagegen ermittelte für das Gebiet der ehemalige DDR bzw. der neuen Bundesländer einen Anteil der Haustiertollwut von 25% und der Wildtiertollwut von 75% am Seuchengeschehen, wobei sich auf den Fuchs 66% aller Tollwutfälle konzentrierten.

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung war der Fuchs zu ca. 74% am Gesamtseuchengeschehen beteiligt und nahm demnach auch im Saarland nach wie vor eine zentrale Stellung im Tollwutgeschehen ein. Nach dem Fuchs waren das Rehwild mit 4,9%, Marder mit 2,9% und Dachs mit 0,7% die am häufigsten betroffenen Wildtierarten. Die Untersuchungen von KROCZA et al. (1983), EHRLER (1994) und SCHLÜTER (1994) erbrachten diesbezüglich ähnliche Ergebnisse.

Unter den Haustieren entfiel der höchste prozentuale Anteil tollwut-positiver Befunde an der Gesamtzahl diagnostizierter Tollwutfälle auf Rinder, gefolgt von Katzen, Hunden, Schafen und Pferden. Im Vergleich zu den Untersuchungen von EMSCHERMANN-GRÜNERT (1987) reduzierte sich der prozentuale Anteil infizierter Rinder, Katzen, Hunde und Pferde unter den Gesamtseuchenfeststellungen in den Jahren 1986 bis 1995, während der prozentuale Anteil erkrankter Schafe von 2,2% auf 3,1% anstieg. Somit entsprachen die eigenen Untersuchungsergebnisse einerseits den Beobachtungen von ZELLER et al. (1990a), die ebenfalls eine rückläufige Tendenz der Beteiligung von Hunden am Tollwutgeschehen beobachteten. Die andererseits von KARGE et al. (1990) beschriebene Zunahme des Anteils der Katze am Seuchengeschehen war im Saarland nicht festzustellen. Hinsichtlich der Tollwutinzidenz der Schafe handelte es sich vermutlich nicht um einen tatsächlichen Anstieg der Fälle, sondern lediglich um eine anteilmäßige Erhöhung infolge der abnehmenden Anteile der anderen Haustierarten. Dennoch besteht bei Schafen als traditionelle Weidetiere generell eine erhöhte Tollwutgefahr (ZELLER, 1990).

Weitgehend erfolgt die Ansteckung empfänglicher Haustiere durch deren Kontakt mit tollwutkranken Füchsen und wird sowohl durch die Haltungform der Haustiere, als auch durch die Höhe der Fuchstollwutdichte bestimmt (ZELLER et al., 1989). So erklärt sich der hohe Anteil der Rinder unter den tollwut-positiven Haustieren in der im Saarland häufig praktizierten Weidehaltung vom zeitigen Frühjahr bis zum späten Herbst. Die im Vergleich zu den Ergebnisse von EMSCHERMANN-GRÜNERT (1987) verzeichneten niedrigeren Anteile infizierter Katzen, Hunde und Pferde unter den Gesamttollwutfällen waren vermutlich in einer Zunahme der präventiven Schutzimpfungen dieser Haustierarten begründet. Trotz des Rückganges der Tollwutfälle bei den Haustieren stellten, wie anhand der Fallberichte der eingesandten Tiere zu erkennen war, die Haustiere, insbesondere Hunde und Katzen, nach wie vor die Hauptexpositionsgefahr für den Menschen im Saarland dar und waren somit die Hauptursache für Impfindikationen in der Bevölkerung.

Insgesamt ließ sich eine enge Korrelation zwischen der Fuchstollwut und dem Gesamttollwutgeschehen im Saarland feststellen. Sowohl die Haustier- als auch die Wildtiertollwut ist eine Funktion der Fuchstollwut. Obwohl Haustiere nur sekundär betroffen sind, können sie dennoch als Bindeglied zwischen der Tollwut des Wildes bzw. des Fuchses und dem Menschen fungieren und stellen durch ihren engen Kontakt mit diesem ein nicht zu unterschätzendes Infektionsrisiko dar (SCHNEIDER, 1977).

14.1.2 Verteilung der Tollwutraten bei Haus- und Wildtieren nach Monaten

Die Ermittlung der zeitlichen Verteilung der relativen Infektionshäufigkeiten der untersuchten Haus- und Wildtiere im Saarland zeigte den für die Tollwut typischen biphasischen Verlauf über den Zeitraum eines Jahres mit einem deutlichen Anstieg der Inzidenzraten im Frühjahr und Herbst. Dabei war zu beobachten, daß der Seuchengipfel im Frühjahr im Durchschnitt weniger ausgeprägt war als der Herbstgipfel. Weiterhin traten die Infektionsspitzen bei den untersuchten Wildtieren sowohl im Frühjahr als auch im Herbst einen Monat früher als unter den untersuchten Haustieren auf.

Die in der vorliegenden Untersuchung ermittelte, für die Tollwut typische saisonale Verteilung der Infektionsraten erklärte sich aus dem biologischen Verhaltensmuster der Fuchse. Dabei ist der Frühjahrsgipfel in Größe und Umfang generell eine Folge der intensiven Fuchsbewegungen in der Ranzzeit, in der sich die Kontakthäufigkeit und damit auch die Auseinandersetzungen der Fuchse untereinander erhöhen (ROJAHN, 1977; KAUKER, 1966; KROCZA et al., 1983). Ähnliche Verhältnisse liegen im Herbst vor, wenn es infolge des Raubmündigwerdens der Jungfuchse zu einem verstärkten Kontakt der Tiere untereinander (Revierkämpfe, Beißereien) und folglich zu einem steigenden Infektionsdruck kommt. Die zeitliche Dynamik der Fuchstollwut bedingte somit auch die jährliche Verteilung der Tollwutraten der insgesamt untersuchten Wildtiere.

Die in den Sommer- und Herbstmonaten höhere Anzahl an Wildtiereinsendungen lag vermutlich zum einen darin begründet, daß in diesen Jahreszeiten an Tollwut erkrankte oder verendete Wildtiere im allgemeinen vermehrt wahrgenommen bzw. entdeckt werden (Spaziergänger, Landwirte, Jäger). Zum anderen besteht ein enger Zusammenhang zwischen der Zahl der Wildtiereinsendungen und den gesetzlich geregelten Jagdzeiten (§ 22 BfJG) bzw. den örtlich und zeitlich variierenden Jagdgewohnheiten.

Im Gegensatz zu den Wildtieren entfielen die größten Anteile infizierter Haustiere an der Gesamtzahl der Haustiereinsendungen auf die Herbst- und Wintermonate. Bedingt durch die Weideperiode (Frühjahr/Frühsummer bis Spätherbst) besteht für Haustiere wie Rinder, Schafe und Pferde in den Sommer- und Herbstmonaten eine erhöhte Ansteckungsgefahr durch tollwutkranke Fuchse. Der typische Inzidenzpeak der Fuchstollwut im Herbst macht sich bei den genannten Haustieren jedoch aufgrund der Inkubationszeit von ca. 20 bis 60 Tagen somit erst im Spätherbst bzw. zu Beginn der Winterperiode bemerkbar (ROSSOW, 1985). Auf einen Rückgang der Seuchensraten bei Wildtieren in den folgenden Monaten folgte ebenfalls eine Abnahme der Tollwutraten bei den Haustieren. Bereits WACHENDÖRFER (1967), KERSTEN (1973) und ROJAHN (1977) beschrieben die bestehende Abhängigkeit des Gesamttollwutgeschehens von der Tollwut beim Fuchs und stellten diesbezüglich fest, daß eine Verringerung der Häufigkeit der Fuchstollwut eine Verminderung der Infektionsraten bei anderen Wildtieren und Haustieren nach sich zieht. Die in der vorliegenden Untersuchung aufgetretene zeitliche Verschiebung der Infektionsspitzen bei den Haustieren im Verlauf eines Jahres (Seuchengipfel/Wildtiere: März und Oktober; Seuchengipfel/Haustiere: April und November) erklärt sich aus der bereits erwähnten Dauer der Inkubation des Krankheitserregers.

Der entgegen anderer Untersuchungsergebnisse (FISCHER, 1982; EHRLER, 1994) im Saarland beobachtete, im Vergleich zum Frühjahr durchschnittlich höhere Seuchenpeak im Herbst resultierte aus der höheren Zahl an Haus- und Wildtiereinsendungen in den Herbstmonaten der tollwutstarken Jahre 1989 und 1994. Durch die enge Beziehung zu der Zahl der Einsendungen stieg demnach auch die Zahl der tollwut-positiven Befunde im Herbst an. EMSCHERMANN-GRÜNERT (1987) konnte in dem Zeitraum 1965 bis 1985 im Saarland nachweisen, daß zwar die Zahl der Jahre ($n = 9$) mit einem deutlichen Frühjahrsgipfel überwog, aber dennoch wiesen auch während dieses Zeitraumes einige Jahre ($n = 6$) einen höheren Seuchengipfel im Herbst auf.

14.2 Verteilung der Tollwutraten bei Wildtieren nach Landkreisen

Auf das bereits im Jahre 1958 erstmalig beobachtete Auftreten der Tollwut in den westlich des Rheins gelegenen Kreisen des Bundeslandes Rheinland-Pfalz (COMMICHAU, 1986), folgte im Jahre 1965 eine starke Tollwutverseuchung des Eifel-Moselgebietes in ostwestlicher Richtung, wobei u.a. auch der an das Saarland angrenzende Kreis Trier-Saarburg (Rheinland-Pfalz) stark betroffen war und es von dort aus zu einem Übergreifen der Seuche auf das Saarland (Landkreis St. Wendel) kam (KAUKER, 1975). Im Jahre 1974 schloß sich in Rheinland-Pfalz eine zweite, weniger ausgeprägte Tollwutwelle, diesmal vom Saarland und dem benachbarten westlichen Ausland ausgehend, an (JACKSON et al., 1984). Seitdem herrschte in Rheinland-Pfalz, wie auch im Saarland, ein ständig schwaches bis unregelmäßig starkes Vorkommen der Tollwut (Verlaufstyp 2 und 3) (SCHNEIDER, 1989). Trotz der im Jahre 1987 sowohl in den linksrheinischen Landkreisen des Bundeslandes Rheinland-Pfalz als auch im Saarland begonnenen oralen Immunisierung der Fuchse gegen Tollwut, zählen diese Gebiete zur Zeit ebenfalls zu den noch am stärksten von der Tollwut betroffenen Regionen Deutschlands (WHO, 1995). Die Vermutung liegt nahe, daß die Seuche in den beiden Bundesländern durch gegenseitige Reinfektion aufrechterhalten bleibt.

Im Jahre 1968 überschritt die Tollwut im Süden des Saarlandes die Grenze zu Frankreich (Departement Moselle) und breitete sich von dort in westlicher und südwestlicher Richtung weiter aus. Im darauffolgenden Jahr ließen sich die ersten Tollwutfälle in dem Teil Luxemburgs feststellen, der an die im Nordosten des Saarlandes gelegene Gemeinde Perl (Landkreis Merzig-Wadern) grenzt (KAUKER, 1975). Bis zum heutigen Tage ist die Tollwut, wenn auch in unterschiedlichem Maße, in dem gesamten Saar-Lor-Lux-Raum trotz mehrmalig durchgeführter Impfkationen präsent (WHO, 1995). Anhand der Tollwutstatistik der Jahre 1994 und 1995 war davon auszugehen, daß die insbesondere in der

Nähe der saarländischen Grenze sowohl in Frankreich als auch in Luxemburg gemeldeten Tollwutfälle auf Reinfektionen aus dem vor allem im Jahre 1994 stark verseuchten Saarland zurückzuführen waren (WHO, 1994; 1995).

Die unterschiedlich hohe Anzahl der in dem Untersuchungszeitraum 1986 bis 1995 aus den fünf Landkreisen und dem Stadtverband Saarbrücken zur Tollwutdiagnostik eingesandten Wildtiere war unabhängig von der Landkreisgröße. Dagegen war anzunehmen, daß das Zusammenwirken mehrerer Faktoren, wie die Entfernung zum Veterinäruntersuchungsamt (SIGU), die Bevölkerungsdichte, die Jagdintensität und nicht zuletzt auch die regionale Tollwutsituation den Umfang der Wildtiereinsendungen aus den einzelnen Kreisen beeinflusste. Die höchste Zahl eingesandter Wildtiere aus dem Stadtverband Saarbrücken erklärte sich somit vermutlich in der geringsten Entfernung zum SIGU. In den anderen saarländischen Kreisen, insbesondere in dem Landkreis St. Wendel mit dem größten prozentualen Flächenanteil an der Gesamtfläche des Saarlandes und der geringsten Zahl an Einsendungen, lag die Vermutung nahe, daß ein nicht unbedeutender Teil der aufgrund eines Tollwutverdachts erlegten bzw. verendet aufgefundenen Wildtiere aufgrund der größeren Entfernung zum SIGU eher unschädlich beseitigt, d.h. zur Tierkörperbeseitigungsanstalt verbracht, an der Fundstelle belassen oder aber an Ort und Stelle vergraben wurde und somit nicht zur Untersuchung gelangte.

Bezüglich der relativen Infektionshäufigkeiten der aus den fünf Landkreisen und dem Stadtverband Saarbrücken untersuchten Wildtiere war eine deutlich abnehmende Tendenz von Norden nach Süden bzw. nach Südosten feststellbar. Die Unterschiede der relativen Infektionshäufigkeiten der einzelnen Landkreise ließen sich statistisch absichern. Eine mögliche Erklärung für die ermittelte regionale Verteilung der Infektionsraten war zum einen möglicherweise in dem Seuchenverlauf der an das Saarland angrenzenden Länder zu suchen, wobei allerdings nicht nur mit einem Infektionsdruck von Seiten der Nachbarländer auf das Saarland zu rechnen war, sondern auch mit einem Ausstrahlen der Tollwut über die saarländischen Landesgrenze hinaus. Bereits ZIMEN (1982) beobachtete unterschiedlich stark ausgeprägte Seuchenverläufe im Saarland, wobei er nach der Unterteilung von JACKSON (1981) in dem südlich gelegenen Stadtverband Saarbrücken und im Saar-Pfalz-Kreis ein diskontinuierliches, regelmäßiges (Kategorie 2) und in den nördlichen Landkreisen St. Wendel und Merzig-Wadern sowie im Kreis Saarlouis ein kontinuierlich, periodisch stark schwankendes Auftreten von Tollwutfällen (Kategorie 4) vermutete.

Zum anderen war auch im Saarland davon auszugehen, daß ein Zusammenhang zwischen verschiedenen potentiellen Einflußfaktoren und dem Seuchengeschehen bestand. Bereits JACKSON et al. (1984) wiesen darauf hin, daß eine Analyse der auf Landkreisebene statistisch erhobenen Tollwutdaten zu einer falschen Interpretation führen kann, da es sich bei Landkreisen lediglich um Verwaltungs- und nicht um geographische Einheiten handelt. Dagegen wird die Erfassung und Auswertung der relativen Infektionshäufigkeiten nach natürlich-geographischen (Landschaftsstruktur, Höhenlage) sowie sozialökonomischen Faktoren (Bevölkerungsdichte, Infrastruktur) der Verbreitung der Tollwut gerechter werden. In der vorliegenden Untersuchung geschah dies auf der Gemeindeebene, da außer der Gemeindebenennung keine genaueren Angaben zum Fund- bzw. Erlegungsort der eingesandten Tiere vorlagen. Zudem erwies sich die Einbeziehung administrativer Grenzen hinsichtlich der Verständlichkeit und Vergleichbarkeit mit Ergebnissen anderer Untersuchungen als sinnvoll (vergl. Kap. 14.3 bis 14.5).

14.3 Verteilung der Tollwutraten bei Wildtieren in Abhängigkeit von der Flächennutzung

Hinsichtlich der Oberflächentopographie weist das Saarland eine große Heterogenität auf relativ kleiner Fläche (ca. 2.570 qkm) auf, wodurch sich für den Rotfuchs unterschiedliche Fuchsbiotope ergeben. Landschaftstyp und Eignung eines Habitats stehen dabei in einem engen Zusammenhang zu der Dichte der Fuchspopulation und sind als limitierender Faktor des Fuchsbesatzes anzusehen (AUBERT, 1992). Das Vorkommen der Tollwut sowie auch der Tollwutverlaufstyp werden insofern in einem nicht unerheblichen Maße durch die Strukturierung der Landschaft beeinflusst, als daß sich für die Fuchspopulation, als Erregerreservoir des Rabiesvirus, in Abhängigkeit von der Landschaftstopographie und Bodenflächennutzung günstige oder ungünstige Lebensbedingungen ergeben (KROCZA et al., 1983). In zahlreichen Untersuchungen in Mitteleuropa ließ sich dieser Zusammenhang zwischen bestimmten Habitatstrukturen und dem Vorkommen sowie dem Verlauf der Tollwut nachweisen (SCHAAF, 1965; KAHL et al., 1977; IRMER et al., 1981; WHO, 1981; FISCHER, 1982; ZIMEN, 1982; KROCZA et al., 1983; JACKSON et al., 1984; ZINKE et al., 1989; EHRLER, 1994). LLOYD (1976), LLOYD et al. (1976) und MACDONALD (1980) fanden heraus, daß die Fuchsdichte zudem in landschaftlich differenzierten Lebensräumen höher ist als in homogenen. Erreicht der Fuchsbestand dabei einen Schwellenwert von unter 0,3 Füchse je qkm, ist eine kontinuierliche Virusübertragung von Tier zu Tier nicht mehr gewährleistet und die Seuche erlischt. Aufgrund der hohen Anpassungsfähigkeit des Fuchses ist es allgemein schwierig zu bestimmen, welche Anforderungen diese Spezies an seinen Lebensraum stellt bzw. welche Habitateigenschaften bevorzugt werden (JACKSON et al., 1984).

Hinsichtlich der Analyse der regionalen Verteilung der Tollwutraten ergibt sich das Problem, daß lediglich der jeweils

gesamte prozentuale Anteil der zu untersuchenden Bodenflächen, wie Wald-, Landwirtschafts-, Siedlungs- und Verkehrsfläche an der Gesamtfläche, zur Bewertung herangezogen werden kann. Unberücksichtigt bleiben dabei sowohl die Verteilung der Flächen und die Art der Flächenverteilung. Das Saarland zeichnet sich im Vergleich zu anderen Bundesländern insgesamt durch einen sehr hohen Bewaldungsgrad aus. Große, zusammenhängende Waldgebiete wie auch zahlreiche Feld-Wald-Mischgebiete sind in allen Landkreisen mehr oder weniger zu finden. Hierin mag eine mögliche Erklärung für die einerseits festgestellte Abnahme der Tollwutraten bei Wildtieren mit steigendem Anteil Waldfläche an der Gesamtfläche zu suchen sein (vergl. Tab. 12). Weiterhin war bei einem relativ hohen Bewaldungsgrad (über 40%) und relativ niedrigem Anteil Landwirtschaftsfläche an der Gesamtfläche die geringste Infektionsrate (ca. 34%) feststellbar (vergl. Tab. 11). Untersuchungen im Saarland haben ergeben, daß beispielsweise dem Saar-Kohle-Wald, der das Saarland in südwest-nordöstlicher Richtung durchzieht, eine Bedeutung als natürliche, wenn auch nicht undurchlässige, Tollwutbarriere zukommt (FUNK, 1994). Der hohe Bewaldungsgrad dieses Gebietes führte nach FUNK (1994) oftmals zu einer Verlangsamung und sogar Verhinderung der Seuchenausbreitung. ZIMEN (1984) schrieb großen zusammenhängenden Waldgebieten diesbezüglich eine Pufferfunktion zu, wobei infolge hoher Fuchsdichten in den bevorzugten eher offenen Landschaften auch große geschlossene Waldregionen zunehmend von Füchsen besiedelt werden. Dagegen kann eine Reduktion des Bestands in den heterogen strukturierten Gegenden, etwa infolge eines Tollwutseuchenzuges, zu einer Entleerung des "Fuchsreservoirs Wald" führen. Die Dispersion der Jungfüchse im Herbst, die eher vom Wald in Richtung Feld verläuft, führt dazu, daß große Waldregionen (wie beispielsweise der Stadtwald Saarbrücken) zeitlich verzögert, nur sehr sporadisch oder überhaupt nicht von der Tollwut betroffen werden (ZIMEN, 1984). Dennoch ist die unmittelbare Nähe eines Waldgebiets für den Fuchs insofern essentiell, als daß hier Baue zur Welpenaufzucht und ausreichende Deckung zur Verfügung stehen (WEBER, 1983).

Insgesamt bieten somit einerseits große und dichte Waldregionen, andererseits aber auch waldfreie und sehr waldarme Gebiete dem Fuchs ungünstige Lebensbedingungen, so daß in solchen, eher homogenen Habitaten geringere Fuchsdichten und folglich niedrigere Tollwutraten zu erwarten sind (WHO, 1981). Auch in der vorliegenden Untersuchung nahm beispielsweise der Anteil positiver Tollwutbefunde an der Gesamtzahl der Wildtiereinsendungen bei steigendem Anteil bewaldeter Fläche an der Gesamtfläche signifikant ab (vergl. Tab. 12). Gleichzeitig stiegen die Tollwutraten bei steigendem Anteil landwirtschaftlich genutzter Fläche an der Gesamtfläche signifikant an. Zu gleichen Ergebnissen kamen auch IRMER et al. (1981), FISCHER (1982), GORETZKI et al. (1982), ZINKE et al. (1989) und EHRLER (1994).

Hinsichtlich der Beziehung zwischen dem Urbanisationsgrad und der relativen Tollwuthäufigkeiten im Saarland war festzustellen, daß bei einem Anteil der Bewaldung von weniger als 20% die Seuchenraten mit sinkendem Anteil landwirtschaftlich genutzter Fläche sowie steigendem Anteil Siedlungs- und Verkehrsfläche an der Gesamtfläche signifikant zunahm (vergl. Tab. 11). Weiterhin ist aus Tab. 12 zu ersehen, daß sowohl bei einem prozentualen Anteil Siedlungs- und Verkehrsfläche von über 40%, als auch weniger als 20% an der Gesamtfläche die Infektionsraten der untersuchten Wildtiere höher waren, als bei einem mittleren Anteil Siedlungs- und Verkehrsfläche von 20 bis 40%. Somit standen diesbezüglich die eigenen Ergebnisse nicht im Einklang mit den Beobachtungen von JACKSON et al. (1984) und ZINKE et al. (1989), nach deren Auffassung ein geringer Fuchsbestand und folglich nur wenig oder keine Tollwut in Gebieten mit einem hohen Anteil bebauter Fläche zu erwarten ist. Im Gegensatz dazu fand ZIMEN (1981) durch einen Vergleich zwischen städtischen und ländlichen Waldversuchsflächen im Saarland heraus, daß Füchse in höheren Dichten im stadtnahen Bereich vorkamen. Weiterhin ergaben Untersuchungen zur Landnutzung und zum Nahrungsangebot von Füchsen im Saarland, daß nicht nur das Mäuseangebot in der relativ breiten Randzone zwischen Stadt und Land recht hoch sein kann, sondern daß sich mit zunehmender menschlicher Besiedlungsdichte weitere Nahrungsquellen für den Fuchs eröffnen (insbesondere durch Vorstadtgärten, Industriegelände, Verkehrswege bzw. Fallwild, menschliche Abfälle). Somit stellen reich strukturierte und nahrungsreiche Stadtrandzonen für den Fuchs ein besonders günstiges Biotop dar.

Bei der Interpretation der vorliegenden Untersuchungsergebnisse ist nicht zuletzt auch der Jagddruck zu berücksichtigen, der im Saarland in Abhängigkeit von der Bodenflächennutzung in unterschiedlicher Intensität auf den Fuchs ausgeübt wird und somit zumindest indirekt einen Einfluß auf das Tollwutgeschehen hat. Im allgemeinen wird der Fuchs auf heterogenen Flächen (Feld-Wald-Mischgebiete) sowie in klassischen Niederwildgebieten stärker bejagt als auf dichten, schwer begehbaren Waldflächen (WIEGAND et al., 1982; KROCZA et al., 1983; FUNK, 1994). ZIMEN (1981; 1982) konnte anhand einer Analyse der Jagdstrecken saarländischer Reviere eine Abnahme der Fuchsabschüsse bei gleichzeitiger Zunahme des Waldanteils der Revierflächen beobachten. Die Zahl der je Jahr erlegten Füchse steht folglich nicht unbedingt in einem engen Zusammenhang mit der bestehenden Fuchsdichte, sondern wird in Abhängigkeit von dem Bewaldungsgrad eines Gebietes nicht unwesentlich von der Motivation der Jäger zur Fuchsjagd bestimmt. Weiterhin ist der Jagddruck auch in suburbanen Lebensräumen gering. Insgesamt kann die Bejagung des Fuchses den Tollwutverlauf in einem Gebiet begünstigen oder diesem entgegenwirken. Die im Vergleich zu homogenen Flächen in der divers strukturierten Kulturlandschaft höhere Jagdintensität bedingt zwar zunächst eine zunehmende Mortalitätsrate der Fuchspopulation, führt aber dennoch langfristig zu einer Beschleunigung des Turnovers der Population (kompensatorische Reproduktion) und zu einer gesteigerten Immigrationsrate (ZIMEN, 1981; FUNK, 1994). Eine starke Bejagung des Fuchses kann eine territoriale Instabilität und eine daraus resultierende erhöhte Kontakthäufigkeit der

Füchse untereinander nach sich ziehen. Die Vermutung liegt nahe, daß sich die in Abhängigkeit von der Bodenflächennutzung im Saarland ermittelte, unterschiedliche regionale Verteilung der Seuchenraten sich nicht zuletzt auch, unter anderen Faktoren, aus der zeitlichen und räumlichen Heterogenität der Jagdintensität erklärt.

Insgesamt bestätigen die vorliegenden Untersuchungsergebnisse die Aussagen anderer Autoren insofern, als daß das Vorkommen und der Verlauf der Tollwut auch im Saarland durch das Zusammenwirken von mehr oder weniger analysierbaren Faktoren bestimmt wird, wobei insbesondere deren Einfluß auf die Dynamik der Fuchspopulation im Vordergrund steht. Unter Berücksichtigung der engen Korrelation zwischen dem Auftreten der Tollwut, der Dichte und der Kontaktrate der Füchse spiegeln die je nach Landschaftstrukturierung unterschiedlichen Seuchenraten die hohe Anpassungsfähigkeit dieser Wildkaniden an diverse Lebensräume wider.

14.4 Verteilung der Tollwutraten bei Wildtieren in Abhängigkeit von der Bevölkerungsdichte

Der Anteil der bebauten Fläche an der Gesamtfläche kann als Gradmesser für den anthropogenen Einfluß in einem Gebiet gewertet werden (ZINKE et al., 1989). In der vorliegenden Untersuchung ließ sich der Anteil der Siedlungs- und Verkehrsfläche an der Gesamtfläche der Gemeinden des Saarlandes in Beziehung setzen zur Bevölkerungsdichte, wobei mit zunehmendem Anteil Siedlungs- und Verkehrsfläche die Dichte der Bevölkerung ebenfalls anstieg (bis über 1.000 Einwohner je qkm). Hinsichtlich der relativen Infektionsraten der untersuchten Wildtiere war festzustellen, daß in den Gemeinden mit einer Einwohnerzahl gleich und mehr als 1.000 Einwohner je qkm der Anteil der positiven Tollwutbefunde unter der Gesamtzahl der untersuchten Wildtiere am niedrigsten war (32%). Die höchsten Seuchenraten (über 40%) ergaben sich sowohl in relativ dicht besiedelten (750 bis 1.000 Einwohner je qkm) als auch in dünn bzw. weniger dicht besiedelten Gemeinden (bis 500 Einwohner je qkm). Die eigenen Ergebnisse bestätigten die Beobachtungen von ZIMEN (1981) im Saarland, der anhand telemetrierter Füchse deren Existenz in der Nähe von Siedlungen und Städten nachweisen konnte. Entgegen der Vermutung von ZINKE et al. (1989) ist eine relativ hohe Besiedlungsdichte nicht zugleich verbunden mit ungünstigen Lebensbedingungen für den Fuchs. Vielmehr bestätigen die eigenen Ergebnisse, daß diese Spezies dank seiner hohen Anpassungsfähigkeit in der Lage ist, in unmittelbarer Nähe des Menschen zu existieren und die Einflußnahme des Menschen auf die Umwelt durchaus erfolgreich zu nutzen weiß. Die Nutzung des gleichen Lebensraumes bedeutet für den Menschen zugleich die zunehmende Konfrontation mit den vom Fuchs übertragbaren Zoonosen. In Anbetracht dessen kann das Auftreten der Tollwut durchaus in einem engen Zusammenhang mit der Bevölkerungsdichte bzw. der wirtschaftlichen Struktur eines Gebietes gesehen werden.

14.5 Verteilung der Tollwutraten bei Wildtieren in Abhängigkeit von der Höhenlage

Hinsichtlich der Verteilung der Tollwutraten in Abhängigkeit von der Höhenlage der 52 Gemeinden des Saarlandes zeigte sich, daß der prozentuale Anteil erkrankter Wildtiere unter der Gesamtzahl der untersuchten Wildtiere mit zunehmender Höhe der Gemeinden über NN ebenfalls anstieg. Allerdings lag hier der berechnete χ^2 -Wert knapp unter dem χ^2 -Wert aus der Chi-Quadratverteilung, wodurch sich eine Abhängigkeit der Infektionsraten von der Höhenlage statistisch nicht eindeutig absichern ließ. Dennoch ist ein Einfluß der Höhe eines Gebietes auf das Tollwutgeschehen in der Literatur mehrfach beschrieben worden (WHO, 1981; KROCZA et al., 1983; JACKSON et al., 1984). Für den Fuchs ergeben sich in Abhängigkeit von der Höhenlage günstige oder ungünstige ökologische Bedingungen, die wiederum das Vorkommen und die Dichte dieses Wildkaniden bestimmen. So gelten Regionen in sowohl großer Höhe über dem Meeresspiegel (Gebirgslagen) als auch in niedriger Meereshöhe als Gebiete mit einer ökologisch bedingten niedrigen Fuchsdichte (WHO, 1981; JACKSON et al. (1984). JACKSON et al. (1984) stellten fest, daß die Tollwut nur sporadisch auftrat in Gegenden unter 100 m über NN. Der in niedrigen Lagen sehr häufig gegebene hohe Grundwasserspiegel macht das Anlegen von Bauen für den Fuchs unmöglich. Zudem erfolgt die Nutzung der Bodenflächen hauptsächlich in Form von Dauergrünland, wobei der Anteil bewaldeter Fläche relativ gering ist. Im Gegensatz dazu, ermittelten ZINKE et al. (1989) hohe Seuchendichten in Gegenden bis etwa 90 m über NN. Eine weite Spanne in der Höhenlage zeigten Gebiete mit intermittierendem sowie ständig starkem Vorkommen der Seuche. Auch hier trat der Bewaldungsgrad als limitierender Faktor auf (JACKSON et al., 1984). Insgesamt sei darauf hingewiesen, daß in Gebieten auf gleicher Höhe dennoch unterschiedliche Faktoren auf die Fuchspopulation einwirken können, so daß sich die für ein bestimmtes Gebiet ermittelten Ergebnisse nicht uneingeschränkt auf andere Regionen übertragen lassen.

14.6 Einfluß der oralen Immunisierung der Füchse auf das Tollwutgeschehen im Saarland

Die orale Immunisierung der Füchse gegen Tollwut, mit der im Rahmen eines Feldversuchs in einigen deutschen

Bundesländern bereits im Jahre 1983 begonnen wurde, stellte erstmals eine Methode dar, die bei großflächiger Anwendung begründete Aussichten auf eine Eliminierung der Tollwut bot (SCHNEIDER et al., 1987). Mit Ausnahme der Jahre 1989 und 1994, in denen die Zahl der Tollwutmeldungen zunahm, ließ sich infolge der Immunisierungsmaßnahmen insgesamt ein kontinuierlicher Rückgang der Tollwutinzidenz in Deutschland feststellen. Dennoch hatte sich die Voraussage von SCHNEIDER (1992), daß mit Hilfe der oralen Vakzination der Füchse die Tollwut in Deutschland demnächst getilgt sein würde, vorerst noch nicht erfüllt (SCHLÜTER et al., 1995). Die Gründe für den Erfolg oder Mißerfolg der Impfkationen in Deutschland waren vielfältig und zum Teil ungeklärt. Nach STÖHR et al. (1994) zählten hierzu nicht nur unterschiedliche Köderauslagestrategien, sondern auch die Anwendung unterschiedlicher Köder und Impfstoffe, desweiteren Unwägbarkeit und Wissenslücken über die Ausgangslage, über die Dynamik, die Dichte und das Verhalten der Fuchspopulation sowie die Beeinflussung des Immunisierungserfolges durch externe, schwer quantifizierbare Faktoren.

Im folgenden sollen mögliche Gründe für den Mißerfolg der Tollwutbekämpfung im Saarland anhand einer Analyse der Verfahrensweise der durchgeführten Impfkationen diskutiert werden.

1. Impfstrategie

Im Jahre 1987 wurden im westlichen Saarland auf einer Fläche von 1.362 qkm erstmals im Rahmen einer grenzüberschreitenden Impfmaßnahme, an der sich u.a. Frankreich, Luxemburg sowie das linksrheinische Gebiet des Bundeslandes Rheinland-Pfalz beteiligten, Impfköder für Füchse appliziert. Die Bundesautobahn A1 diente dabei als Begrenzung Richtung Osten. Im Anschluß an eine insgesamt dreimalige Impfung im westlichen Landesteil erfolgten ab Oktober 1988 weitere Impfungen zunächst ausschließlich im östlichen Saarland auf einer Fläche von 1.208 qkm und erst ab Herbst 1989 im gesamten Landesgebiet (2.570 qkm).

Die Wahl der Autobahn A 1 als künstliche Barriere erklärte sich aus der Tatsache, daß diese das Saarland in Nord-Süd-Richtung halbiert und auf fast der gesamten Länge durch Wildgitter eingezäunt ist. Generell können sowohl natürliche als auch künstliche Barrieren wie Gebirgsketten, große Seen, Flüsse und frequentierte Verkehrswege der Ausbreitungstendenz der Tollwut entgegenwirken (PITZSCHKE, 1967; KROCZA et al., 1983). FUNK (1994) konnte allerdings anhand telemetrischer Untersuchungen im Saarland widerlegen, daß weder die entlang der Autobahn A 1 angebrachten Wildzäune noch die Autobahn selbst für Füchse ein unpassierbares Hindernis darstellten. Es ist anzunehmen, daß in den Jahren, in denen der westliche und östliche Landesteil zu unterschiedlichen Zeitpunkten beimpft wurde, die Wanderung von sowohl geimpften, ungeimpften als auch von tollwutkranken Füchsen zwischen beiden Impfgebieten uneingeschränkt erfolgen konnte. Somit waren Reinfektionen von kurzzeitig tollwutfreien Gebieten im Saarland seitens des jeweils unbeimpften Gebietes nicht auszuschließen. Nach ZIMEN (1984) bedingen Impfungen von benachbarten Gebieten zu unterschiedlichen Zeitpunkten eine Wechselwirkung zwischen dem beimpften und dem noch unbeimpften Gebiet durch das Migrations- und Dispersionsverhalten der Füchse.

Bei einer Gesamtfläche von nur ca. 2.570 qkm erscheinen Teilimpfungen im Saarland generell nicht erfolgversprechend zu sein. Nach der WHO (1989) ist vor allem die flächendeckende Ausbringung der Köder, d.h. Feld- und Waldgebiete bis in unmittelbare Siedlungsnähe, entscheidend für den Erfolg der oralen Vakzination der Füchse gegen Tollwut, wobei die Größe der zu beimpfenden Fläche nicht weniger als 2.000 qkm betragen sollte. SCHLÜTER et al. (1995) geben diesbezüglich eine Flächengröße von 5.000 bis 10.000 qkm an.

Nachdem in den Jahren 1989 bis 1992 fünfmal im gesamten Landesgebiet flächendeckend Köder ausgelegt wurden, erfolgte im Jahre 1993 lediglich im Landkreis Merzig-Wadern (Gemeinde Losheim) eine sogenannte Spotimpfung auf einer Fläche von ca. 97 qkm. Im selben Jahr waren lediglich in den Landkreisen St. Wendel sowie im Stadtverband Saarbrücken keine positiven Tollwutbefunde festzustellen (vergl. Abb. 22 und 21). Ein Rückgang der Seuchenmeldungen im Vergleich zum Vorjahr zeigte sich zudem nur in dem Landkreis Saarlouis (vergl. Abb. 20) und im Saar-Pfalz (vergl. Abb. 24), während in Merzig-Wadern (vergl. Abb. 19) und Neunkirchen (vergl. Abb. 23) die Zahl der infizierten Wildtiere an der Gesamtzahl der untersuchten Wildtiere zunahm. Insofern sind die Beweggründe, die zu der in der Gemeinde Losheim im August 1993 durchgeführten Spotimpfung bei gleichzeitigem Impfausfall in dem restlichen Landesgebiet geführt haben, fragwürdig. Sogenannte Spot- oder Ringimpfungen stellen im allgemeinen Impfstrategien dar, die dazu dienen, auch nach mehrfachen Impfungen verbliebene Tollwutherde zu tilgen. Solche verbliebenen Residualherde der Tollwut, von denen insbesondere die Gefahr der Reinfektion freigewordener Gebiete zu befürchten sind, treten nahezu regelmäßig als Folge einer nicht ausreichend flächendeckenden Beköderung auf (SCHNEIDER, 1991).

2. Impfrhythmus

Im westlichen Saarland folgten auf die im Frühjahr 1987 durchgeführte Erstimpfung zunächst zwei Wiederholungsimpfungen in sechsmonatigem Abstand. Anschließend wurde in den darauffolgenden Jahren 1989, 1990 und 1991 jeweils nur im Herbst geimpft. Zweimalige Immunisierungen im Jahr fanden erneut in den Jahren 1992, 1994 und 1995 statt. Eine Flächenimpfung entfiel im Jahre 1993. Insgesamt wurden in dem Beobachtungszeitraum 1986 bis 1995 im westlichen Landesgebiet 12 Immunisierungskampagnen durchgeführt.

Im östlichen Saarland erfolgte der erste Impfeinsatz im Herbst 1988, dem sich zwei weitere Impfkationen in halbjährigem Abstand anschlossen. Da ab dem Jahre 1989 erstmals im gesamten Landesgebiet geimpft wurde, entsprach somit der Impfrhythmus der folgenden Jahre im Osten des Saarlandes dem des westlichen Landesteils. Auf das östliche Impfgebiet entfielen insgesamt 11 Impfeinsätze.

Der Impfrhythmus ist abhängig von dem Verseuchungsgrad und von der Dichte der jeweiligen Fuchspopulation (SCHNEIDER et al., 1987). Nach der WHO (1989) erfordert das gegenwärtige Tollwutgeschehen in Westeuropa eine zweimalige Impfung im Jahr über einen Zeitraum von zwei Jahren. In Deutschland konnten aufgrund von Beobachtungen auf der Landkreisebene vier unterschiedliche Verlaufsmuster der Tollwut unterschieden werden (SCHNEIDER, 1989; vergl. Kap. 2.2). Dabei erlosch die Seuche in einem Gebiet des Tollwutverlaufstyp 1 (sporadisches Vorkommen) nach einem Seuchendurchgang meist von selbst. Impfungen waren hier nicht erforderlich. In sogenannten Typ 2-Gebieten (ständig schwaches Vorkommen) zeigten sich unterschiedliche Ergebnisse. Einerseits wurden der Status "tollwutfrei" nach zwei bis drei Impfkationen in jährlichem Abstand erreicht (Nordrhein-Westfalen), in anderen Gebieten dieses Typs kam es lediglich zu einem drastischen Rückgang der Seuchenfälle (Bayern). In stark tollwutverseuchten Gebieten (Typ 3 - intermittierend starkes Vorkommen und Typ 4 - ständig starkes Vorkommen) erfolgten die Impfungen in Abhängigkeit von der bestehenden Seuchensituation. Unterschieden wurde zwischen der Impfung im absteigenden Ast der Tollwut, wobei die Zahl der Tollwutmeldungen drastisch abnahm. Zwei weitere Impfungen in sechsmonatigem Abstand führten zum vollständigen Erlöschen der Tollwut. Bei Impfungen im aufsteigenden Ast war ein deutlicher Rückgang nach zwei bis drei Impfeinsätzen, bzw. ein Erlöschen der Seuche nach insgesamt drei bis fünf Impfungen zu verzeichnen. Im Rahmen der Gesamtbewertung der zehnjährigen Tollwutbekämpfung in Deutschland schlugen SCHLÜTER et al. (1995) einen langfristigen Impfstoffeinsatz von mindestens 2,5 bis 3 Jahren nach dem letzten Seuchenfall vor.

3. Köderdichte und Applikationsverfahren

Bis einschließlich 1991 wurden im Saarland Köder in einer Dichte von 15 Köder je qkm per Hand ausgelegt. Im Jahre 1992 erfolgte die Köderausbringung erstmals per Flugzeug bei gleichzeitiger Erhöhung der Köderdichte auf 20 Köder je qkm. In gleicher Weise wurde im Jahre 1994 verfahren. In dem darauffolgenden Jahr wurden Handauslage (20 Köder je qkm) und Flugzeugauslage (25 Köder je qkm) kombiniert durchgeführt.

Die Köderauslagedichte richtet sich nach der bestehenden Tollwutsituation, der Fuchsdichte und -verteilung sowie nach dem Auftreten von Köderkonkurrenten in einem Gebiet (KAPPELER, 1991). Nach SCHNEIDER (1991) reichen bei einer Köderdichte von 15 Köder je qkm 1/3 der Köder aus, um 3/4 der Füchse vor einer Infektion mit dem Tollwutvirus zu schützen. Dennoch wird eine Erhöhung der Köderdichte in Gebieten mit hoher Fuchspräferenz und Köderkonkurrenz empfohlen (SCHNEIDER, 1989; STÖHR et al., 1993). STÖHR et al. (1994) geben eine Mindestdichte bei der Handauslage von 16 Köder je qkm und bei der Flugzeugauslage von 18 Köder je qkm an.

Die Auslage der Köder per Hand erfordert zum einen einen hohen personellen Aufwand und zum anderen eine umfangreiche Vorbereitung. Im allgemeinen wird die Köderauslage den Jägern und Forstbeamten übertragen, die durch genaue Revierkenntnis die Köder an den für den Fuchs attraktiven Stellen plazieren können und somit einen direkten Einfluß auf die Köderakzeptanz beim Zieltier haben. Auf die im einzelnen, in einem Impfgebiet vorherrschenden Bedingungen (Topographie, Fuchsbesatz, Anwesenheit von Köderkonkurrenten) kann mit einer Veränderung der Köderdichte und der Auslageart reagiert werden. Durch die Handauslage besteht weiterhin die Möglichkeit der Verblendung der Köder zum Schutz gegen direkte Sonneneinstrahlung und Köderkonkurrenten. Problematisch wird die Handauslage in personell unterbesetzten Revieren bzw. in Revieren, in denen die Fuchsjagd nur eine untergeordnete Rolle spielt. SCHNEIDER (1989) verdeutlichte dies am Beispiel des Bundeslandes Hessen, das zu den stark verseuchten Regionen Deutschlands zählte. Das Fehlschlagen der Impfungen wurde in einigen Gebieten Nordhessens nicht zuletzt darauf zurückgeführt, daß in vielen der waldreichen Staats- und Privatforsten ein Mangel an Personal herrschte und dem Fuchs jagdlich nur wenig Interesse galt. Häufig liegt zudem die Ursache von Mißerfolgen der oralen Immunisierung der Füchse in Ermüdungserscheinungen der Jägerschaft, die vor allem nach wiederholten Impfkationen zu beobachten sind. Insbesondere nach dem 4. Impfeinsatz zeigte sich häufig ein Rückgang der Immunisierungs- und

Köderaufnahmeraten von anfangs 80% auf unter 50% (SCHNEIDER, 1989).

Eine Sonderform der Köderapplikation stellt die Beköderung mit Hilfe des Flugzeugs dar, die als Ergänzung der Handauslage durch die Jägerschaft dienen soll. Der wesentliche Vorteil liegt zweifelsohne in der zeitlichen Koordinierung großräumiger Flächendeckung, wobei die gewünschte Platzierung der Köder durch den Einsatz moderner Navigation und elektronischer Datenverarbeitung mit großer Genauigkeit und Zuverlässigkeit erfolgen kann. Mit Hilfe der aufgezeichneten Flugdaten besteht die Möglichkeit, jeden Köderabwurf nach Ort und Zeit zurückzuverfolgen (SCHUMACHER, 1993). Großaktionen von Flugzeugauslagen werden in Deutschland seit dem Frühjahr 1990 durchgeführt (SCHNEIDER, 1991; MÜLLER et al., 1993). Nach SCHLÜTER et al. (1995) wird von Handauslagen heute nur noch vornehmlich in Stadt- und Industriegebieten Gebrauch gemacht. Trotz der erheblichen Verringerung des Vorbereitungsaufwandes der Impfeinsätze sowie der grundlegenden Änderung in der Sicherheit der Köderauslagequalität, sollte und kann nach STÖHR et al. (1993) die Flugzeugbeköderung die Aktivitäten der Jägerschaft jedoch nicht ersetzen.

4. Tollwutraten der untersuchten Wildtiere unter Berücksichtigung der Impfkampagnen

Hinsichtlich der anfänglich im Saarland erfolgten Teilimpfungen wurden die Tollwutraten ebenfalls in beiden Landesteilen getrennt betrachtet. Unter Berücksichtigung der amtlichen gemeldeten Tollwutfälle der Jahre 1985 (53 Tollwutfälle) und 1986 (96 Tollwutfälle) schien sich die Seuche zu Beginn der Impfeinsätze im westlichen Saarland im aufsteigenden Ast zu befinden. Im Osten des Saarland wurden im Herbst 1988 ebenfalls im vermutlich aufsteigenden Ast der Tollwut erstmalig Köder ausgebracht. Bei einer anfänglichen Dichte von 15 per Hand ausgelegten Ködern je qkm und einer jeweils dreimaligen Impfung in sechsmonatigem Abstand war im westlichen Saarland ein geringfügiger (Tollwutrate/1987: 21,6%; Tollwutrate/1988: 20,6%) und im östlichen Impfgebiet ein deutlicher Rückgang der Tollwutraten (Tollwutrate/1988: 52,8%; Tollwutrate/1989: 44,0%) unter den untersuchten Wildtieren festzustellen (vergl. Tab. 15).

Da erst im Jahre 1990 flächendeckend im gesamten Landesgebiet Köder appliziert wurden, kam es im westlichen Saarland zuvor zu einer achtzehnmonatigen (Frühjahr 1988 bis Herbst 1989) und im östlichen Landesteil zu einer zwölfmonatigen (Herbst 1988 bis Herbst 1989) Impfpause (vergl. Abb. 17 und 18). Im Anschluß an die impffreie Phase war im Westen des Landes ein Anstieg der Infektionsrate auf ca. 53% (1989) erkennbar, während der Seuchenrückgang im Osten bestehen blieb (ca. 19% im Jahre 1990). Insgesamt ergab sich für das Jahr 1991 im westlichen Impfgebiet nach sechsmaliger Immunisierung bei einer jeweiligen Köderdichte von 15 Köder je qkm eine Steigerung der Infektionsrate der untersuchten Wildtiere auf ca. 52%, im östlichen Saarland dagegen eine Verringerung der Tollwutrate auf ca. 11%.

Nachdem im Jahre 1992 im Frühjahr und im Herbst erstmalig 20 Köder je qkm per Flugzeug appliziert wurden, war ein Rückgang der Tollwutraten sowohl im Westen (Tollwutrate ca. 23%) als auch im Osten (Tollwutrate 10%) des Saarlandes zu verzeichnen. Trotz der erneut steigenden Tendenz der relativen Infektionshäufigkeiten der untersuchten Wildtiere im gesamten Landesgebiet entfiel im Jahre 1993 eine flächendeckende Köderausbringung. Sowohl unter Beibehaltung einer Dichte von 20 Ködern je qkm im Jahre 1994, die wiederum per Flugzeug ausgebracht wurden, als auch die Durchführung der kombinierten Hand- und Flugzeugauslage bei gleichzeitig partieller Erhöhung der Köderdichte im Jahre 1995 (vergl.

Punkt 3) ließ sich eine weitere Zunahme der Infektionsrate (1994 und 1995 durchschnittlich 47%) im westlichen Saarland nicht verhindern. Obwohl es ebenfalls im östlichen Saarland im Jahre 1994 zu einer Steigerung der Tollwutrate (ca. 63%) kam, schien hier im darauffolgenden Jahr 1995 das angewandte Impfverfahren dennoch mehr Erfolg zu zeigen. Die Seuchenrate reduzierte sich in diesem Jahr auf ca. 35%.

Insgesamt liegt anhand der ermittelten Tollwutdaten die Vermutung nahe, daß trotz einer identischen Ausgangssituation im Jahre 1986 (Infektionsrate von ca. 40% in beiden Landesteilen), sich der Seuchenverlauf im Westen und Osten des Saarlandes bei einer nahezu übereinstimmenden Impfstrategie unterschiedlich verhielt. Somit "reagierte" das östliche Impfgebiet sowohl sensibler auf die Immunisierungsmaßnahmen, als auch auf den Impfausfall im Jahre 1993. Während des gesamten Beobachtungszeitraumes war kein langanhaltender Erfolg der oralen Immunisierung der Füchse im Saarland festzustellen. Ursächlich waren dabei vermutlich folgende Faktoren ausschlaggebend:

- unzureichende flächendeckende Beköderung als Folge der anfänglichen Teilimpfungen
- zu große Impfindervalle

- Impfausfall im Jahre 1993
- unzureichender Immunisierungsgrad der Fuchspopulation
- Mängel in der Reduzierung der Fuchspopulation
- Nichtbeachtung der Tollwutsituation in den Nachbarregionen.

Inwieweit das angewandte Impfkonzept den Erfolg der oralen Vakzination der Füchse bestimmt, zeigte der Vergleich der amtlich gemeldeten Tollwutfälle in den alten und neuen Bundesländern. Seit dem Impfbeginn in den fünf neuen Bundesländern (Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen) reduzierten sich die Seuchenmeldungen von 3.399 Fälle im Jahre 1990 auf 9 Fälle im Jahre 1994. Im Gegensatz zu den alten Bundesländern, in denen seit 1983 meist nur Teilimpfungen erfolgten, wurde in den neuen Bundesländern schrittweise flächendeckend und schließlich das gesamte ostdeutsche Gebiet beimpft. In den alten Bundesländern variierte dagegen die Größe der Impfgebiete je nach der Stärke des Tollwutgeschehens. Die Beköderung wurde zudem ganz eingestellt und das Impfgebiet als "tollwutfrei" deklariert, wenn nach mehreren Impfeinsätzen (oft schon nach ein bis zwei Impfkationen) keine Tollwutfälle mehr auftraten (SCHLÜTER et al., 1995). Nicht zuletzt spielten in den alten Bundesländern auch finanzielle Aspekte eine nicht unwesentliche Rolle bei der Wahl der Impfstrategie (WACHENDÖRFER, 1988). Im Vergleich zum Jahre 1983 mit 6.631 registrierten Tollwutfällen entfielen auf das Gebiet der alten Bundesländer im Jahre 1994 insgesamt 1.351 Fälle.

14.6.1 Vergleich zwischen den Tollwutraten der Wildtiere und den Hunting Indices der Füchse im Saarland

Der Vergleich zwischen den ermittelten Tollwutraten der untersuchten Wildtiere im Saarland und den Hunting Indices der Füchse im Untersuchungszeitraum 1986 bis 1995 zeigte, daß während der Impfkationen die relativen Infektionshäufigkeiten starken Schwankungen unterlagen, während die Fuchsstrecken je 100 qkm und Jahr kontinuierlich zunahm (vergl. Abb. 26). Auffallend war dabei der gleichzeitige Anstieg der Tollwutraten sowie der Anzahl erlegter Füchse je qkm im Jagdjahr 1993/94. Im darauffolgenden Jagdjahr nahm die Seuchenrate weiterhin zu, während der Hunting Index zurückging. Hinsichtlich der Zahl der im Saarland ermittelten Fuchsstrecken zeigten sich deutliche Parallelen zu den Streckenergebnissen in Deutschland. Dabei war bereits in den Jagdjahren 1992/93 sowie 1993/94 eine drastische Erhöhung der Zahl erlegter Füchse zu verzeichnen, während, wie im Saarland, im Jagdjahr 1994/95 die Zahl der gestreckten Füchse wieder stark zurückging. Vermutlich stand dieser Rückgang der Fuchsstrecken in einem ursächlichen Zusammenhang mit der Tollwutexplosion in einigen Teilen Deutschlands (Nordrhein-Westfalen, Saarland, Hessen, Rheinland-Pfalz und Bayern). Nach KAUKER (1975), STECK et al. (1978) und KROCZA et al. (1983) fallen 40 bis 60% des Fuchsbestandes der Tollwut zum Opfer. MÜLLER (persönl. Mitt., 1996) begründete dagegen den Abfall der Fuchsstrecke im Jagdjahr 1994/95 durch ein Zusammenbrechen der Feldmauspopulation im Jahre 1994.

Inwieweit sich die orale Immunisierung der Füchse gegen Tollwut auf deren Populationsdichte auswirkt, ist bisher nicht eindeutig geklärt. Tatsache ist, daß die Tollwut als ein nicht unwesentlicher populationsreduzierender Faktor anzusehen ist (BÖGEL et al., 1974). Untersuchungen der letzten Jahre ergaben Hinweise auf eine allgemeine Zunahme der Fuchspopulation in Deutschland (VOS, 1990; GORETZKI, 1996), die allerdings nicht allein auf den Rückgang der Tollwut zurückzuführen ist (SCHNEIDER, 1992). Von Bedeutung sind diesbezüglich vor allem die sich zugunsten des Fuchses verändernde und vom Menschen geprägte Umwelt, die diese Tierart dank seiner hohen Anpassungsfähigkeit erfolgreich zu nutzen weiß. Darüber hinaus ist die Reproduktionsrate in der Fuchspopulation als konstant hoch einzustufen (SCHNEIDER, 1992) und erklärt sich nach ANSORGE (1990) aus einer intensiven Fuchsbejagung. Der daraus resultierende Fähenüberschuß in den adulten Altersklassen sowie eine optimale Reproduktionsleistung können zu einer Zuwachsrate von fast 300% im Jahr führen.

14.7 Aufschlüsselung der Einsendegründe der untersuchten Wildtiere

Zur Klärung der Frage, ob ein Zusammenhang zwischen einer Infektion mit dem Tollwutvirus und der Todesursache der eingesandten Wildtiere bestand, bzw. inwieweit an Tollwut erkrankte Wildtiere direkt oder indirekt über Haustiere mit dem Menschen in Kontakt kamen oder "im Verborgenen" verendeten, waren die Vorberichte der in dem Beobachtungszeitraum 1986 bis 1995 zur Tollwutdiagnostik eingesandten Wildtier- und insbesondere der Fuchspopulation von Interesse.

Füchse existieren als Kulturfolger bekanntlich zunehmend "erfolgreich" in nächster Nähe zum Menschen und bleiben dennoch meist unentdeckt. Absolute Zahlenangaben ihrer Populationsdichten stehen nicht zur Verfügung, so daß nur relative Dichteangaben möglich sind. Wieviel Füchse jährlich an der Tollwut erkranken, läßt sich ebenfalls nur schätzen, wobei BRAUNSCHWEIG (1975) und WACHENDÖRFER (1987) davon ausgingen, daß die amtlich gemeldeten Seuchenfälle nur zu 10% die tatsächliche Situation in der freien Wildbahn widerspiegeln. Anhand der Aufschlüsselung der Einsendegründe, ließ sich zum Teil feststellen, auf welche Art und Weise die eingesandten Wildtiere zu Tode kamen und inwieweit ein Zusammenhang zwischen der Todesursache und einer Tollwutinfektion bestand. Rückschlüsse auf die Grundgesamtheit der Population waren dabei nur bedingt möglich, da es sich hier lediglich um eine selektive Stichprobe handelte.

Folgende Einsendegründe bzw. Todesursachen der in den Jahren 1986 bis 1995 in das SIGU zur Untersuchung gelangten Wildtiere und Füchse ließen sich entsprechend der prozentualen Häufigkeit ihres Auftretens feststellen:

1. Jagd/ Euthanasie (ca. 60%)
2. Fallwild (ca. 35%)
3. Riß von Hunden oder Katzen (ca. 4%)
4. Verkehrsverluste (ca. 3%).

Entsprechend der Untersuchungen anderer Autoren stellt die Jagd somit die häufigste Todesursache unter der Gesamtzahl der Einsendungen dar (ZIMEN, 1984; VOS; 1990; STÖHR et al., 1990). Zu dieser Kategorie zählten in der vorliegenden Untersuchung ebenfalls solche Tiere, die nicht durch Jäger, sondern durch andere Personen aufgrund eines Tollwutverdachts getötet bzw. erschlagen wurden. Mit 35% lag der Anteil der verendet aufgefundenen Wildtiere und Füchse recht hoch, wobei hier als Todesursachen vermutlich Krankheiten sowie auch äußere Gewalteinwirkungen (Verkehr, Hunde, Katzen u.a.) in Betracht kamen. Da Wildtiere überwiegend zur Untersuchung auf Tollwut eingesandt werden, erfolgen in den Veterinäruntersuchungsämtern in der Regel keine gezielten Untersuchungen der Todesursache.

In einer langjährigen Studie im Saarland starb keiner der 127 von GEPPERT (1988) telemetrisch markierten Füchse einen natürlichen Alterstod. Zu den wesentlichen Todesursachen zählten hier ebenfalls die Jagd sowie Verkehrsunfälle und Krankheiten.

In der vorliegenden Untersuchung lag der Anteil der positiven Tollwutbefunde an der Gesamtzahl der erlegten bzw. getöteten Tiere um ca. drei Prozentpunkte höher als der Anteil der negativen Tollwutbefunde. Bezogen auf die freilebende Population könnte dies bedeuten, daß mit dem bzw. infolge des Auftretens erkennbarer Krankheitserscheinungen an Tollwut erkrankte Wildtiere dem Menschen eher auffällig werden. Beim Fuchs ist vor allem der während des Erregungsstadiums der Tollwut besonders ausgeprägte Verlust der natürlichen Scheu das am meisten auffallende Symptom (BOCH et al., 1988). Der in seinem Sensorium gestörte Fuchs ist dabei nicht nur am helllichten Tage auf nächster Nähe im Revier anzutreffen, sondern dringt auch in Ortschaften und Gehöfte ein, wodurch es häufig zu Beißereien mit Hunden und zum Kontakt mit Katzen kommt. Dieses oftmals beobachtete Verhalten tollwütiger Füchse erklärt den höheren prozentualen Anteil tollwut-positiver Füchse an der Gesamtzahl der durch Hunde oder Katzen zu Tode gekommenen Füchse im Vergleich zu den tollwut-negativen Füchsen. Auch bei anderen an Tollwut erkrankten Wildtieren sind bei fortschreitender Krankheit Erscheinungen im Revier erkennbar, die eine Infektion mit dem Rabiesvirus vermuten lassen.

Da der Fuchs zumindest unter mitteleuropäischen Verhältnissen als Träger und Hauptüberträger der Tollwut fungiert (SCHNEIDER et al., 1983), ist das Verhalten der erkrankten Füchse in der infektiösen Phase für die Epidemiologie dieser Seuche von wesentlicher Bedeutung. FUNK (1994) stellte anhand telemetrisch beobachteter Füchse im Saarland fest, daß sich infizierte Füchse hinsichtlich ihres räumlichen Verhaltens ähnlich den gesunden verhalten. Zwar zeigten die telemetrischen Beobachtungen, daß es in der infektiösen Phase zu einer verstärkten Kontaktrate mit benachbarten Füchsen kam, doch trat kein durch die Tollwutinfektion ausgelöstes Abwanderverhalten auf, das die Tollwut über große Distanzen verbreiten könnte. Hierin lag vermutlich auch der in der eigenen Untersuchung ermittelte geringere Anteil tollwut-positiver Füchse an der Gesamtzahl der Verkehrsunfälle begründet.

15. Tollwutdiagnostik bei Füchsen und Untersuchungen zur Wirksamkeitskontrolle der oralen Immunisierung

der Füchse gegen Tollwut im Saarland im Zeitraum August 1994 bis August 1995

15.1 Tollwutdiagnostik

In dem Untersuchungszeitraum August 1994 bis August 1995 waren von den 384 untersuchten Füchsen 237 Tiere (61,7%) mit dem Tollwutvirus infiziert. Im Vergleich dazu kamen in dem Beobachtungszeitraum 1986 bis 1995 ca. 133 Füchse je Jahr zur Untersuchung auf Tollwut, wobei durchschnittlich ca. 77 Füchse je Jahr tollwut-positiv waren. Dies entsprach einer durchschnittlichen jährlichen Infektionsrate von 57,9%. Der weitaus größere Umfang des Untersuchungsmaterials in dem dreizehnmönatigen Beobachtungszeitraum erklärte sich zum einen daraus, daß Jägerschaft und Forst während des Untersuchungszeitraumes zur vermehrten Einsendung von Füchsen aufgerufen wurden. Zum anderen ließ die starke Zunahme der Gesamtzahl der Tollwutmeldungen im Saarland im Jahre 1994 eine sich in diesem Jahr verschärfende Seuchenlage vermuten. Nach der WHO (1994) zeigte sich im selben Jahr ebenfalls eine deutliche Erhöhung der amtlich festgestellten Tollwutfälle in den Bundesländern Nordrhein-Westfalen, Hessen, Rheinland-Pfalz und Bayern.

15.1.1 Verteilung der Tollwutraten nach dem Geschlecht und dem Alter

In der vorliegenden Untersuchung hielt sich das Geschlechterverhältnis der untersuchten Fähen zu den untersuchten Rüden mit 1,1:1 in etwa die Waage. Die weiblichen Füchse waren geringfügig häufiger mit dem Tollwutvirus infiziert als die männlichen Füchse, der Unterschied erwies sich jedoch als nicht statistisch signifikant (vergl. Tab. 18).

Nach LLOYD et al. (1976) liegt das fetale Geschlechterverhältnis der Füchse bei 1:1 und verschiebt sich nach der Geburt zugunsten der Rüden, so daß für subadulte und adulte Füchse ein Verhältnis von Rüden zu Fähen von ca. 1,2:1 angegeben wird. Bei diesen Angaben ist zu beachten, daß es sich lediglich um Feststellungen aus Streckenuntersuchungen handelt, die nur bedingt die tatsächlichen Verhältnisse in der freilebenden Fuchspopulation widerspiegeln können. Die beim männlichen Raubwild in der Regel höher liegenden Streckenergebnisse führte BRAUNSCHWEIG (1980) auf die geschlechtsgebundene größere Vorsicht der weiblichen Tiere zurück. STUBBE et al. (1978) sahen einen ursächlichen Zusammenhang zwischen dem Überhang der gestreckten Rüden gegenüber den erlegten Fähen und der selektiven Wirkung verschiedener Jagdmethoden sowie der saisonalen Aktivität der Geschlechter. Die anhand der eigenen Untersuchungen ermittelte Umkehrung der Verhältnisse, d. h. ein geringfügig höherer Anteil an Fähen an der Gesamtzahl der untersuchten Füchse könnte Ausdruck eines zum Teil hohen Jagddruckes auf die Fuchspopulation im Saarland sein (ZIMEN, 1984). Zu einem ähnlichen Ergebnis kam KRÖGER (1983) im Rahmen einer Analyse der Fuchsjahresstrecken über einen Zeitraum von 15 Jahren aus 25 Jagdrevieren innerhalb des Elbe-Weser-Dreiecks (Niedersachsen). Dabei stellte er fest, daß in den Jagdjahren 1968/69 bis 1975/76 der Anteil der Rüden an der Gesamtstrecke der Füchse deutlich überwog, während sich im Jagdjahr 1976/77 die Geschlechter die Waage hielten. Ab 1977/78 überstieg dagegen der Anteil der weiblichen Füchse den der männlichen mit fortwährend steigender Tendenz, so daß im Jagdjahr 1982/83 das Geschlechterverhältnis erlegter Fähen zu erlegten Rüden bei 2,6:1 lag. Der Autor vermutete, daß diese Verschiebung des Geschlechterverhältnisses als eine Reaktion der in diesem Gebiet stark bejagten Füchse auf die ständig besatzreduzierende Dauerbelastung anzusehen war. Möglicherweise spielte hier die Art der Bejagung der Füchse eine bedeutende Rolle. In dem gesamten Beobachtungszeitraum kamen die Füchse nahezu ausnahmslos durch die Bodenjagd (Baujagd) zur Strecke, die vor 1968 in diesem Jagdgebiet nicht durchgeführt wurde. Der ebenfalls im Rahmen der eigenen Untersuchung ermittelte höhere Anteil tollwut-positiver Fähen stand wahrscheinlich in einem engen Zusammenhang mit dem Fähenüberschuß. In ähnlicher Weise ließ sich in anderen Untersuchungen bei einem Überhang männlicher Füchse eine höhere Zahl infizierter Rüden nachweisen (WIEGAND et al., 1986; EHRLER, 1994).

Die Differenzierung der Füchse in die Altersklassen "juvenil" und "adult" erfolgte in der vorliegenden Untersuchung lediglich anhand äußerer Merkmale des Haarkleides, des Körperbaus sowie anhand des Abnutzungsgrades der Zähne. Dabei war der prozentuale Anteil der juvenilen Tiere (56,5%) an der Gesamtzahl der untersuchten Füchse deutlich höher als der der adulten Füchse (35,9%). Dieses Verhältnis von Jung- zu Altfüchsen entsprach den Beobachtungen anderer Autoren (BRAUNSCHWEIG, 1980; LABHARDT, 1990) und erklärte sich aus der hohen Mortalitätsrate der Füchse bis zum Alter von 2 Jahren (ZIMEN, 1984). In Mitteleuropa wird der jährliche Frühjahrszuwachs der Fuchspopulation durch eine hohe Jugendsterblichkeit, Jagd, Unfallverluste und Krankheiten um das zwei- bis dreifache reduziert (STECK et al., 1980). Durch den sich somit im Laufe eines Jahres reduzierenden Anteil an Jungfüchsen stehen im folgenden Jahr nur noch 1/3 des Bestandes zur Fortpflanzung zur Verfügung. Nach WANDELER et al. (1974), STECK et al. (1980) und KAPPELER (1985) sind allerdings Altfüchse stärker von der Tollwut betroffen als Jungfüchse, da nach Auffassung der Autoren erst adulte Füchse die für eine Übertragung des Rabiesvirus notwendigen Kontakte zu infizierten Artgenossen, wie vor allem zur Zeit der Ranz, unterhalten. Im Vergleich zu den Jungfüchsen, die Auseinandersetzungen mit älteren Artgenossen eher vermeiden, verteidigen Altfüchse beispielsweise ihr Territorium gegen Eindringlinge (STECK et al.,

1980). Aufgrund ihrer geringeren Erfahrung gegenüber Gefahren (Straßenverkehr, Jagd, Fallen) und ihrer höheren Anfälligkeit gegenüber anderen Krankheiten fallen juvenile Füchse diesen Todesursachen häufiger zum Opfer. Bezüglich der eigenen Ergebnisse waren mit einem Anteil von 58,1% ebenfalls weniger Jungfüchse mit dem Rabiesvirus infiziert als Altfüchse mit 63,8%. Die unterschiedlichen relativen Infektionshäufigkeiten erwiesen sich allerdings im Chi²-Test als nicht signifikant (vergl. Tab. 19).

15.1.2 Verteilung der Einsendungen und Tollwutfälle nach Monaten

Die Zahl der Fuchseinsendungen im Verlauf des dreizehnmotigen Beobachtungszeitraumes wurde bestimmt durch die aktuelle Seuchenlage, d. h. mit zunehmender Zahl tollwut-positiver Füchse stieg auch die Zahl der eingesandten Tiere (vergl. Abb. 26). Hiervon ausgenommen war der erste Untersuchungsmonat August 1994, in dem eine hohe Zahl Füchse zur Untersuchung gelangte, aber die Zahl infizierter Füchse vergleichsweise gering war. Wie bereits unter 15.1 beschrieben, erfolgte zu Beginn dieses Monats eine Aufforderung der Jäger und Förster vermehrt Füchse in das SIGU einzusenden.

Die monatliche Verteilung der Zahl tollwut-positiver Füchse deckte sich in etwa mit den Ergebnissen der durchschnittlichen monatlichen Verteilung der Tollwutraten in dem Beobachtungszeitraum 1986 bis 1995 und stand in einem engen Zusammenhang mit der Lebensweise der Füchse. Somit stieg die Zahl infizierter Tiere zur Zeit der Dispersion der Jungfüchse in den Herbstmonaten an. Nach einem kurzzeitigen Abfall erhöhte sich die Zahl tollwut-positiver Befunde erneut im Monat Januar. Bei der Sektion der Füchse wurden lediglich im März Föten im Uterus weiblicher Tiere gefunden. Dies ließ vermuten, daß die Paarungszeit der Füchse, bei einer Tragzeit von 52 bis 53 Tagen, auf die Monate Januar und Februar fiel. In den Monaten der Ranz erhöht sich die Kontaktrate unter den Tieren und bedingt somit eine vermehrte Übertragung des Tollwutvirus. Ein Anstieg der Seuchenfeststellungen, wie die eigenen Ergebnisse zeigten, ist die Folge. Der starke Rückgang der Einsendungen sowie der Seuchenfälle im April 1995 hing höchstwahrscheinlich damit zusammen, daß infolge einer hohen Infektionsrate während der Ranzzeit ein großer Teil der Fuchspopulation der Tollwut zum Opfer fiel. Weiterhin war davon auszugehen, daß die Zahl der eingesandten Füchse in einem unmittelbaren Zusammenhang mit den saisonalen Jagdgewohnheiten im Saarland stand. Somit verringert sich während der Setz- und Brutzeit in den Frühjahrsmonaten generell der Jagddruck auf den Fuchs, obwohl diese Wildart von der Schonzeit ausgenommen ist (§ 22 BfjG). Mit Beginn der Jagdsaison auf Reh- und Rotwild in den Monaten Mai bzw. Juni wird auch der Rotfuchs wieder zunehmend bejagt. Ein Anstieg der eingesandten Füchse sowie der positiven Tollwutbefunde war in diesen Monaten deutlich erkennbar.

15.1.2.1 Verteilung der Tollwutraten nach Monaten unter Berücksichtigung der Impfaktionen

Die monatliche Verteilung der im Beobachtungszeitraum ermittelten Tollwutraten ließen nur bedingt einen Rückschluß auf die Entwicklung des Tollwutgeschehens zu, da es sich bei dem zur Verfügung stehenden Untersuchungsmaterial generell nur um eine selektive Stichprobe handelte und mit einer nicht unerheblichen Dunkelziffer an Tollwutfälle bei Füchsen zu rechnen war. Nach jeder der durchgeführten Impfmaßnahmen war zunächst ein Rückgang der Seuchenraten unter den untersuchten Füchsen zu beobachten, der allerdings nur 2 bis 3 Monate anhielt (vergl. Abb. 29). Die für die Tollwut typische saisonale Verteilung der Infektionsraten mit einem deutlichen Inzidenzpeak im Frühjahr und Herbst 1994 sowie im Spätwinter/Frühjahr 1995 schien zwar durch die Impfmaßnahmen unbeeinflusst zu sein (vergl. Kap. 11.1.2 und 14.1.2), aber dennoch war zu erkennen, daß insbesondere nach der Herbstimpfung 1994 und der Frühjahrsimpfung 1995 das Niveau der relativen Tollwutfälle geringfügig gesenkt wurde. Im Vergleich zu den eigenen Ergebnissen ergab eine Analyse des Tollwutgeschehens im Regierungsbezirk Dresden, in dem in den Jahren 1991 und 1992 im halbjährigen Abstand geimpft wurde, daß auch hier die typischen Maxima der amtlich gemeldeten Tollwutfälle nach der ersten Frühjahrs- und Herbstimpfung zunächst erhalten blieben und erst nach vier Impfungen in sechsmonatigem Abstand nicht mehr auftraten. Insgesamt gingen die Seuchenfeststellungen von 252 Fälle ante vaccinationem auf 28 Fälle nach viermaliger Impfung in halbjährigem Abstand zurück (ULBRICH, 1994). Unter der Voraussetzung einer mindestens gleichbleibend konsequenten Durchführung weiterer Impfeinsätze bleibt das Geschehen der Tollwut im Saarland in naher Zukunft abzuwarten.

15.1.2.2 Monatliche Verteilung der Einsendungen und der Tollwutraten nach dem Geschlecht

Entgegen der Annahme von ULBRICH (1968) zeigte sich in der vorliegenden Untersuchung, daß beide Geschlechter im Verlauf eines Jahres nicht gleich häufig von der Tollwut betroffen waren (vergl. Tab. 20 und Abb. 29). Die relative

Infektionshäufigkeit der Rüden mit dem Tollwutvirus nahm im Verlauf der Herbst-, Winter- und Frühjahrsmonate kontinuierlich ab und erreichte in den Sommermonaten ein Minimum. In umgekehrter Weise verhielten sich folglich die Infektionsraten der Fähen, die vom Herbst bis zum Sommer kontinuierlich anstiegen. Diese Ergebnisse ließen einen Einfluß der geschlechtsspezifischen Verhaltensweisen auf das Infektionsgeschehen von Rüden und Fähen vermuten. Bereits LABHARDT (1990) konnte nachweisen, daß im Winter mehr Rüden und im Sommer mehr Fähen an der Tollwut erkrankten. So sind es vor allem männliche Jungfuchse, die zur Zeit des Raubmündigwerdens im Herbst aus dem elterlichen Gebiet abwandern und infolge von Revier- bzw. Rangordnungskämpfen vermehrt der Tollwut zum Opfer fallen (vergl. Kap. 1.6). Auch während der Ranz steigt der Infektionsdruck durch Beißereien rivalisierender Rüden. Im Spätwinter bzw. zu Beginn des Frühjahr kommt es im Rahmen der Bausuche der Fähen zu vermehrten Auseinandersetzungen unter den weiblichen Tieren (LABHARDT, 1990). In den ersten zwei bis drei Wochen nach der Geburt der Welpen verläßt die Fähe nur selten den Bau. Ab der vierten Lebenswoche werden die Welpen mit fester Nahrung versorgt, wobei die Fähe auch tagsüber auf Nahrungssuche geht. Möglicherweise bedingt eine höhere Aktivität der Fähen während der Welpenaufzuchtphase eine Zunahme der sozialen Auseinandersetzungen unter den weiblichen Füchsen und damit verbunden auch eine Erhöhung der Seuchenfälle. Da es sich in der vorliegenden Untersuchung mehrfach zeigte, daß eine enge Korrelation zwischen der Zahl der Einsendungen und der Zahl der gemeldeten Tollwutfälle bestand, wurde die monatliche Verteilung der Einsendungen von Rüden und Fähen nicht zuletzt auch durch die saisonal unterschiedlichen Jagdgewohnheiten beeinflusst (vergl. Abb. 28). Die Jagdstatistiken in Mitteleuropa lassen diesbezüglich erkennen, daß im Winter mehr männliche Füchse, insbesondere auf Treibjagden, gestreckt werden als Fähen (LABHARDT, 1990). Anders verhält es sich in den Frühjahrs- und Frühsommermonaten, in denen mehr weibliche Füchse der Jagd zum Opfer fallen.

15.1.2.3 Monatliche Verteilung der Einsendungen und der Tollwutraten nach dem Alter

Die eigenen Ergebnisse hinsichtlich der monatlichen Verteilung der tollwut-positiven Jung- und Altfüchse standen im Einklang mit den Beobachtungen von STECK et al. (1980). Demnach war die Tollwutinzidenzrate unter den juvenilen Füchsen im Frühjahr mit ca. 7% sehr gering und stieg im Laufe des Beobachtungszeitraumes kontinuierlich an (vergl. Tab. 21). Im Herbst ließen sich ca. 80% der infizierten Füchse der Altersklasse "juvenil" zuordnen. In umgekehrter Weise stellte sich der monatliche prozentuale Anteil der adulten Füchse unter den positiven Tollwutbefunden dar. In den Wintermonaten waren Jung- und Altfüchse in etwa zu gleichen Teilen mit dem Tollwutvirus infiziert. Geht man davon aus, daß im Jahre 1995 die Hauptwurfzeit der Füchse im Saarland auf den Monat März entfiel (vergl. Kap. 15.1.2), so erklärte sich hierin der prozentuale Anteil an eingesandten und tollwut-positiven adulten Füchse von 100 % (vergl. Abb. 30 und 31). Mit zunehmendem Alter steigt für die Jungfuchse das Risiko, sich durch den Kontakt mit tollwutranken Artgenossen mit dem Rabiesvirus zu infizieren. Insbesondere zur Zeit des Selbstständigwerdens im Herbst werden vor allem juvenile Füchse von erwachsenen Tieren attackiert, sobald sie in ein bereits besetztes Territorium eindringen. Infolge ihrer geringen Lebenserwartung reduziert sich im Laufe des Jahres insgesamt der Anteil der Jungfuchse (vergl. Kap. 15.1.1). Mit dem Eintritt der Geschlechtsreife im Alter von ca. 10 bis 11 Monaten sind Füchse beider Altersgruppen zu Beginn der Paarungszeit in den Wintermonaten mehr oder weniger in gleicher Weise dem Infektionsdruck der Tollwut ausgesetzt. Demnach sind die Gründe für die altersabhängigen Unterschiede in der Verteilung der Infektionsraten innerhalb eines Jahres letztlich in der Biologie der Füchse und dem sozialen Verhalten der Jung- und Altfüchse und nicht etwa in einer altersspezifischen Empfänglichkeit gegenüber dem Tollwutvirus zu suchen (STECK et al., 1980).

15.1.3 Verteilung der Tollwutraten nach Landkreisen unter Berücksichtigung des Hunting Index

Wie in Kap. 14.2 bereits hingewiesen, ermöglichte die Ermittlung und Auswertung der Tollwutraten nach Landkreisen lediglich einen Vergleich der Seuchendaten auf der Verwaltungsebene und nicht nach geographischen Einheiten. Weiterhin war die Anwendung der Fuchsjagdstrecke als Indexziffer der Fuchsdichte (HIPD) nur begrenzt möglich, da generell die Zahl der jährlich erlegten Füchse nicht linear mit der Fuchsdichte korreliert (VOS, 1990). Der HIPD konnte lediglich zur Schätzung des Fuchsbesatzes (Frühjahrsbesatz) herangezogen werden, wobei zu berücksichtigen war, daß die Zahl der je Jahr und qkm gestreckten Füchse auch als Ausdruck der Jagdintensität und -gewohnheiten in den betreffenden Gebieten zu betrachten war (vergl. Kap. 1.5). ZIMEN (1982) fand heraus, daß im Saarland schon erhebliche Differenzen hinsichtlich der Fuchsabschuszahlen zwischen benachbarten Jagdrevieren bestanden. Die deutliche Abhängigkeit der Fuchsabschüsse vom Waldanteil der Reviere führte er dabei nicht auf differente Fuchsdichten, sondern auf die unterschiedlichen Jagdbedingungen sowie die unterschiedliche Motivation von "Wald"- und "Feldjägern" zurück. So gilt der Fuchs in ausgesprochenen Niederwildrevieren als Schädling des Niederwildes und wird hier entsprechend intensiv bejagt (ZIMEN, 1984; FUNK, 1994). In Gebieten mit hoher Jagdmotivation (Feld-Wald-Mischgebiete und reine Feldgebiete) stimmt der längerfristige Verlauf der Abschuszahlen in etwa mit demjenigen der Wurfdichte der Fuchspopulation überein. Dagegen sind die Zahlen gestreckter Füchse in Gebieten mit

geringer Motivation der Jäger zur Fuchsjagd weitgehend unabhängig von der Fuchsdichte (FUNK, 1994).

Nach FUNK (1994) verhindert insbesondere die für die heterogene Kulturlandschaft typische zeitlich-räumliche Heterogenität der Jagdintensität eine großflächige und dauerhafte Dichtereduktion der Füchse. Trotz intensiver Bejagung in großen Teilen Europas und Nordamerikas gelang es nicht, die Fuchsdichte dauerhaft unter einen kritischen, insbesondere für die Persistenz der Tollwut notwendige Dichte zu halten (MAC INNES, 1987; DEBBIE, 1991). Die jagdbedingte Mortalität kann zwar möglicherweise die Geschwindigkeit des Dichteanstiegs nach einem durch einen Tollwutseuchenzug verursachten Populationszusammenbruch verlangsamen, nicht aber den Anstieg per se (FUNK, 1994). ZIMEN (1982; 1984) und MACDONALD (1988) vermuten sogar, daß sich die Bejagung der Füchse kontraproduktiv auf die Tollwutbekämpfung auswirken kann. Eine hohe jagdbedingte Mortalitätsrate steigert nicht nur die Reproduktions- und Turnoverrate (vergl. Kap. 2.1.7), sondern hat auch eine Instabilität der territorialen Organisation der Füchse zur Folge, wodurch sich wiederum wahrscheinlich die Kontaktrate benachbarter Artgenossen erhöht und die Ausbreitung des Tollwutvirus gefördert wird (FUNK, 1994). Nur bei sehr hoher Jagdintensität kann der positive Effekt einer reduzierten Anzahl an abwandernden Füchsen den negativen Effekt der territorialen Instabilität ausgleichen und nach FUNK (1994) möglicherweise übertreffen.

Unter Berücksichtigung der Tatsache, daß zum einen die Aufrechterhaltung der Tollwut in einem Gebiet von der Fuchsdichte bzw. von der Kontaktrate zwischen infizierten und gesunden Füchsen abhängig ist (ANDERSON et al., 1981; MOEGLE et al., 1971 und 1974; STECK et al., 1980) und zum anderen der Hunting Index eine grobe Schätzung des Fuchsbestandes, wenn auch nur unter Vorbehalt, zuläßt, war zu prüfen, ob in den saarländischen Landkreisen die von STECK et al. (1980) beschriebene lineare Korrelation zwischen dem HIPD und der Dichte der Fuchstollwut bestand (vergl. Tab. 21 und Abb. 32). Da ein Jagdjahr am 1.4 beginnt und am 31.3. des folgenden Jahres endet, der Untersuchungszeitraum sich allerdings von August 1994 bis August 1995 erstreckte, erfolgte für jeden Landkreis die Errechnung der relativen Fuchsdichte durch die Bestimmung des Hunting Index-Mittelwertes (HIM) der Jagdjahre 1994/95 und 1995/96. Der Vergleich zwischen den Tollwutraten und der HIM der Landkreise St. Wendel, Saarlouis, Neunkirchen und des Stadtverbandes Saarbrücken zeigte, daß mit sinkenden relativen Infektionshäufigkeiten der untersuchten Füchse die Zahl der je Jagdjahr und qkm gestreckten Füchse ebenfalls abnahm. Der Stadtverband Saarbrücken verzeichnete dabei bei einer Seuchenrate von ca. 61% den niedrigsten HIM (1,6). Anders verhielten sich die beiden Parameter zueinander in den Kreisen Merzig-Wadern und Saar-Pfalz. Während sich für den Landkreis Merzig-Wadern die geringste Tollwutrate (ca. 51%) und der höchste HIM (2,4) ergaben, wies der Saar-Pfalz-Kreis, bei 1,9 erlegten Füchsen je Jagdjahr und qkm, mit ca. 54% die niedrigste Tollwutrate auf.

Hinsichtlich der Interpretation dieser Ergebnisse erschien es problematisch auf einen direkten Zusammenhang zwischen den Tollwutraten und der mittels der HIM geschätzten Zahl der Füchse je qkm zu schließen. Unter der Annahme, daß die errechneten HIM in etwa die Fuchsbestände vor der Wurfzeit in den einzelnen Landkreisen wiedergaben, war zu vermuten, daß somit die relative Fuchsdichte in allen Landkreisen des Saarlandes weit über dem kritischen Schwellenwert der Tollwut von 0,2 - 0,3 Füchse je qkm (WACHENDÖRFER, 1978) bzw. 0,3 bis 0,5 Füchse je qkm (THRUSFIELD, 1986), unterhalb dessen die Seuche erlischt, lag. Weiterhin war zu berücksichtigen, daß zur Bestimmung der HIM nicht die Jagdwirtschaftsfläche der Landkreise, sondern die jeweiligen Gesamtfläche zugrunde gelegt wurde. Da die einzelnen Landkreise sich hinsichtlich der relativen Verteilung und der Art der Verteilung der Bodenflächen (Wald-, Landwirtschafts-, Siedlungs- und Verkehrsflächen) voneinander unterscheiden (Statistisches Landesamt Saarland, 1993), differieren demnach auch die entsprechenden Anteile der bejagbaren Flächen. Dabei bestand wahrscheinlich ein kausaler Zusammenhang zwischen den in den Landkreisen Merzig-Wadern, St. Wendel und Saarlouis ermittelten HIM von über 2,1 und den hohen relativen Anteilen landwirtschaftlich genutzter Fläche ($\geq 50\%$) an der Gesamtfläche. Im Vergleich dazu werden im Stadtverband Saarbrücken, bei einem HIM von 1,6 nur ca. 27% der Gesamtfläche landwirtschaftlich genutzt. Auf die bestehende Abhängigkeit zwischen dem Jagddruck und dem relativen Waldanteil, der in den erstgenannten Landkreisen bei durchschnittlich ca. 31% und im Stadtverband bei ca. 42% liegt, wurde bereits hingewiesen. Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung waren die ermittelten Tollwutraten und HIM beeinflussenden Faktoren nicht zu eruieren, so daß insgesamt die Verteilung der gewonnenen Daten und deren Vergleich untereinander auf der Ebene der Landkreise keine eindeutigen Aussagen zuließen.

Zudem steigt nach BÖGEL et al. (1974) die Genauigkeit der Schätzung der Fuchsdichte anhand der Jagdstatistik mit zunehmender Größe des Gebietes, wobei der HIPD erst bei Gebieten von mehr als 1.000 qkm (WHO, 1982) bzw. 2.000 qkm (MOEGLE et al., 1971) eine akzeptable Zuverlässigkeit bieten soll. Die Gesamtfläche eines jeden Landkreises des Saarlandes beträgt dabei nicht mehr als 500 qkm.

15.2 Antikörper- und OTC-Bestimmung

Nach SCHNEIDER et al. (1983b) ist die die Impfkationen begleitende Diagnostik von besonderer Wichtigkeit, da sie

Aufschluß über die Effektivität des Impfverfahrens gibt. Anhand der Immunitätsnachweise im SNT und der Oxytetracyclin (OTC)-Bestimmungen in Unterkieferknochen läßt sich der Anteil der Füchse, die Impfstoff bzw. Impfköder aufgenommen haben; relativ gut abschätzen. Die dabei erforderliche Zahl zu untersuchender Füchse ergibt sich aus den Forderungen einer statistisch gesicherten Repräsentanz und den Möglichkeiten im Impfgebiet (STÖHR et al., 1990). Nach dem Dreistufenprogramm der 67. Gesundheitsministerkonferenz vom 17./18. November 1994 wird als Faustregel ein Stichprobenumfang von 16 Kontrollfüchsen (Fallwild, Unfallwild, erlegte Füchse) je 100 qkm und Jahr gefordert.

Im Saarland wurde zur Prüfung der Wirksamkeit der durchgeführten Impfeinsätze erst im August 1994 mit der Entnahme von Untersuchungsproben an tollwut-negativen Kontrollfüchsen begonnen. Demnach ließ sich in der vorliegenden Untersuchung lediglich die Effizienz der im Mai 1994, im Oktober 1994 und im April 1995 erfolgten Köderaushagen auswerten, wobei lediglich Probenmaterial für den Zeitraum August 1994 bis August 1995 vorlag. Bei einer tatsächlich eingesandten Anzahl von vier Füchsen je 100 qkm und Jahr wurde die geforderte Stichprobengröße nur zu 25% erfüllt. Nach jedem Impfeinsatz kamen weniger als 50 Füchse zur Untersuchung (ein bis zwei Kontrollfüchse je 100 qkm und Impfung). Ob es sich dabei um einen jeweils repräsentativen Stichprobenumfang handelte bzw. ob anhand der ermittelten Antikörper- und OTC-Nachweisraten repräsentative Aussagen über den Immunstatus der Füchse und somit über den Erfolg der oralen Immunisierung im Saarland in dem untersuchten Zeitraum möglich ist, war daher fraglich. Zudem ließen sich die gewonnenen Ergebnisse statistisch nicht absichern. Da es sich hier ausschließlich um tollwut-negative Kontrollfüchse handelte, erklärte sich die Schwankung des Probenumfanges in den einzelnen Untersuchungsmonaten aus der monatlich festgestellten Anzahl der Tollwutfälle, d.h. in dem Maße, in dem die Tollwutfeststellungen in einem Monat zu- bzw. abnahmen, verringerten bzw. erhöhten sich in gleichem Maße auch die tollwut-negativen Befunde.

Um den Infektionszyklus der Tollwut zu unterbrechen, gibt MANZ (1976) eine Mindestimmunität der Fuchspopulation von 51 bis 65% an. Die WHO (1973), MAC INNES (1987) und BACON et al. (1980) gehen dagegen von einer Immunisierungsrate von 60 bis 70% aus. Nach SCHNEIDER et al. (1987) bedeutet eine Serokonversionsrate von 74%, daß drei von vier Füchsen durch die Impfung erreicht und gegen die Tollwut geschützt sind und somit für die Weitergabe der Infektion ausfallen. In der vorliegenden Arbeit wurden im Saarland nach der Impfung im Mai 1994 48 Kontrollseren untersucht, von denen sich 22 im SNT (45,8%) als positiv erwiesen (vergl. Tab. 23). Die Prozentzahl OTC-positiver Füchse an der Gesamtzahl der 48 untersuchten Füchse lag dabei bei 43,8% (n= 21). Die höchsten Antikörper- und OTC-Raten ergaben sich während des Beobachtungszeitraumes nach der Herbstimpfung 1994. Von den im Zeitraum Dezember 1994 bis einschließlich April 1995 insgesamt 25 eingesandten Füchsen waren 15 Füchse OTC-positiv (60,0%) und 13 Füchse (52,0%) wiesen Antikörper im Serum auf. Nach der Frühjahrsimpfung 1995 wurden durchwegs wieder deutlich niedrigere Prozentzahlen OTC-positiver (57,1%) und immuner Füchse (38,1%) an der Gesamtzahl der 21 eingesandten Tiere als bei der vorangegangenen Vakzination festgestellt. Unter der Berücksichtigung, daß die gewonnenen Ergebnisse der Folgeuntersuchungen aufgrund zu geringer Einsendezahlen vermutlich nur bedingt zu verwerten waren, ließen sich dennoch Parallelen zu der in Kap. 12.1.3.1 dargestellten, stark schwankenden monatlichen Verteilung der Tollwutraten der untersuchten Füchse im Saarland im Zeitraum Januar 1994 bis August 1995 feststellen (vergl. Abb. 27). Da die ermittelten Seuchenraten keine eindeutige Reaktion auf die zwei Impfeinsätze im Jahre 1994 und die Frühjahrsimpfung im Jahre 1995 zu zeigen schienen, war anzunehmen, daß der Anteil immunisierter Füchse an der Gesamtpopulation zu gering war (@ 46%), um das Seuchengeschehen zumindest auf ein deutlich niedrigeres Niveau zu drücken.

Die insgesamt in dem Beobachtungszeitraum im Saarland erhobene Immunisierungs- und Köderaufnahmerate von ca. 46% bzw. ca. 51% lag dabei weit unter den in anderen deutschen Bundesländern ermittelten Werten. Zum Vergleich ergab sich nach jeweils einer Impfung in Niedersachsen eine OTC-Nachweisrate von 65%, in Schleswig-Holstein von 67%, in Hessen von 73%, in Rheinland-Pfalz von 79% und in Baden-Württemberg von 81%. Nach den in den Jahren 1983 bis 1985 durchgeführten Impfkationen waren in den genannten Bundesländern Immunisierungsraten zwischen 66 und 85% (Niedersachsen@72%; Schleswig-Holstein@69%; Hessen@66%; Rheinland-Pfalz@68%; Baden-Württemberg@85%) zu verzeichnen (SCHNEIDER et al., 1987).

Nach maximal dreimaliger Durchführung der Impfeinsätze in halb- bis einjährigen Abständen wurde somit bis zum Jahre 1986 in zahlreichen Impfgebieten (insgesamt 25 Landkreise in den Bundesländer Niedersachsen, Schleswig-Holstein, Baden-Württemberg und Bayern) ein völliges Erlöschen der Tollwut festgestellt.

Hinsichtlich der Korrelation zwischen den serologischen und den Markerbefunden (vergl. Tab. 24) ließen sich teilweise Parallelen zu den Ergebnissen von MÜLLER (1994) feststellen. Dabei lag der Anteil der Füchse mit der Befundkombination Ak-negativ/ OTC-positiv bei 20% (MÜLLER, 1994: 24%) und Ak-positiv/ OTC-negativ bei 15% (MÜLLER, 1994: 17%). Während die Befundgruppen Ak-negativ/ OTC-negativ (31%) sowie Ak-positiv/ OTC-positiv (34%) in der vorliegende Untersuchung nur geringfügig voneinander abwichen, ermittelte MÜLLER (1994) für die entsprechenden Befundkombinationen prozentuale Anteile von 16% bzw. 42%. Die möglichen Gründe für die im einzelnen diagnostizierten Korrelationen zwischen den serologischen und OTC-Befunden sind in der folgenden Übersicht

Epidemiologische Untersuchungen zum Vorkommen der Tollwut und d...inen Fuchsbandwurmes, Echinococcus multilocularis, im Saarland zusammengefaßt.

Mögliche Gründe für die Befundkombination Ak-negativ/OTC-negativ:

- Köderaufnahme erfolgte nicht

Mögliche Gründe für die Befundkombination Ak-positiv/OTC-positiv:

- Köderaufnahme erfolgte

Mögliche Gründe für die Befundkombination Ak-negativ/OTC-positiv:

1. OTC-Marker bleiben lebenslang nachweisbar (COX, persönl. Mitt. 1995), während die Höhe des Ak-Titers zeitlich begrenzt ist (die Dauer der oralen Immunität liegt zwischen 6 und 12 Monaten) (SCHNEIDER et al., 1983a; SCHNEIDER, 1984)
2. Aufnahme der Köder erfolgte zu einem Zeitpunkt (später als 2-3 Wochen nach der Köderapplikation), als der Impfstoff infolge Inaktivierung seine Immunogenität bereits verloren hatte (MÜLLER, 1994)
3. Schlechte Qualität der Impfstoffchargen, wodurch eine Immunantwort beim Zieltier ausbleibt (MÜLLER, 1994)
4. Zieltier nimmt nur Blister auf, nicht aber den Impfstoff
5. OTC-Ablagerungen sind nicht auf die Köderaufnahme, sondern auf die Aufnahme von Naphthaceenderivaten (Mülldeponien) zurückzuführen (DEDEK et al., 1991)
6. Ein Ak-Titer von $\geq 1:60$ ist eher als protektive Schutzrate anzusehen, da erst ab dieser Grenze von einer belastbaren Immunität auszugehen ist (SCHNEIDER et al., 1983; MÜLLER, persönl. Mitt., 1995); allerdings werden in dem in Deutschland angewendeten SNT (RFFIT) auch Titer mit 1:10 erfaßt, so daß die eigentliche Immunisierungsrate der Kontrolltiere höher liegt
7. Die Titerhöhe wird durch eine längere Serumfrostung beeinflußt (MAC INNES et al., 1990)
8. Falsch-negative serologische Befunde infolge qualitativ minderwertiger Serumproben

Mögliche Gründe für die Befundkombination Ak-positiv/OTC-negativ:

1. Inhomogene Verteilung des Markers in der Ködermasse (BALDO et al., 1988)
2. Durch Schwankungen der OTC-Konzentrationen im Knochengewebe unterziehen sich möglicherweise einige positive Tiere einem Nachweis (BROCHIER et al., 1987)
3. Unterschiedliche Resorptionsrate der OTC-Marker im Verdauungstrakt (MÜLLER et al., 1993a)
4. Die Möglichkeit einer natürlich erworbenen Immunität sei hier erwähnt, ist aber nach STECK et al. (1982) unbedeutend (nach WITTMANN et al., (1967) sowie WANDELER et al., (1974) liegt diese unter 10%); zudem erfolgt eine Antikörper-Induktion nach einer Infektion mit dem Tollwutvirus, wenn überhaupt, erst sehr spät im Erkrankungsstadium der Tollwut; in der vorliegenden Untersuchung gingen jedoch nur tollwut-negativ diagnostizierte Füchse ein
5. Nach MAYR et al. (1972) und KOVALEV et al. (1987) ist die infolge einer Impfung erworbene humorale Immunität passiv auf die Nachkommenschaft übertragbar, wobei Angaben über die Persistenz maternaler Antikörper beim Fuchs nicht vorliegen (MÜLLER, 1994)
6. Falsch-positive, serologische Befunde infolge qualitativ minderwertiger Serumproben

Nach KAPPELER (1991) erhöht sich nach zwei- bis mehrmalig durchgeführten Impfeinsätzen in einem Gebiet die

Immunisierungs- und Köderaufnahmerate um 10 bis 20%. Die Ursachen für die im Saarland unbefriedigenden Ergebnisse der Effizienzkontrollen sowie für die bisher nicht erreichte erfolgreiche Zurückdrängung der Tollwut sind vermutlich multifaktoriell. Die erhobene Daten deuteten darauf hin, daß das Zieltier Fuchs nur unzureichend durch die Impfkampagnen erreicht wurde. In Anlehnung an die in Kap. 14.6 diskutierten möglichen Gründe für den Mißerfolg der oralen Immunisierung der Fuchse im Saarland waren weitere Einflußfaktoren zu diskutieren. Nach dem Impfausfall im Jahre 1993 und der darauffolgenden Tollwutexplosion im Jahre 1994 ergab sich für die hier betrachteten Impfeinsätze eine für den Erfolg des Immunisierungsverfahrens ungünstige Ausgangslage. Weiterhin stellt sich im Saarland wie auch bundesweit die Frage nach dem Zusammenhang zwischen Fuchsdichte und Impferfolg. SCHLÜTER et al. (1995) vermuten, daß eine hohe Fuchspopulation mit einer geringen Immunisierungsrate verbunden ist bzw. sein kann. Bei einer Fuchsdichte (bzw. einer entsprechenden Zahl nichtimmuner Fuchse in einer geimpften Population), die über dem enzootischen Schwellenwert von 0,2 bis 0,3 Fuchse je qkm (WACHENDÖRFER, 1978) bzw. 0,3 bis 0,5 Fuchse je qkm (THRUSFIELD, 1986) liegt, ist zwar von einem Fortbestehen der Infektkette auszugehen, aber die Tollwutbekämpfung ist dennoch nicht generell in Frage zu stellen. Vielmehr ist das angewandte Impfkonzept zu überdenken.

Als weitere wichtige Einflußfaktoren sind das Jagdverhalten und die Jagdintensität zu erwähnen. Nicht zu eruieren ist dabei der Anteil der geimpften Fuchse, der infolge der Jagd gestreckt und unschädlich beseitigt und somit nicht zur Einsendung gelangt. Es wäre auch zu prüfen, ob im Saarland eventuell hohe Dichten von Köderkonkurrenten, insbesondere die Dichte des Schwarzwildes, für ein Nichterreichen der angestrebten Köderdichte von 15 bis 20 Köder je qkm verantwortlich war.

STÖHR et al. (1990) erwähnen zudem als mögliche Ursache für niedrige Antikörper-Raten die Verwendung von ungeeigneten Serumproben im SNT. Wegen der Empfindlichkeit des Indikatorsystems erfordert die serologische Untersuchung ein qualitativ einwandfreies Serum, das in Abhängigkeit von der Jahreszeit möglichst maximal 12 bis 20 Stunden nach der Streckung bzw. nach dem Eintritt des Todes der zu untersuchenden Tiere zu entnehmen ist. Insbesondere bei Unfall- und Fallwild ist die Einhaltung dieser Zeitspanne nicht zu gewährleisten. Hinzu kommt oftmals eine fortgeschrittene Autolyse des Untersuchungsmaterials in den Sommermonaten, die das Ergebnis des SNT verfälschen können.

Für das weitere strategische Gesamtverfahren bei der oralen Immunisierung der Fuchse im Saarland sind in Anlehnung an Kap. 14.6 folgende Punkte zu überprüfen:

1. Auslagequalität und Impfzeitpunkt; insbesondere bei der Handauslage der Impfköder ist die weiterhin positive Einstellung der Jägerschaft sowie deren freiwillige Mitarbeit für den Erfolg der oralen Vakzination der Fuchse unabdingbar
2. Konsequenz hinsichtlich der Einsendung einer für die Wirksamkeitskontrollen ausreichenden Zahl an Kontrollfuchsen
3. Konsequenz hinsichtlich der Durchführung der die Impfmaßnahmen begleitenden Diagnostik, wobei insbesondere auf die Gewinnung eines geeigneten Probenmaterials (Serum) zu achten ist
4. Epidemiologische Bewertung der Antikörper-, Marker- und Tollwutdiagnostik
5. Dichte der Zieltierpopulation und relevanter Köderkonkurrenten
6. Fachliche und finanzielle Voraussetzungen für den Impferfolg.

Die Organisation und Durchführung der Tollwutbekämpfungsmaßnahmen liegen in der Verantwortlichkeit der obersten Landesbehörde eines jeden Bundeslandes. Dies ist einerseits von Vorteil, da flexibler auf spezifische Situationen reagiert werden kann, birgt aber andererseits die Gefahr in sich, daß erforderliche großräumige flächendeckende Maßnahmen unter Umständen schon an der Landesgrenze enden. Nicht zuletzt hängt jedoch der Erfolg der Impfmaßnahmen und damit die Zurückdrängung oder gar Tilgung der Tollwut von länderübergreifenden Bekämpfungskonzeptionen ab (SCHLÜTER, 1994).

15.2.1 Verteilung der Immunisierungs- und Köderaufnahmeraten nach dem Geschlecht und dem Alter der untersuchten Kontrollfuchse

Die absoluten Zahlen der untersuchten männlichen und weiblichen Kontrollfüchse hielten sich in etwa die Waage (Verhältnis Rüden zu Fähen=1,1:1). Die Rüden wiesen während des Beobachtungszeitraumes sowohl eine höhere Immunisierungs- als auch eine höhere Köderaufnahmerate als die Fähen auf, der Unterschied war jedoch statistisch nicht signifikant. Die eigenen Ergebnisse entsprachen denen von KAPPELER (1991), der ebenfalls keine geschlechtsspezifischen Unterschiede bezüglich der Antikörper- und OTC-Befunde nachweisen konnte.

Bei der im Zeitraum August 1994 bis August 1995 untersuchten Fuchspopulation lag das Verhältnis von adulten zu juvenilen Füchsen bei 1:2. Hinsichtlich der Serokonversionsrate ergab sich zwischen den Altersklassen kein signifikanter Unterschied, während bei den über einem Jahr alten Tieren signifikant häufiger OTC-Ablagerungen im Unterkieferknochen zu finden waren.

Grund für die signifikant höhere OTC-Rate der adulten Füchse war wahrscheinlich die Tatsache in Erwägung zu ziehen, daß Füchse mit zunehmendem Alter mehr Köder konsumieren und die Markersubstanz im Knochengewebe akkumuliert wird.

Da sich die Fuchspopulation je nach Jahreszeit zu unterschiedlichen Anteilen aus Jung- und Altfüchsen zusammensetzt, sind auch im Verlauf eines Jahres altersspezifische Unterschiede hinsichtlich der Immunisierungs- und Köderaufnahmeraten bei Füchsen anzunehmen. Dies konnte durch Untersuchungen in der Schweiz von KAPPELER (1991) bestätigt werden und ist bei der Bewertung der Effizienzkontrollen der Impfaktionen zu berücksichtigen (ULBRICH, 1994). Demnach beträgt der Anteil der adulten Füchse im Sommer, bei einer durchschnittlichen Wurfgröße von 5 Welpen, etwa 28% an der Gesamtpopulation. Bei der Frühjahrsimpfung nehmen zunächst nur Altfüchse Impfköder auf. Geht man davon aus, daß 70 bis 80% der ausgelegten Impfköder durch Füchse aufgenommen werden (SCHNEIDER et al., 1987), so liegt der Anteil immuner Altfüchse demnach im Sommer zwischen 20 und 22%. Im Vorversuch zur oralen Immunisierung der Füchse konnte gezeigt werden, daß nach einer Impfung von Jungfüchsen am Bau, diese noch nicht in der Lage waren, einen aktiven Schutz gegen die Tollwut zu entwickeln (SCHNEIDER et al., 1983). Mit zunehmendem Alter erwerben die Jungfüchse, sofern sie Impfköder aufnehmen, die Fähigkeit eine Immunität gegenüber dem Feldvirus aufzubauen und erst bei der Herbstimpfung ist davon auszugehen, daß sowohl der Bestand an Altfüchsen wie auch die nunmehr immunisierbaren Jungfüchse gleichermaßen durch die Impfung erreicht werden. Infolge des Frühjahrszuwachses erreicht der Anteil der Jungfüchse bereits im August/ September ca. 80% des Gesamtbesatzes.

Der prozentuale Anteil serologisch- bzw. OTC-positiver Füchse in der Fuchspopulation wird, ähnlich wie die relative Zahl tollwut-positiver Füchse, durch die verschiedenen Populationsparameter wie Natalitäts-, Mortalitäts-, Emigrations- und Immigrationsrate beeinflusst (vergl. Kap. 15.1.1 und 15.1.2 ff.).

15.2.2 Verteilung der Immunisierungs- und Köderaufnahmeraten nach Landkreisen

Der Vergleich der im Rahmen der vorliegenden Arbeit ermittelten Verteilungen der Tollwut-, Antikörper- und OTC-Raten nach Landkreisen zeigte (vergl. Tab. 28), daß, mit Ausnahme der Landkreise Saarlouis und St. Wendel, mit sinkenden Prozentzahlen tollwut-positiver Füchse die Immunisierungsraten der untersuchten Füchse zunahm. Dies bedeutete, bezüglich des Landkreises Neunkirchen, des Stadtverbandes Saarbrücken, des Saar-Pfalz-Kreises und des Landkreises Merzig-Wadern eine sich, wenn auch statistisch nicht signifikant, umgekehrt proportional verhaltende Korrelation zwischen dem prozentualen Anteil infizierter und immunisierter Füchse. Insgesamt wurden in den einzelnen Landkreisen des Saarlandes unterschiedliche Ergebnisse der serologischen und OTC-Untersuchungen festgestellt, die weit unter den in anderen deutschen Impfgebieten ermittelten Werten lagen. Nur im Landkreis St. Wendel ergab sich eine Köderaufnahmerate der untersuchten Füchse von 75%. Der Anteil tollwut-positiver Füchse lag hier dennoch mit 85% weit über dem Durchschnitt von 62% und die Immunisierungsrate mit 50% nur geringfügig über dem Durchschnittswert von 46%. Im Vergleich hierzu waren die insgesamt aus dem Landkreis Merzig-Wadern eingesandten Füchse nur zu 51% mit dem Rabiesvirus infiziert, während unter den tollwut-negativen Kontrollfüchsen 55% Antikörper im Serum und 55% OTC-Markierungen im Unterkieferknochengewebe aufwiesen.

Erst anhand der in Tab. 29 erfolgten Gliederung der einzelnen Landkreise nach den jeweiligen prozentualen Anteilen (Durchschnittswerte) der verschiedenen Bodenflächennutzungsarten sowie der Zahl der Einwohner je qkm ließ sich ein Trend in der Verteilung der Tollwut-, Immunisierungs- und Köderaufnahmeraten erkennen. Dabei ergaben sich bei einem hohen Anteil bewaldeter Fläche eine geringere Seuchenrate und höhere Antikörper- bzw. OTC-Raten als bei einem niedrigen Bewaldungsgrad. In gleicher Weise verhielten sich die erhobenen Tollwut-, Antikörper- und OTC-Daten bei einem niedrigen Anteil landwirtschaftlich genutzter Fläche, niedrigem Anteil Siedlungs- und Verkehrsfläche bzw. einer niedrigen Bevölkerungsdichte. Die möglichen Ursachen für den sich abzeichnenden Zusammenhang zwischen der

unterschiedlichen regionalen Verteilung der Tollwutraten und der Landschaftstopographie bzw. der Bodenflächennutzung wurden bereits in Kap. 14.3. ausführlich diskutiert. Die beobachteten Korrelationen zwischen den Seuchenraten und den serologischen bzw. OTC-Befunden entsprachen höchstwahrscheinlich den in den einzelnen Landkreisen tatsächlich bestehenden unterschiedlichen Immunisierungseffekten, d.h. in den Landkreisen, in denen nur ein unzureichender Immunisierungsgrad der Füchse erreicht wurde, ergab sich eine hohe Tollwutdurchseuchung. Diese Vermutung ließ sich durch die Ausführungen von SMITH (1985) erhärten. Anhand eines Computermodells simulierte der Autor die Entwicklung einer Fuchspopulation während einer Tollwutepidemie. Durch gleichzeitige Integration des Einflusses der oralen Immunisierung konnte der Autor mit Hilfe des theoretischen Modells zeigen, daß bei einer sehr niedrigen Immunisierungsrate die Tollwutfrequenz eher zunahm, während diese bei einer hohen Vakzinierungsrate jedoch sehr schnell absank. Gleichzeitig reagierte der Fuchsbesatz auf die orale Vakzination mit einem starken Anstieg. Eine praktische Bestätigung der Beobachtungen von SMITH (1985) erfolgte anhand der Untersuchungen von ILLIG (1995) zu den epidemiologischen Verlaufsformen der Tollwut in Baden-Württemberg.

16. Untersuchungen zur Befallsextenstität von *Echinococcus multilocularis* bei Füchsen im Saarland im Zeitraum August 1994 bis August 1995

Entgegen der langjährigen Annahme, daß sich das Vorkommen des kleinen Fuchsbandwurmes auf geographisch begrenzte Endemiegebiete (in Deutschland vor allem auf die Schwäbische Alb) beschränkt, belegen Untersuchungen der letzten zehn Jahre eine weitaus größere, gegenwärtig sogar bundesweite Verbreitung dieser Zestodenart. Ob es sich dabei um eine Ausbreitung von *E. multilocularis* in jüngster Zeit, insbesondere in nordöstlicher Richtung, oder um erhöhte Befallsraten bei Rotfüchsen aufgrund einer Intensivierung und Verbesserung der Diagnostik handelt, ist derzeit nicht eindeutig geklärt (RIBBECK et al., 1994; DAUGSCHIES, 1995).

Im Rahmen der Untersuchungen zum Tollwutgeschehen im Saarland ergab sich die Möglichkeit, die eingesandten Füchse auch auf einen Befall mit *E. multilocularis* zu untersuchen. Das Wissen über das Vorkommen und die regionale Verbreitung des Fuchsbandwurmes beim Rotfuchs im Saarland war zu Beginn der Untersuchung nur lückenhaft. Aufgrund der Verbreitungsdaten von *E. multilocularis* aus der Umgebung des Saarlandes (Ostfrankreich: AUBERT, 1986; Rheinland-Pfalz: JONAS et al., 1984; AINC, 1994; Luxemburg: SCHON, 1995) sowie aufgrund ermittelter Einzelbefunde von Füchsen (ZEYHLE et al., 1990; MEINE, 1995) war zu vermuten, daß dieser Parasit auch im Saarland schon längere Zeit verbreitet war. Weiterhin waren Sterbefälle beim Menschen aufgrund einer Echinokokkoseerkrankung seit dem Jahre 1971 im Saarland dokumentiert, wobei ungeklärt blieb, ob es sich dabei um Infektionen mit dem kleinen Fuchsbandwurm (*Echinococcus multilocularis*) oder mit dem Hundebandwurm (*Echinococcus granulosus*) handelte (Statistisches Landesamt Saarland, persönl. Mitt. 1995).

In der vorliegenden Arbeit wurde die regionale und zeitliche Verteilung der Befallsextenstitäten von *E. multilocularis* bei Füchsen im Saarland in dem Beobachtungszeitraum August 1994 bis August 1995 erfaßt und ausgewertet. Weiterhin erfolgte die Untersuchung verschiedener belebter und unbelebter Einflußfaktoren auf die relativen Befallshäufigkeiten der Füchse. Eine Bestimmung der Befallsintensität der zur Untersuchung eingegangenen Füchse wurde nicht durchgeführt.

16.1 Befallsextenstität von *Echinococcus multilocularis* bei den untersuchten Füchsen

Von den insgesamt 352 in dem Zeitraum August 1994 bis August 1995 im Saarland untersuchten Füchsen waren 19,3% (n= 68) Träger von *E. multilocularis*. MEINE (1995) ermittelte dagegen mit 31,3% eine weitaus höhere relative Infektionshäufigkeit unter insgesamt 134 saarländischen Füchsen (vergl. Kap. 3.2), wobei allerdings die Zahl der je Landkreis untersuchten Füchse zwischen 3 und 68 Tieren stark schwankte und während des Zeitraumes dieser Untersuchung (Dezember 1992 bis September 1993) in den Monaten Januar, April und Mai 1993 keine Füchse untersucht wurden. Insgesamt sind jedoch die Ergebnisse beider Untersuchungszeiträume mit den im Jahre 1994 berichteten Befallsraten von 10 bis 30% im Raum Lothringen-Luxemburg-Saarland vergleichbar (AINC, 1994). Eine in etwa gleich hohe Prävalenzrate bei Füchsen (18% im Jahre 1994) wurde in dem an das Saarland angrenzenden Bundesland Rheinland-Pfalz festgestellt (JONAS, 1996).

16.1.1 Befallsextenstität von *Echinococcus multilocularis* in Abhängigkeit vom Geschlecht

Insgesamt kamen geringfügig mehr weibliche als männliche Füchse zur Untersuchung, wobei das

Geschlechterverhältnis von Fähen zu Rüden mit 1,1:1 nahezu ausgeglichen war. In der Untersuchung von MEINE (1995) sowie auch in anderen Untersuchungen (BALLEK et al., 1992; TACKMANN et al., 1993; VOS et al., 1994; SUHRKE, 1994) überwog dagegen stets der Anteil männlicher Füchse am Untersuchungsmaterial. LLOYD et al. (1976) als auch LABHARDT (1990) begründen diesen Überschuß an Rüden bei der Mehrzahl der Fuchseinsendungen mit der vermehrten frühen Sterblichkeit weiblicher Foeten und Welpen gegenüber männlichen. Entsprechend zahlreicher Untersuchungsergebnisse anderer Arbeiten (MÜLLER et al., 1974; JONAS et al., 1984; SCHOTT et al., 1989; BALLEK et al., 1992; EWALD, 1993; TACKMANN et al., 1993; MEINE, 1995; SUHRKE, 1994; DEUTZ et al., 1995), waren auch in der vorliegenden Untersuchung Rüden häufiger mit dem Fuchsbandwurm befallen als Fähen, doch ließ sich dieser Unterschied nicht statistisch absichern (vergl. Tab. 30).

16.1.2 Befallsextenstität von *Echinococcus multilocularis* in Abhängigkeit vom Alter

Die Untersuchungsergebnisse mehrerer Autoren (SCHOTT et al., 1990; BALLEK, 1991; BALLEK et al., 1992; EWALD, 1993; EWALD et al., 1993; VOS et al., 1994; WORBES, 1995) ergaben signifikant höhere Befallsextenstitäten und -intensitäten von *E. multilocularis* bei juvenilen gegenüber adulten Füchsen. Begründet wird diese mit zunehmendem Alter der Füchse geringer werdende Befallshäufigkeit und Befallsstärke einerseits durch die Ausbildung einer Immunität gegenüber dem Parasiten nach mehrmaligen Reinfektionen. Anhand experimenteller Untersuchungen konnten GEMMELL et al. (1968a; b) nachweisen, daß Hunde nach mehrfachen Infektionen mit *E. granulosus* eine Immunität entwickelten. Vergleichbare experimentelle Untersuchungen über die Altersabhängigkeit der Infektion mit *E. multilocularis* bei Rotfüchsen liegen zwar bisher nicht vor, dennoch ist anzunehmen, daß auch Rotfüchse mit zunehmendem Alter gegen Reinfektionen mit dem Fuchsbandwurm immun werden. Weiterhin könnte eine mögliche Erklärung für die höheren Befallsraten bei juvenilen Füchsen in ihrem Nahrungsspektrum liegen. Da Fuchswelpen etwa ab der vierten Lebenswoche von den Elterntieren mit fester Nahrung, insbesondere Mäusen, versorgt werden (LABHARDT, 1990), liegt die Vermutung nahe, daß eine Infektion der Welpen schon sehr früh am Bau erfolgen kann.

In der vorliegenden Untersuchung wiesen die Füchse, die der Altersklasse "juvenil" zugeordnet wurden, mit 17,4% eine geringere Prävalenzrate von *E. multilocularis* auf als die adulten Füchse mit 22,4%, wobei sich dieser Unterschied allerdings nicht statistisch absichern ließ (vergl. Tab. 31). Zu einem ähnlichen Ergebnis kam auch MEINE (1995) in ihrer Untersuchung an saarländischen Füchsen. SCHOTT et al. (1990), SUHRKE et al. (1991), TACKMANN et al. (1993), SUHRKE (1994) sowie DEUTZ et al. (1995) konnten ebenfalls in ihren Untersuchungen keinen statistisch abgesicherten Zusammenhang zwischen dem Alter der Füchse und der Befallsextenstität von *E. multilocularis* nachweisen.

16.1.3 Befallsextenstität von *Echinococcus multilocularis* nach Monaten

Unter natürlichen Bedingungen läuft der Lebenszyklus des Fuchsbandwurmes als sogenannter silvatischer Kreislauf zwischen dem Fuchs als Endwirt und verschiedenen Kleinsäugetern, insbesondere der Feldmaus und in zunehmendem Maße auch dem Bisam (EWALD, 1990; ZEYHLE et al., 1990; SEEGERS et al., 1995), als Zwischenwirten ab. Dabei infiziert sich der Endwirt Fuchs durch den Verzehr eines solchen Zwischenwirtes, der im Lebergewebe zahlreiche Fuchsbandwurmfinnen beherbergt. Im Dünndarm des Endwirtes erfolgt die Entwicklung der Parasiten zu geschlechtsreifen Bandwürmern in ca. 32 bis 35 Tagen, wobei ihre Lebensdauer im Dünndarm des Endwirtes etwa fünf bis sechs Monate beträgt (RIBBECK et al., 1994). Im Abstand von ca. 14 Tagen werden von den meist in der hinteren Dünndarmhälfte liegenden Echinokokken reife Glieder abgestoßen, die je 200 bis 300 Eier enthalten und mit der Losung des Fuchses ausgeschieden werden. Potentielle Zwischenwirte können solche Eier passiv mit pflanzlicher Nahrung aufnehmen, in deren Verdauungstrakt schließlich die Primärlarven (Onkosphären) schlüpfen und sich in der Leber ansiedeln. Bereits fünf Tage nach der Eiaufnahme lassen sich makroskopisch erste Nekroseherde im Leberparenchym der Zwischenwirte erkennen. Nach etwa 35 Tagen liegen infektionstüchtige Kopfanlagen der nächsten Bandwurmgeneration (Protoscolecen) im Lebergewebe der Zwischenwirte vor. Der gesamte Kreislauf über Endwirt, Außenwelt und Zwischenwirt kann demnach im günstigsten Fall in zwei bis drei Monaten durchlaufen werden (FRANK, 1990).

Aufgrund dieses zyklischen Geschehens besteht ein direkter Zusammenhang zwischen der geographischen und zeitlichen Verteilung von *E. multilocularis* und den vorherrschenden Populationsdichten der End- und Zwischenwirte. Populationsschwankungen beider Wirtsformen wirken sich auf die Kontaktmöglichkeiten zwischen Wirt und Zwischenwirt aus und ziehen somit entsprechende Schwankungen beim Fuchsbandwurmbefall nach sich. Weiterhin hängt die Befallshäufigkeit der Endwirte von der Prävalenz larvaler Zestoden in den Zwischenwirten ab (ECKERT et al., 1992).

Der Lebenszyklus von *E. multilocularis* wird zudem direkt und indirekt von den Witterungsperioden der Jahreszeiten

beeinflusst. So hängt die Infektiosität ausgeschiedener Echinokokkeneier einerseits von der Temperatur der Außenwelt ab, wobei sie aufgrund ihrer hohen Tenazität im Sommer drei Monate und im Winter bis zu acht Monate infektiös bleiben können (FRANK, 1989b). Andererseits kommt auch der Feuchtigkeit in einem Endemiegebiet hohe Bedeutung zu. So gibt ECKERT (1981) eine Überlebenszeit der Bandwurmeier von bis zu 2,5 Jahren bei feuchter Umgebung an. Daraus ergibt sich sowohl für die Zwischenwirte als auch für die Endwirte von *E. multilocularis* ein über das ganze Jahr bestehender Infektionsdruck (TACKMANN et al., 1993). Zum anderen stehen Populationschwankungen der potentiellen Zwischenwirte des Fuchsbandwurmes in direktem Zusammenhang mit der Witterung. So sind den Wühlmäusen (*Microtinae*), als wichtigste Träger des Larvenstadiums von *E. multilocularis*, deutlich periodische Schwankungen ihrer Bestandsdichten, meist in einer Folge von durchschnittlich vier Jahren, eigen. Dabei verlaufen Dichteschwankungen benachbarter Populationen nicht immer synchron, wodurch unter kleinräumigen Bedingungen die Befallsextenstität beim Fuchs variieren kann (CHITTY, 1960; HOUIN et al., 1982).

Die Auswertung der jahreszeitlichen Dynamik der Befallsextenstität von *E. multilocularis* ergab in den einzelnen Beobachtungsmonaten unterschiedlich hohe Prävalenzraten bei den untersuchten Füchsen (vergl. Tab. 32). Dabei korrelierten die relativen Befallshäufigkeiten in gewisser Weise mit der Anzahl eingesandter Füchse, die zum einen in Zusammenhang mit der Tollwutsituation stand. Zum anderen war anzunehmen, daß die Einsendefrequenz ebenso von den saisonalen Jagdgewohnheiten abhing, da ein hoher Anteil der Füchse von Jägern erlegt bzw. eingeschickt wurde. Aufgrund der je Monat differierenden Zahl zu untersuchender Füchse erfolgte eine Zusammenfassung der Befallsraten nach den vier Jahreszeiten, wobei eine Tendenz zunehmender Befallsextenstitäten im Winter und Frühjahr im Vergleich zu den Sommer- und Herbstmonaten festzustellen war. Die Unterschiede waren jedoch nicht statistisch signifikant. Dagegen ergab die Ermittlung der relativen Infektionshäufigkeiten der Füchse im Sommer- (Mai bis Oktober) und Winterhalbjahr (November bis April) signifikant höhere Infektionsraten in der Winterperiode. Dies steht in Übereinstimmung mit den Ergebnissen von MÜLLER et al. (1974), ZEYHLE et al. (1988), SUHRKE et al. (1991), SCHELLING et al. (1991) sowie SUHRKE (1994). Als Begründung für die höheren Infektionsraten im Winter wird sowohl die saisonale Nahrungsverfügbarkeit als auch die jahreszeitbedingte Nahrungsauswahl der Füchse (Feldmausanteil in der Nahrung) genannt. LABHARDT (1990) kam anhand von Losungsanalysen im Saarland zum dem Schluß, daß die Feldmaus, als attraktivste Beute für den Fuchs, das ganze Jahr über verfügbar ist (vergl. Kap. 1.8). Nach VOS und SCHNEIDER (1994) ist die Dichte der Mäusepopulation, der Mäuseverzehr der Füchse und die daraus resultierende Infektionsgefahr im späten Herbst und frühen Winter am höchsten.

Weiterhin ließen sich in anderen Untersuchungen keine jahreszeitlichen Schwerpunkte der Befallsraten von *E. multilocularis* bei Füchsen feststellen (JONAS et al., 1984; EWALD, 1990; VOS und SCHNEIDER, 1994) oder es wurden, im Gegensatz zu den eigenen Ergebnissen, höhere Prävalenzen im "Sommerhalbjahr" nachgewiesen (EWALD, 1993).

Insgesamt verdeutlichen die unterschiedlichen Untersuchungsergebnisse, daß das Zusammenwirken von sowohl belebten (Populationsdichten, Populationsdynamik, Fraßgewohnheiten und Fraßangebot, speziesspezifisches Verhalten u.a.) und unbelebten (Topographie, Klima) Faktoren das Vorkommen von *E. multilocularis* sowie auch das Infektionsgeschehen der End- und Zwischenwirtpopulationen sowohl zeitlich als auch örtlich beeinflussen und sich daraus in den jeweiligen endemischen Gebieten unterschiedliche Bedingungen ergeben können. Auch SCHELLING et al. (1991) kamen zu dem Schluß, daß es sich beispielsweise bei den Befallsextenstitäten um keine konstanten Größen handelt und diese "in Anpassung an biologische Schwankungen einer zeitlichen und örtlichen Dynamik unterliegen".

16.1.4 Befallsextenstität von *Echinococcus multilocularis* nach Landkreisen

Bei einer durchschnittlichen Befallsrate von *E. multilocularis* der insgesamt im Zeitraum August 1994 bis August 1995 im Saarland untersuchten Füchse von ca. 19% wurden jedoch in den einzelnen Landkreisen recht unterschiedliche Infektionsraten ermittelt (vergl. Tab. 33). Während sich in den im Norden des Saarlandes gelegenen Landkreisen Merzig-Wadern und St. Wendel sowie in dem östlich gelegenen Landkreis Neunkirchen die höchsten Prävalenzen (25% bis 30%) feststellen ließen, ergaben sich dagegen in dem im südlichen Landesteil befindlichen Landkreis Saarlouis, im Stadtverband Saarbrücken und im Saar-Pfalz-Kreis geringere relative Befallshäufigkeiten von *E. multilocularis* (8% bis 21%). Die Ergebnisse waren im Chi²-Test statistisch signifikant. Auch anhand der Untersuchungsergebnisse von MEINE (1995) war im Saarland eine Tendenz zu abnehmenden Prävalenzraten von Norden nach Süden zu erkennen. In anderen Bundesländern bzw. Untersuchungsgebieten unterlagen die diagnostizierten Infektionsraten untersuchter Füchse ebenfalls starken regionalen Schwankungen (JONAS et al., 1984; SUHRKE et al., 1991; BALLEK et al., 1992; WORBES, 1992; TACKMANN et al., 1993). Diese große Heterogenität der regionalen Verbreitung von *E. multilocularis* und das Vorhandensein relativ deutlich umschriebener Expositionsgebiete beschrieben bereits SCHELLING et al. (1991) und ECKERT (1992) als ein scheinbares Charakteristikum dieses Parasiten.

Unter Berücksichtigung, daß die Auswertung der Verteilung der erhobenen Daten auf der Landkreisebene und somit nach politischen Grenzen, nur eine eingeschränkte Aussagekraft besitzt, wurde diese dennoch vorgenommen um die Ergebnisse der parasitologischen Untersuchung mit den Befunden der Tollwutdiagnostik vergleichen zu können (vergl. Tab. 34). Insbesondere war zu prüfen, ob sich ein Zusammenhang erkennen ließ, zwischen den ermittelten Prävalenzraten und der Verteilung der verschiedenen Bodenflächennutzungsarten. Hinsichtlich der durchschnittlichen prozentualen Anteile bewaldeter Fläche zeigte sich kein Unterschied in der relativen Befallshäufigkeit der untersuchten Füchse. Ein linearer Zusammenhang schien dagegen zwischen den durchschnittlichen prozentualen Anteilen Landwirtschaftsfläche und den Prävalenzraten zu bestehen, wobei bei einem hohen Anteil landwirtschaftlich genutzter Fläche der Anteil infizierter Füchse ebenfalls hoch war. Schließlich ergaben sich bei einem hohen Anteil Siedlungs- und Verkehrsfläche bzw. bei einer hohen Anzahl Einwohner je qkm geringere Infektionsraten als bei einem niedrigen Anteil Siedlungs- und Verkehrsfläche bzw. bei einer geringen Anzahl Einwohner je qkm.

Für die Erhaltung des Entwicklungskreislaufes von *E. multilocularis* ist sowohl die Dichte des End- als auch des Zwischenwirten von großer Bedeutung. Beide Parameter wiederum stehen in einem engen Zusammenhang mit der Landschaftstopographie und den sich daraus ergebenden Lebensbedingungen. Bereits PESSON et al. (1989) wiesen auf die Bedeutung der Landschaftsstrukturen für die Befallsextenstität von *E. multilocularis* bei Füchsen hin und GIRADOUX et al. (1992) fanden heraus, daß hohe Prävalenzraten vor allem in reich gegliederten Landschaften mit einem hohen Graslandanteil auftraten. Zur genaueren Analyse inwieweit die regionale Verteilung der Befallsraten von *E. multilocularis* von den im Saarland gegebenen Strukturen abhing, erfolgten diesbezüglich in den Kap. 13.1.5 bis 13.1.7 weitergehende Untersuchungen auf der Gemeindeebene, wobei die Ergebnisse in den folgenden Kap. 16.1.5 bis 16.1.7 diskutiert wurden.

16.1.5 Befallsextenstität von Echinococcus multilocularis in Abhängigkeit von der Flächennutzung

Zur Prüfung, ob ein Zusammenhang zwischen der Befallsextenstität von *E. multilocularis* beim Rotfuchs und der Oberflächentopographie, den Höhenlagen und Bevölkerungsdichten im Saarland bestand, wurden in den Kap. 13.1.5 bis 13.1.7 die relativen Befallshäufigkeiten auf der Gemeindeebene erfaßt und zu den im einzelnen zu prüfenden potentiellen Einflußfaktoren in Beziehung gesetzt. Es handelte sich hierbei zwar um politische, aber im Vergleich zu den Landkreisen um kleinere Flächeneinheiten, anhand derer epidemiologisch-geographische und epidemiologisch-sozialökonomische Zusammenhänge eher verdeutlicht werden konnten. Dabei wurde hinsichtlich der Flächennutzung (vergl. Tab. 35) die höchste Prävalenzrate (40%) in den Gemeinden des Saarlandes mit einem hohen Waldanteil (ab 40%) sowie mittlerem Anteil Landwirtschafts-, Siedlungs- und Verkehrsfläche an der Gesamtfläche ermittelt. Die zweithöchste Infektionsrate von ca. 29% wurde in Gemeinden diagnostiziert, die sowohl einen Anteil von über 40% bewaldeter und landwirtschaftlich genutzter Fläche als auch einen geringen Anteil Siedlungs- und Verkehrsflächen an der Gesamtfläche verzeichneten. Dagegen zeigte sich bei einem Anteil bewaldeter Fläche von 20 bis 40% an der Gesamtfläche eine Tendenz zu abnehmenden Befallsraten bei sinkendem Anteil Landwirtschaftsfläche und steigendem Anteil Siedlungs- und Verkehrsfläche an der Gesamtfläche. Schließlich nahmen in den Gemeinden mit einem niedrigen Bewaldungsgrad (bis 20%) die relativen Infektionshäufigkeiten der untersuchten Füchse bei ebenfalls sinkendem Anteil Landwirtschaftsfläche und steigendem Anteil Siedlungs- und Verkehrsfläche an der Gesamtfläche zu. Die Ergebnisse ließen sich statistisch absichern.

Bei der Betrachtung der Verteilung der Befallsraten nach abnehmenden prozentualen Anteilen bewaldeter, landwirtschaftlich genutzter sowie Siedlungs- und Verkehrsfläche an der Gesamtfläche zeigte sich folgendes (vergl. Tab. 36):

- bei abnehmendem Waldanteil gingen die relativen Befallshäufigkeiten zurück (im Chi²-Test erwies sich diese Tendenz allerdings als nicht signifikant)
- bei einem mittleren Anteil Landwirtschaftsfläche (20% bis 40%) ergab sich eine höhere Befallsrate als bei einem hohen Anteil Landwirtschaftsfläche (ab 40%) und bei weniger als 20% landwirtschaftlich genutzter Fläche ließ sich die niedrigste Infektionsrate feststellen (der Chi²-Wert lag hier nur knapp unter der Signifikanzgrenze)
- bei einem sowohl niedrigen (bis 20%), als auch hohen Anteil (ab 40%) Siedlungs- und Verkehrsfläche waren relativ hohe Befallsraten zu verzeichnen; eine signifikant geringere Befallsextenstität ergab sich bei einem Anteil Siedlungs- und Verkehrsfläche zwischen 20% bis 40%.

Zusammenfassend läßt sich anhand dieser Ergebnisse ableiten, daß die ermittelten Befallsextenstitäten von *E.*

multilocularis bei Füchsen im Saarland in Beziehung zu bestimmten landschaftlichen Gegebenheiten standen. So war der prozentuale Anteil infizierter Füchse an der Gesamtzahl der Fuchseinsendungen in den Gemeinden am höchsten, denen ein hoher Waldanteil und mittlerer Anteil Landwirtschaftsfläche an der Gesamtfläche eigen war, während bei einem abnehmenden Anteil Waldfläche eine Tendenz zu ebenfalls abnehmenden Befallsraten erkennbar war. Gleichzeitig schienen hohe Infektionsraten mit einem mittleren Anteil landwirtschaftlich genutzter Fläche gekoppelt zu sein, während sich ein Rückgang der Prävalenzen bei sowohl hohen, als auch niedrigem Anteil Landwirtschaftsfläche an der Gesamtfläche abzeichnete.

Da sich *E. multilocularis* in einem silvatischen Lebenszyklus mit dem Rotfuchs als Endwirt und Kleinsäugetern als Zwischenwirten entwickelt, ist zunächst zur Klärung epidemiologischer Zusammenhänge, insbesondere der Beziehung zwischen dem Vorkommen des Parasiten und der Landschaftsstruktur, zu berücksichtigen, daß in einem Endemiegebiet günstige Lebensbedingungen für alle beteiligten Vektoren (Parasit, Endwirt, Zwischenwirt) mehr oder weniger vorhanden sein müssen. Die landschaftliche Struktur eines Gebietes stellt dabei lediglich einen indirekt wirkenden epidemiologischen Parameter dar, der unter mitteleuropäischen Verhältnissen in erster Linie in einem engen Zusammenhang mit den Populationsdichten der End- und Zwischenwirte steht. Obwohl dem Fuchs ein opportunistisches Ernährungsverhalten eigen ist, stellen auch im Saarland, über das Jahr verteilt, Mäuse seine Hauptnahrung dar (LABHARDT, 1990; vergl. Kap. 1.8), so daß von einer gewissen Korrelation zwischen Fuchs- und Maushabitat als auch zwischen den Populationsdichten beider Arten ausgegangen werden kann. Diesbezüglich deuteten SCHOTT et al. (1989) daraufhin, daß sich bei einer Zunahme der Anzahl der Wirte günstigere Entwicklungsbedingungen für *E. multilocularis* ergeben und folglich ein Anstieg der Befallsraten zu erwarten ist.

Hinsichtlich der geographische Verbreitung von *E. multilocularis* bemerkte ZEYHLE (in: BÄHR, 1982), daß in Württemberg Prävalenzen bei Füchsen von über 20% in Gebieten mit relativ hoher Fuchsdichte auftraten. Durch den großen Wald- und Wiesenanteil der Gebiete lagen gute Lebensbedingungen für die Füchse vor, während durch die Anwesenheit von Trocken- und Magerrasen ebenfalls optimale Voraussetzungen für die Existenz von Feldmauspopulationen gegeben waren. Dies steht im Einklang mit den eigenen Ergebnissen.

Im Gegensatz zu den vorliegenden Ergebnissen berichteten VOS et al. (1994) von einem Trend zunehmender Prävalenzen mit abnehmendem Waldanteil und vermuteten, daß geringere Befallsraten in walddreichen Gebieten eine Folge der dort herrschenden geringeren Feldmausdichten sind. Betrachtet man jedoch die Grundaussage der eigenen Ergebnisse, so stehen diese nicht im Widerspruch zu den Feststellungen beider Autoren. Es ließ sich zwar bei abnehmendem Waldanteil eine Tendenz zu sinkenden Befallsextenstäten erkennen, dennoch ergaben sich entsprechend der Aussagen von sowohl ZEYHLE (In: BÄHR, 1982), als auch von VOS und SCHNEIDER (1994) die höchsten Befallsraten der im Saarland untersuchten Füchse bei einem hohen Waldanteil und mittlerem bis hohem Anteil Landwirtschaftsfläche an der Gesamtfläche.

Das Vorhandensein beider Komponenten in einem nahezu ausgewogenen Verhältnis (relativ hoher Waldanteil und mittlerer bis hoher Anteil Landwirtschaftsfläche) scheint für die Gestaltung eines für den Fuchs günstigen Biotopes einerseits und für sein Hauptbeutetier andererseits von großer Bedeutung zu sein und wirkt sich dementsprechend ebenfalls günstig auf den Entwicklungszyklus von *E. multilocularis* aus.

16.1.6 Befallsextenstät von *Echinococcus multilocularis* in Abhängigkeit von der Bevölkerungsdichte

Zur Abschätzung der regionalen Gefährdung des Menschen durch eine Infektion mit *E. multilocularis*, erfolgte die Erfassung der Befallsextenstäten von *E. multilocularis* in Abhängigkeit von der Bevölkerungsdichte in den 52 saarländischen Gemeinden (vergl. Tab. 37). Dabei ließen sich auch hier starke Schwankungen feststellen. In den Gemeinden mit einer Bevölkerungsdichte bis 500 Einwohnern je qkm lag der prozentuale Anteil der mit *E. multilocularis* infizierten Füchse bei durchschnittlich 27%, während sich in den dichter besiedelten Gemeinden (ab 500 Einwohner je qkm) die Prävalenzraten von *E. multilocularis* zwischen 8% und 14% bewegten. Die Unterschiede erwiesen sich im Chi²-Test als signifikant.

Im gesamten Verbreitungsgebiet des *E. multilocularis* treten Infektionen des Menschen in unterschiedlicher Häufigkeit auf (WEBER, 1988), wobei bei bestimmten Personengruppen eine vermehrte Exposition zu bestehen scheint. GLOOR (1988) stellte in diesem Zusammenhang fest, daß beispielsweise in hochendemischen Gebieten der Schweiz Landwirte etwa 4mal häufiger mit dem Fuchsbandwurm infiziert waren als die Stadtbevölkerung. Auch in Bayern zeigte sich, daß für Landwirte im Vergleich zur ländlichen Gesamtbevölkerung das Risiko an der alveolären Echinokokkose zu erkranken, am höchsten ist (NOTHDURFT et al., 1996). In Deutschland liegen keine exakten Daten über die Befallshäufigkeiten der Bevölkerung vor, da, anders als in der Schweiz, bisher klinische Fälle nicht zentral erfaßt wurden (KIMMIG, 1992). Dennoch ist nach KIMMIG (1992) von einer jährlichen Neuerkrankungsrate von 3,5 bis 5,3 Fälle je 100.000 Einwohner

bzw. von 0,8 bis 1,2 Fälle je 100.000 Einwohner auszugehen. Die Infektion des Menschen erfolgt dabei vermutlich direkt durch den engen Kontakt mit infizierten Endwirten (Fuchs, Hund, Katze) und indirekt durch die orale Aufnahme von Echinokokken-Eiern über kontaminierte Nahrungsmittel und Trinkwasser (ECKERT, 1981).

Die zunehmend beobachtete Besiedlung urbaner Räume durch Rotfüchse wird durch das ebenfalls in den letzten Jahren registrierte Anwachsen der Fuchspopulation in Mitteleuropa erklärt (LABHARDT, 1990; MACDONALD, 1993; DAUGSCHIES, 1995). Dabei bieten sich diesem Wildkaniden in dichtbesiedelten Gebieten durchaus günstige Lebensbedingungen, da hier einerseits der Jagddruck sehr gering ist und andererseits ein reiches und attraktives Nahrungsangebot zur Verfügung steht. Auch im Saarland wurde bereits von diesem Phänomen berichtet. MACDONALD (1993) erwähnte beispielsweise, daß mitten im Industriegebiet der Landeshauptstadt Saarbrücken Füchse seit geraumer Zeit vorkamen. Auch GEPPERT (1988) fand durch Untersuchungen an telemetrierten Füchsen im Saarland heraus, daß Füchse durchaus in hohen Dichten in von Menschen stark genutzten Gebieten (Stadtwald Saarbrücken) anzutreffen waren. Im Vergleich zu bejagbaren Flächen gestaltet sich eine Schätzung der Fuchsbesatzstärke in Ortschaften und Städten weit schwieriger. Dennoch ist davon auszugehen, daß durch eine zunehmende Besiedlung urbaner Räume durch den Fuchs das Risiko für die Bevölkerung, sich mit *E. multilocularis* zu infizieren, steigt. In der vorliegenden Untersuchung stammten von den insgesamt 352 in dem Beobachtungszeitraum August 1994 bis August 1995 untersuchten Füchsen 31 aus Saarbrücken, wobei ihre Herkunft sich auf verschiedene Teile der Stadt erstreckte. Mit einem infizierten Fuchs ergab sich dabei für die Stadt Saarbrücken eine Befallsrate von *E. multilocularis* von 3,2%. Insgesamt waren zwar die aus den weniger besiedelten Regionen stammenden Füchse häufiger mit dem Fuchsbandwurm infiziert, aber dennoch ergaben sich vergleichsweise hohe Befallsraten in den Gemeinden (Bous und Ensdorf) mit einem ebenfalls hohen Anteil Siedlungs- und Verkehrsfläche (vergl. Kap. 13.1.5).

Nicht zuletzt sind auch Hunde und Katzen, sofern sie Zugang zu potentiellen Zwischenwirten haben, als potentielle Träger von *E. multilocularis* anzusehen und stellen somit für den Menschen, aufgrund der sozialen Bindung an diesen, ebenfalls eine mögliche Infektionsquelle dar (ECKERT et al., 1974; 1992; FESSELER et al., 1989; ZEYHLE et al., 1990). Insbesondere streunende Katzen können als Bindeglied zwischen einem silvatischen und urbanen Zyklus von *E. multilocularis* fungieren. Nach STÖSSEL (1989) sind Hunde zu 1,4% und Katzen bis zu 2,9% mit dem Fuchsbandwurm infiziert.

16.1.7 Befallsextenstität von *Echinococcus multilocularis* in Abhängigkeit von der Höhenlage

Entsprechend den Beobachtungen anderer Autoren (ZEYHLE, 1982; JONAS et al., 1984; EWALD, 1990; ZEYHLE et al., 1990; EWALD, 1993; EWALD et al., 1993; VOS et al., 1994; DEUTZ, 1995) ließ sich auch in der vorliegenden Untersuchung nachweisen, daß ein Zusammenhang zwischen der Höhenlage eines Gebietes und der Befallsextenstität von *E. multilocularis* bei Füchsen bestand (vergl. Tab. 38). Dabei waren die untersuchten Füchse aus Höhenstufen von über 200 m über NN im Durchschnitt zu 24% mit *E. multilocularis* befallen. Eine signifikant niedrigere Befallsrate von 9% ergab sich bei Tieren aus Regionen in einer Höhenlage von 100 bis 200 m über NN.

Eine mögliche Erklärung des bereits in Kap. 16.1.4 diskutierten Nord-Süd-Gefälles der relativen Infektionshäufigkeiten der Füchse im Saarland ist vermutlich in den ebenfalls von Norden nach Süden abnehmenden Höhenstufen zu suchen. So ist der nördliche Landesteil durch Ausläufer des Hunsrück (südliche Randzone des Rheinischen Schiefergebirges) geprägt, während im süd-südwestlichem Landesgebiet, insbesondere in der Nähe zur Mosel und Saar, weit geringere Höhen zu verzeichnen sind. Dabei ist anzunehmen, daß sich in den höher gelegenen Regionen günstigere Lebensbedingungen für *E. multilocularis* ergeben und hier nicht zuletzt auch höhere Fuchsdichten zu erwarten sind.

Bereits ZEYHLE et al. (1990) berichteten von einer schwerpunktmäßigen Verbreitung des Fuchsbandwurmes in Mittelgebirgen und Hochlagen. EWALD (1993) ermittelte in der Schweiz in Zonen unter 300 m über NN einen Anteil infizierter Füchse von ca. 19%, während in Höhen zwischen 301 und 500 m über NN ca. 26% der untersuchten Füchsen den Parasiten beherbergten. Die höchsten Befallsraten (37%) stellte EWALD (1993) in der Stufe von 500 bis 700 m fest. Als mögliche Erklärung ihrer Ergebnisse diskutierte sie den größeren Reliefreichtum der Landschaft in höheren Lagen, wodurch wiederum hohe Fuchsdichten zu erwarten sind. Weiterhin bieten sich in höheren Lagen besonders günstige Lebensbedingungen (gemäßigte Temperaturen, hohe Luftfeuchtigkeit) für den Krankheitserreger.

Entgegen der Hypothese von EWALD (1993) konnten DEUTZ et al. (1995) anhand einer Studie in der Steiermark (Österreich) keine direkte Abhängigkeit zwischen dem Auftreten von *E. multilocularis*-Infektionen beim Fuchs und der Fuchsdichte nachweisen. Hier ließen sich höhere Befallsraten in den weniger fuchsdichten gebirgigen Gebieten und nicht in den fuchsreichen Mittelgebirgslagen ermitteln.

VI. SCHLUSSFOLGERUNGEN

Nach der Auswertung und Diskussion der vorliegenden Ergebnisse lassen sich folgende Schlußfolgerungen ziehen:

1. Das Saarland gehört zum Endemiegebiet der Tollwut und des kleinen Fuchsbandwurmes *Echinococcus multilocularis*.
2. Anhand des Vergleichs der regionalen Häufigkeit des Auftretens der Tollwut und des *E. multilocularis* ließen sich nur in den im nördlichen Saarland gelegenen Landkreisen Merzig-Wadern und St. Wendel sowie in dem östlich gelegenen Landkreis Neunkirchen Übereinstimmungen nachweisen, wobei die genannten Kreise die höchsten relativen Infektionshäufigkeiten mit dem Tollwutvirus (Durchschnittswerte der Tollwutraten der in den Jahren 1986 bis 1995 eingesandten Wildtiere) und dem Fuchsbandwurm (relative Infektionshäufigkeiten der im Zeitraum August 1994 und August 1995 untersuchten Füchse) aufwiesen. Hinsichtlich der Verteilung der prozentualen Anteile der sowohl mit dem Tollwutvirus als auch mit *E. multilocularis* infizierten Füchse an der Gesamtzahl der Einsendungen zeigten sich deutliche Abhängigkeiten von der Landschaftstopographie bzw. der Bodenflächennutzung und der Höhenlage (Landkreis bzw. Gemeindeebene). In Anlehnung an die Untersuchungen von FESSELER (1990), der die Endemiegebiete von *E. multilocularis* und Tollwut in Mitteleuropa miteinander verglich, waren somit auch im Saarland Parallelen bezüglich der geographischen Ausdehnung und regionalen Häufigkeit beider Zoonosen zu verzeichnen. Bezüglich des Infektionsgeschehens und der Erregerarten stellen die Tollwut und die Echinokokkose zwei unterschiedliche und voneinander unabhängige Erkrankungen dar. Da allerdings der Rotfuchs unter mitteleuropäischen Verhältnissen einerseits als Träger und Hauptüberträger der Tollwut und andererseits als Hauptwirt des *E. multilocularis* fungiert, erklären sich hierin Übereinstimmungen in der Verbreitung und dem Vorkommen beider Infektionskrankheiten. Das Tollwutgeschehen steht dabei in einem engen Zusammenhang mit der Fuchsdichte und der Kontakthäufigkeit zwischen infizierten und nichtinfizierten Füchsen. Für die Erhaltung des Lebenskreislaufes des *E. multilocularis* ist das Vorhandensein bzw. die Dichte der End- (Fuchs) und Zwischenwirte (Feldmaus) sowie die Kontaktrate zwischen beiden Vektoren von entscheidender Bedeutung. Durch die zentrale Bedeutung des Fuchses im epizootischen Prozeß beider Krankheiten stehen die auf die Fuchspopulation direkt und indirekt einwirkenden belebten und unbelebten Einflußfaktoren in einem engen kausalen Zusammenhang mit der Ausdehnung und Häufigkeit der Tollwut und der Echinokokkose.
3. Aufgrund der in der vorliegenden Untersuchung festgehaltenen Angaben über die Erlegungs- bzw. Fundorte der insgesamt untersuchten Füchse, ist davon auszugehen, daß auch im Saarland Füchse in urbanen Räumen, in unbekannter Dichte, vorkommen. Mit dem Fuchs werden folglich auch die von ihm auf den Menschen und auf Haustiere übertragbaren Krankheiten in die Ballungsgebiete "getragen", wodurch sich das Infektionsrisiko für den Menschen erhöht. Seit der ersten Tollwutfeststellung im Saarland waren im gesamten Landesgebiet keine Sterbefälle beim Menschen zu verzeichnen. Dennoch lassen die Zahlen der jährlich beim Menschen durchgeführten post-expositionellen Schutzbehandlungen auf eine recht hohe Expositionsrate beim Menschen schließen. Anhand der in den einzelnen Landkreisen ermittelten Prävalenzraten von *E. multilocularis*, ist davon auszugehen, daß dieser Parasit flächendeckend im gesamten Landesgebiet vorkommt und mit einer Infektionsgefahr für die Bevölkerung landesweit zu rechnen ist.
4. In Anlehnung an das zur Aufklärung der epidemiologischen Situation des *Echinococcus multilocularis* in Deutschland erstellte Memorandum (JANITSCHKE, 1996), sind aufgrund des eindeutigen Nachweises von *E. multilocularis* im Saarland zur Überwachung der epidemiologischen Situation bei Mensch und Tier weitere flächendeckende parasitologische Untersuchungen mit dem notwendigen Stichprobenumfang im Saarland erforderlich. Weiterhin ist die Durchführung seroepidemiologischer Studien beim Menschen, insbesondere bei exponierten Personengruppen (Land- und Forstwirte, Laborpersonal), anzustreben.
5. Im Saarland unterlag die Tollwutinzidenz in den Jahren 1986 bis 1995, trotz der im Jahre 1987 begonnenen oralen Immunisierung der Füchse, erheblichen Schwankungen. Unter dem Vorbehalt, daß anhand der ermittelten relativen Häufigkeiten tollwut-positiver Wildtiere unter den insgesamt zur Untersuchung eingesandten Wildtieren die Inzidenzraten innerhalb der Wildtierpopulation im Feld nur geschätzt werden können, ist aufgrund der Seuchendaten davon auszugehen, daß die Tollwut im Saarland während der Jahre 1986 bis 1995 im wesentlichen unbeeinflusst von den Impfeinsätzen grassierte und es im Jahre 1994 zu einer Tollwutexplosion kam. Unter der Berücksichtigung, daß die oralen Immunisierungsmaßnahmen bisher als die effektivste und erfolgversprechendste Methode zur Bekämpfung der Fuchstollwut und damit auch der Wild- und Haustiertollwut anzusehen ist, ist daher das im Saarland seit 1987 durchgeführte Impfkonzep kritisch zu überdenken und

zukünftig neu zu konzipieren. Dabei ist sowohl die Koordinierung der Impfeinsätze (eventuell zusätzlich zur Frühjahrs- und Herbstimpfung Durchführung einer dritten Impfung im Frühsommer möglicherweise in Form einer gezielten Auslage von Ködern per Hand durch die Jägerschaft am Bau zur Immunisierung der Jungfuchse bzw. ein zusätzlicher Flugzeugeinsatz nach Beginn des Raubmündigwerdens der Jungfuchse Ende Juli/ Anfang August) zu verbessern, als auch die die Immunisierungsmaßnahmen begleitende Diagnostik zu intensivieren. Eine protektive Immunisierungsrate von mindestens 60% ist zu erreichen, wobei zur Prüfung der Effizienz der laufenden Impfkationen eine Optimierung der Qualität und Quantität des Untersuchungsmaterials vorauszusetzen ist. Hinsichtlich der aus den einzelnen Landkreisen des Saarlandes eingesandten Einsendezahlen traten beträchtliche Schwankungen auf, die in einem nicht unerheblichen Maße von subjektiven bzw. objektiven Einflußfaktoren abhingen. Von Bedeutung erscheint diesbezüglich die Steigerung der Motivation der Jäger und Forstbeamten, insbesondere erlegte Fuchse zur Diagnostik in das SIGU einzusenden.

6. Um einen dauerhaften Erfolg der oralen Vakzination der Fuchse im Saarland zu gewährleisten, ist die Tollwutsituation über die Landesgrenzen hinaus aufmerksam zu beobachten und, um Reinfektionen vorzubeugen, in der Planung der Impfkationen zu berücksichtigen.
7. Da der Impferfolg in einem Gebiet in direktem Zusammenhang mit der Fuchsdichte steht, muß zur Reduzierung der Fuchspopulation eine intensivere und vor allem flächendeckende (im Feld und Wald) Bejagung des Fuchses erfolgen, wobei insbesondere auch die Fallen- und Baujagd in Betracht zu ziehen sind.

VII. ZUSAMMENFASSUNG

Seit dem ersten Auftreten der Tollwut im Jahre 1965 herrschte im Saarland ein ständig schwaches Seuchenvorkommen mit einer durchschnittlichen Frequenz von 3 Fällen je 100 qkm und Jahr (epidemiologischer Verlaufstyp 2). Die Durchführung unterschiedlicher Bekämpfungsmaßnahmen, insbesondere der im Jahre 1987 begonnenen oralen Immunisierung der Fuchse, führten bisher, trotz zeitlich und räumlich begrenzter Erfolge, zu keiner vollständigen Tilgung der Seuche. In der vorliegenden Arbeit wurde anhand der amtlichen Tollwutfeststellungen das Seuchengeschehen im Saarland in den Jahren 1986 bis 1995 eingehend analysiert und unter Berücksichtigung potentieller Einflußfaktoren dargestellt. Anhand der ermittelten Seuchenraten bei Wildtieren wurde versucht, die Auswirkungen der Impfkationen im Saarland auf das Tollwutgeschehen darzulegen. Weiterhin erfolgte in dem Beobachtungszeitraum August 1994 bis August 1995 eine Analyse der Tollwut bei Füchsen sowie die Erfassung und Auswertung der Ergebnisse der Nachfolgeuntersuchungen der im Saarland erfolgten Impfeinsätze (Antikörper- und OTC-Nachweis). Aufgrund der Tatsache, daß das Saarland seit drei Jahrzehnten als Verbreitungsgebiet der Tollwut anzusehen war und in Mitteleuropa sowohl Übereinstimmungen zwischen der geographischen Ausdehnung als auch der regionalen Häufigkeit der Tollwut und des kleinen Fuchsbandwurmes Echinococcus multilocularis nachgewiesen werden konnten, wurde darüber hinaus die epidemiologische Situation dieses Parasiten beim Fuchs im Saarland eingehend untersucht.

In den Jahren 1986 bis 1995 gelangten im Saarland 3317 Haus- und Wildtiere zur Untersuchung auf Tollwut. Davon wurde bei 1040 Tieren (31,4%) mittels Immunfluoreszenztest Feldvirusantigen nachgewiesen. Von der Gesamtzahl der positiven Tollwutbefunde entfielen 16% auf die Haustiereinsendungen und 84% auf die Wildtiereinsendungen. Der Fuchs nahm dabei nach wie vor mit einer Beteiligung von 74% unter den Wildtollwutfällen eine Spitzenstellung ein. Hinsichtlich der monatlichen Verteilung der Infektionsraten bei Haus- und Wildtieren zeigte sich der für die Tollwut typische saisonale Verlauf mit deutlichen Inzidenzspitzen im Frühjahr und Herbst, wobei der Tollwutgipfel in dem beobachteten Zeitraum im Mittel in den Herbstmonaten höher lag als in den Frühjahrsmonaten. Die relativen Häufigkeiten tollwut-positiver Wildtiere zeigten eine deutlich abnehmende Tendenz in Nord-Süd/Süd(-Ost)-Richtung. Bei einem sowohl hohen ($\geq 40\%$), als auch mittleren (20 bis $< 40\%$) Waldanteil und gleichzeitig sinkendem Anteil Landwirtschaftsfläche sowie steigendem Anteil Siedlungs- und Verkehrsfläche an der Gesamtfläche der einzelnen Gemeinden des Saarlandes nahmen die Tollwutraten signifikant ab. In den Gemeinden mit einem niedrigen Bewaldungsgrad ($< 20\%$) und gleichzeitig sinkendem Anteil Landwirtschaftsfläche und steigendem Anteil Siedlungs- und Verkehrsfläche an der Gesamtfläche nahm die Tollwutrate dagegen signifikant zu. Insgesamt zeigte sich bei abnehmendem Waldanteil, zunehmendem Anteil landwirtschaftlich genutzter Fläche an der Gesamtfläche und zunehmender Höhenlage der Gemeinden ein Anstieg der Seuchenraten.

Insgesamt unterlagen die Tollwutinzenzraten im Saarland in den Jahren 1986 bis 1995, trotz der im Jahre 1987 begonnenen oralen Immunisierung der Fuchse, erheblichen Schwankungen. Unter dem Vorbehalt, daß anhand der ermittelten relativen Häufigkeiten tollwut-positiver Wildtiere unter den insgesamt zur Untersuchung eingesandten Wildtieren die Inzidenzraten innerhalb der Wildtierpopulation im Feld nur geschätzt werden konnten, war aufgrund der

Seuchendaten davon auszugehen, daß die Tollwut im Saarland während der Jahre 1986 bis 1995 im wesentlichen unbeeinflusst von den Impfeinsätzen grassierte und es nach einem Impfausfall im Jahre 1993 im darauffolgenden Jahr 1994 zu einer Explosion der Seuche kam. Die Ergebnisse der die orale Immunisierung der Füchse begleitenden Diagnostik bestätigten ein Nichtgreifen der im Saarland durchgeführten Impfmaßnahmen.

Anhand der Untersuchungen der in dem Zeitraum August 1994 bis August 1995 eingesandten Füchse ließ sich folgendes feststellen:

1. Von den im Rahmen der Tollwutdiagnostik insgesamt 384 untersuchten Füchsen waren 237 (61,7%) tollwut-positiv. Die relative Häufigkeit positiver Tollwutbefunde erwies sich als nicht geschlechts- und altersabhängig.
2. Zwischen der Zahl gestreckter Füchse je qkm und Jahr (HIPD) und den ermittelten Tollwutraten der Füchse ließ sich nur bedingt ein Zusammenhang feststellen, wobei hier vor allem dem Einfluß der zeitlich und örtlich variierenden Jagdgewohnheit bzw. Jagdintensität eine bedeutende Rolle zukam.
3. Die Effizienzkontrolluntersuchungen der im Frühjahr und Herbst 1994 sowie im Frühjahr 1995 durchgeführten Impfkationen ergaben bei insgesamt 94 untersuchten Kontrollfüchsen eine Antikörper-Rate (Immunisierungsrate) von 46% und eine Oxytetracyclin-Rate (Köderaufnahmerate) von 51%. Aufgrund dieser gewonnenen Daten war davon auszugehen, daß das Zieltier Fuchs nur unzureichend durch die Impfkampagnen erreicht wurde.
4. Von den zur Tollwutdiagnostik eingesandten Füchsen wurden 352 auf einen Befall mit *E. multilocularis* untersucht, wobei 68 (19,3%) Träger des Parasiten waren. Die relativen Häufigkeiten infizierter Füchse erwiesen sich als nicht geschlechts- und altersabhängig.
5. Hinsichtlich der jahreszeitlichen Verteilung der Prävalenzraten von *E. multilocularis* war festzustellen, daß im Sommerhalbjahr signifikant weniger Füchse mit dem Fuchsbandwurm befallen waren als im Winterhalbjahr.
6. Hinsichtlich der regionalen Verteilung der Befallsraten der untersuchten Füchse zeigten sich, gleichermaßen wie bei der regionalen Verteilung der Tollwutraten, die im Norden des Saarlandes gelegenen Landkreise Merzig-Wadern und St. Wendel sowie der östlich gelegene Landkreis Neunkirchen am stärksten betroffen. Darüber hinaus ergaben sich auch Übereinstimmungen bezüglich der relativen Häufigkeit des Auftretens beider Zoonosen in Abhängigkeit von der Nutzung der Bodenflächen, der Bevölkerungsdichte und der Höhenlage.

Victoria Ahlmann:

EPIDEMIOLOGICAL STUDIES ON THE OCCURRENCE OF RABIES AND ECHINOCOCCUS MULTILOCULARIS IN THE RED FOX (*VULPES VULPES L.*) IN THE SAARLAND.

VIII. SUMMARY

Since its first appearance in 1965, rabies in the state of Saarland subsequently regularly occurred at low frequencies, with an average of three cases per 100 sqkm and year. Different measures to control rabies, especially oral vaccination of foxes which started in 1987 remained unsuccessful. Despite temporally and spatially limited successes, rabies is not eradicated completely in the state until today. In this study an analysis of rabies occurrence in the Saarland was carried out for the years 1986 to 1995, based on official rabies reports. The role of potential contributing factors is considered. The effect of the oral immunization of foxes was investigated, based on infection rates of game animals. Also, rabies occurrence in foxes from August 1994 until August 1995 was analysed and results of follow-up investigations on the immunization control program (serodiagnosis, oxytetracycline detection) were evaluated. Due to the fact that the state Saarland for three decades is considered an endemic area for rabies and because in mid-Europe spatial distributions and regional frequencies of rabies are related to those of infections with *Echinococcus multilocularis*, the epidemiological situation of this parasite in foxes furtheron was investigated.

From 1986 to 1995 a total of 3317 domestic and game animals were examined for rabies in the Saarland. 1040 animals

(31.4%) were found positive for rabies, with 16% of cases occurring in domestic animals and 84% in wildlife animals. Infection rates of foxes (74% of all cases of wildlife rabies) underline the predominant role of this species. Monthly infection rates of domestic and wildlife animals revealed the typical seasonal course of rabies: distinct maxima of incidence rates did occur in spring and autumn whereby the maxima during autumn months on average were higher than those during the spring months. A marked decreasing trend in rabies infection rates in wildlife animals from the North to the South/Southeast was observed. Infection rates of wildlife animals significantly were lowered in municipalities where 20 to 40% and more than 40% of areas were covered by forests and where at the same time both the proportion of agricultural areas decreased and areas used for settlements and traffic increased. In contrast, rabies infection rates were significantly elevated in municipalities where, proportionally, forest coverage was low (< 20% of areas) and where proportions of agricultural areas decreased while areas used for settlements and traffic increased. In total, rates of rabies cases were elevated with decreasing percentages of forests, increasing percentages of agricultural areas and increasing altitudes.

Despite the commencement of oral immunization in 1987, incidence rates of rabies in the Saarland considerably fluctuated during the years 1986 to 1995. With the reservation, that the number of rabies-positives in the total number of wild animals submitted for investigation can only provide an estimate of infection rates in the entire wildlife population, it is nevertheless inferred that the course of rabies in the Saarland between 1986 and 1995 was largely non-influenced by the oral vaccination campaigns during these years. The analysis of results of the diagnostic indicators, accompanying vaccinations, confirms the failure of the vaccination campaign.

On the basis of investigations of foxes submitted between August 1994 and August 1995, the following is concluded:

1. Of the total of 384 examined foxes 237 (61,7%) were confirmed rabies-positive. No sex- and age-dependencies of positive cases could be established.
2. The number of hunted foxes per sqkm and year (Hunting Indicator of Population Density - HIPD) was not directly related to infection rates of foxes. The HIPD appears to be more influenced by temporal and spatial variations in hunting habits and -intensities.
3. The efficacy controls of vaccinations, carried out in spring and autumn 1994 and in spring 1995 revealed a seroconversion rate of 46% and an OTC-rate of 51%. These results suggest that the vaccination campaigns did only insufficiently cover the fox population.
4. From the total of 352 foxes examined for the presence of *E. multilocularis*, 68 foxes (19,3%) were positive. Prevalences were not age- and sex-dependent.
5. Significantly fewer foxes were infected with *E. multilocularis* in the summer- than in the winter half-year.
6. The spatial distribution of infection rates with *E. multilocularis*, with highest rates occurring in the North (Landkreis St. Wendel, Merzig-Wadern) and in the eastern areas (Neunkirchen), was comparable to that of rabies. Also, distributions of both zoonotic diseases, rabies and echinococcosis, did show similarities in regards to the land use of areas, their altitudes and human population densities.

IX. LITERATURVERZEICHNIS

ABEL, M. (1987):

Epidemiologische Untersuchungen zum Vorkommen von *Echinococcus multilocularis* (Leuckart, 1863) in möglichen End- und Zwischenwirten in Baden-Württemberg, Hessen und Bayern. Unveröffentlichte Diplomarbeit, Universität Hohenheim:

AHLMANN, V. (1996):

Zum Vorkommen von *Echinococcus multilocularis* im Saarland. In: "Zur epidemiologischen Situation des *Echinococcus multilocularis* - breitet sich eine gefährliche Parasitose in der Bundesrepublik Deutschland aus?" Robert Koch-Institut (RKI) Hefte 14/1996, 51-69.

AINC (Action Interregionale Nature et Chasse), (1994):

Achtung Fuchsbandwurm. Berliner Jäger 1/94.

ANDERSON, R., H. S. JACKSON, R. M. MAY, A. M. SMITH (1981):

Population dynamics of fox rabies in Europe. *Nature* 289, 765-771.

ANSORGE, H. (1990):

Populationsökologische Aspekte der Bestandsdynamik des Rotfuchses in der DDR. In: COMMICHAU, C., H. SPRANKEL, Fuchssymposium, Koblenz, 2-3, März 1990, Heft 20, Verlag J. Neumann-Neudamm Melsungen, 49-54.

AUBERT, M. (1992):

Epidemiology of fox rabies. In: BÖGEL, K., F. MESLIN, M. KAPLAN (eds.). *Wildlife rabies control*. Wells Medical Ltd., 9-18.

AUBERT, M., P. JACQUIER, M. ARTOIS, M. J. BARRAT, A. M. BASILE (1986):

Le Portage animal d'*Echinococcus multilocularis* en Lorraine et ses Conséquences sur la Contamination humaine. In: Centre National d'Etudes sur la Rage et la Pathologie des Animaux Sauvages (Hrsg.), Nancy:

BACON, P. J., D. MACDONALD (1980):

To control rabies: vaccinate foxes. *New Scientist* 18, 640-645.

BÄHR, R. (1982):

(Hrsg.) Probleme der Echinokokkose unter Berücksichtigung parasitologischer und klinischer Aspekte. (Aktuelle Probleme in Chirurgie und Orthopädie. Bd. 23) Verlag Hans Huber Bern.

BÄHR, R., D. KUMMER (1979):

Gefährliche heimische Parasitose. *Allg. Med.* 55, 1695-1701, Hippokrates Verlag, Stuttgart.

BAER, G. M., M. K. ABELSETH, J. G. DEBBIE (1971):

Oral vaccination of foxes against rabies. *Am. J. Epidem.*, 99, No. 6, 487-490.

BALDO, T., L. ROSSI (1988):

Fox vaccination in Italy. In: PASTORET, P. P., B. BROCHIER, I. THOMAS, J. BLANCOU (eds). *Vaccination to control rabies*. Commission of the European Communities, Luxembourg, 61-69.

BALLEK, D. (1991):

Zum Vorkommen von *Echinococcus multilocularis* und anderen Zestoden und Nematoden beim Rotfuchs (*Vulpes vulpes* L.) in den Regierungsbezirken Arnshagen, Detmold und Kassel. *Vet. Med. Diss.* Hannover.

BALLEK, D., M. TAKLA, S. ISING-VOLMER, M. STOYE (1992):

Zur Helminthenfauna des Rotfuchses (*Vulpes vulpes* L.) in Nordhessen und Ostwestfalen. Teil 1: Zestoden. *Dtsch. tierärztl. Wschr.*, 99, 353-392.

BANDO, G. (1996):

In: *Newsletter of World Association of Wildlife Veterinarians*, Volume 5, N^o, 21.

BLACK, J. G., K. F. LAWSON (1970):

Sylvatic rabies studies in silver fox (*Vulpes vulpes*). Susceptibility and immune response. *Can. J. Comp. Med.*, 34, 309-311.

BLACK, J. G., F. K. LAWSON (1973):

Further studies of the sylvatic rabies in the fox (*Vulpes vulpes*). Vaccination by the oral route. *Can. Vet. J.*, 14, 206-211.

BOCH, J. und H. SCHNEIDAWIND (1988):

Krankheiten des jagdbaren Wildes. Verlag Paul Parey, Hamburg, Berlin.

BÖGEL, K., A. A. ARATA, H. MOEGLE (1974):

Recovery of reduced fox population in rabies control. *Zbl. Vet. Med.*, 21, 401-412.

BONFERT, W. (1982):

Tollwut im Saarland aus veterinärmedizinischer Sicht. *SÄB*, 289-294.

BRAUNSCHEIG, A. von (1975):

Tollwutbekämpfung aus jagdlicher Sicht. Bundesgesundheitsblatt 18, 290-292.

BRAUNSCHEIG, A. von (1980):

Ein Modell für die Fuchspopulationsdynamik in der Bundesrepublik Deutschland. In: ZIMEN, E. (ed): *The Red Fox*. Biogeographica 18. The Hague: Junk, 97-106.

BROCHIER, M. B., A. IOKEM, A. GINTER, E. LEJEUNE, F. COSTY, A. MARCHAL, D. PREHARPRE, J. M. COUVREUR, J. DUFFY, J. KALPERS, M. LEONARD, B. BAUDUIN, M. DESMECHT, L. G. SCHNEIDER, P. P. PASTORET (1987):

First rabies vaccination campaign of foxes by the oral route in Belgium. Controls of efficacy and innocuity in foxes (*Vulpes vulpes*). *Ann. Med. Vet.*, 131 (6), 463-472.

BROCHIER, M. B., I. THOMAS, A. IOKEM, A. GINTER, J. KALPERS, A. PAQUET, F. COSTY, P.-P. PASTORET (1988):

A field trial in Belgium to control fox rabies by immunization. *Vet. Rec.* 123, 618-622.

BROCHIER, B., P. COPPENS, B. LOSSON, M. F. A. AUBERT, B. BAUDUIN, M. J. BARRAT, F. COSTY, D. PEHARPRE, L. POUPLARD, P. P. PASTORET (1992):

Enquête sur l'infestation du renard roux (*Vulpes vulpes*), par *Echinococcus multilocularis* en province de Luxembourg (Belgique). *Ann. Méd. Vét.* 136, 497-501.

BRÖMEL, J. (1994): Tollwut. In: DEDEK, J., T. STEINECK (Hrsg.):

Wildhygiene. Gustav Fischer Verlag Jena, Stuttgart, 107-109.

CARIUS, H., GUTHÖRL, V., MÜLLER, P. (1990):

Raumnutzung und Mobilität des Vektors Fuchs. In: COMMICHAU, C., SPRANKEL, H. (Hrsg.), *Fuchs-Symposium 1990*. Schriften des Arbeitskreises Wildbiologie an der Justus-Liebig-Universität Gießen e.V., 20, Verlag J. Neumann-Neudamm Melsungen, 99-105.

CHITTY, D. (1960):

Population processes in the vole and their relevance to general theory. *Can. J. Zool.*, 38, 99-113.

COMMICHAU, C. (1986):

Über das Vorkommen und die Verbreitung der Tollwut in Rheinland-Pfalz. *Tierärztl. Praxis* 14, 169-183.

DAHME, E. (1988): In: DAHME, E. u. WEISS, E. (Hrsg.):

Grundriß der speziellen pathologischen Anatomie der Haustiere. Ferdinand Enke Verlag Stuttgart, 376-377.

DAUGSCHIES, A. (1995):

Aktuelles zur Epidemiologie und Bekämpfung des Fuchsbandwurmes, *Echinococcus multilocularis*, in Deutschland. *Dtsch. tierärztl. Wschr.*, 102, 299-338.

DEBBIE, J. G. (1991):

Rabies control of terrestrial wildlife by population reduction. *The Natural History of Rabies* (2nd edition), G. M. Baer, ed., CRC Press, Boca Raton, pp. 477-503.

DEBLOCK, S., C. PROST, S. WALBAUM, A. F. PETAVY (1989):

Echinococcus multilocularis: A rare cestode of the domestic cat in France. *Int. J. Parasitol.*, 19, 687-688.

DEDEK, J., T. STEINECK (1994):

Wildhygiene. Gustav Fischer Verlag Jena, Stuttgart.

DEUTZ, A. K. FUCHS, H. LASSNIG, F. HINTERDORFER (1995):

Eine Prävalenzstudie über *E. multilocularis* bei Füchsen in der Steiermark unter Berücksichtigung biometrischer Methoden: *Berl. Münch. Tierärztl. Wschr.*, 108, 408-411.

DINGELDEIN, W. (1990):

Klein und gefährlich. *Wild und Hund* 8, 18-21, Paul Parey Verlag, Hamburg und Berlin

DITTRICH, G. (1980):

Fuchsstrecken in der DDR in Beziehung zu einigen ökologischen Faktoren. *Unsere Jagd* 30, 264.

DJV-Handbuch (1995):

Jagd. Deutscher Jagdschutz-Verband e.V. (Hrsg.), Verlag Dieter Hoffmann, Mainz.

DROLSHAMMER, I., E. WIESMANN, J. ECKERT (1973):

Echinokokkose beim Menschen in der Schweiz 1956- 1969. Schweiz. Med. Wschr., 103, 1337-1341 u. 1386-1392.

ECKERT, J., B. MÜLLER, A. J. PATRIDGE (1974):

The domestic cat and dog as natural definitive hosts of Echinococcus (Alveococcus) multilocularis in Southern Federal Republic of Germany. Z. Tropenmed. Parasitol., 25, 334-337.

ECKERT, J. (1981):

Echinokokkose. Berl. Münch. Tierärztl. Wschr., 94, 369-378.

ECKERT, J. (1988):

Zur Bedeutung von Hund und Katze in den Infektketten parasitärer Zoonosen in Europa. Wien. tierärztl. Mschr., 75, 457-465.

ECKERT, J. (1989):

Should alveolar echinococcosis be a notifiable disease? WHO informal consultation on alveolar echinococcosis in Hohenheim, FRG, 14.-16. 08.1989

ECKERT, J. (1996):

Echinococcus multilocularis und alveoläre Echinokokkose in der Schweiz mit Hinweisen zur derzeitigen epidemiologischen Situation in Europa. In: "Zur epidemiologischen Situation des Echinococcus multilocularis - breitet sich eine gefährliche Parasitose in der Bundesrepublik Deutschland aus?" Robert Koch-Institut (RKI) Hefte 14/1996, 11-13.

ECKERT, J., P. DEPLAZES, D. EWALD, B. GOTTSTEIN (1991):

Parasitologische und immunologische Methoden zum Nachweis von Echinococcus multilocularis bei Füchsen. Mitt. Österr. Ges. Tropenmed. Parasitol. 13, 25-30.

ECKERT, J. (1992), In: ECKERT, J., E. KUTZER, M. ROMMEL, H. J. BÜRGER, W. KÖNIG (Hrsg.):

Veterinärmedizinische Parasitologie. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, 569-583.

EHRLER, M. (1994):

Epidemiologische Untersuchungen zur Wild- und Haustiertollwut im Einzugsbereich des Landesveterinär- und Lebensmitteluntersuchungsamtes Halle/S. in den Jahren 1980 bis 1992 unter besonderer Berücksichtigung geographischer Aspekte. Vet. Med. Diss., Tierärztliche Hochschule Hannover.

EMSCHERMANN-GRÜNERT, E. (1987):

Stand und Entwicklung der Tollwut im Saarland. Vet. Med. Diss., Gießen.

EUZEBY, J. (1983):

Les Echinococcoses larvaires: Présentation du sujet. Sci. Vét. Med. 2, 67-78.

EWALD, D. (1990):

Die Verbreitung des Fuchsbandwurmes Echinococcus multilocularis bei Fuchs (Vulpes vulpes) und Bisam (Ondatra zibethicus) im Regierungsbezirk Freiburg. Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz 15, 81-99.

EWALD, D. (1993):

Prävalenz von Echinococcus multilocularis bei Rotfüchsen (Vulpes vulpes L.) in der Nord-, Ost- und Südschweiz sowie im Fürstentum Liechtenstein. Diss. Univ. Zürich

EWALD, D. und J. ECKERT (1993):

Verbreitung und Häufigkeit von Echinococcus multilocularis bei Rotfüchsen in der Nord-, Süd- und Ostschweiz sowie im Fürstentum Liechtenstein. Z. Jagdwiss., 39, 171-180.

FESSELER, M. (1990):

Vergleich der Endemiegebiete von Echinococcus multilocularis und Tollwut in Mitteleuropa. Diss. Univ. Zürich.

FESSELER, M., E. SCHOTT, B. MÜLLER (1989):

Zum Vorkommen von Echinococcus multilocularis bei der Katze. Untersuchungen im Regierungsbezirk Tübingen. Tierärztl. Umschau 44, 766-775.

FISCHER, H. (1982):

Das Marschland als biologische Barriere für die Ausbreitung der Tollwut. Darstellung des Seuchengeschehens in Schleswig-Holstein in den Jahren 1965 bis 1980. Vet. Med. Diss., Freie Univ. Berlin

FRANK, W. (1984a):

Echinococcus multilocularis- ein endemischer Bandwurm des Rotfuchses in Süddeutschland. Biologie, Epidemiologie und humanmedizinische Bedeutung. Wien. tierärztl. Mschr., 1, 19-22.

FRANK, W. (1984b):

Informationen zum kleinen Fuchsbandwurm (Echinococcus multilocularis). Universität Hohenheim (Hrsg.) Fachgebiet Parasitologie, Stuttgart.

FRANK, W. (1989a):

Fuchsbandwurm-Infektionen, wie gefährdet ist der Mensch? Med. Mo. Pharm., 12. Jahrgang, 202-208.

FRANK, W. (1989b):

Survival of Echinococcus multilocularis eggs in the environment and potential modes of transmission. WHO Informal Consultation on Alveolar Echinococcosis. August 14 - 16, 1989, Hohenheim (WHO/ VPH/ ECHIN. RES./WP/ 89).

FRANK, W., J. SCHÄFER, T. PFISTER, V. SCHAD (1989):

Potential ways of decontamination of food from Echinococcus multilocularis eggs and sensitivity of these eggs against physical and chemical methods of disinfection. WHO Informal Consultation on Alveolar Echinococcosis. August 14 - 16, 1989, Hohenheim. (WHO/VPH/ECHIN. RES./WP/89).

FRANK, W. (1990):

Zur Epidemiologie der Echinokokkose und die Rolle des Fuchses. In: COMMICHAU, C., SPRANKEL, H. (Hrsg.), Fuchs-Symposium 1990. Schriften des Arbeitskreises Wildbiologie an der Justus-Liebig-Universität Gießen e.V., 20, Verlag J. Neumann-Neudamm Melsungen, 107-112.

FRANK, W. (1991):

Kleiner Wurm - große Gefahr! (Teil I und II); Die Pirsch 3/91 und 4/91

FRÖHLICH, T. (1984):

Zur Laboratoriumsdiagnostik der Tollwut - Vergleichende Untersuchungen zwischen dem Mäuseinokulationstest und der Isolierung des Tollwutstraßenvirus in der Gewebekultur. Vet. Med. Diss., Gießen

FUNK, S.M. u. GÜRTLER, W.-D. (1990):

Über den Zusammenhang zwischen Reproduktionserfolg und Populationsdichte beim Rotfuchs, *Vulpes vulpes* L.. In: COMMICHAU, C., SPRANKEL, H. (Hrsg.), Fuchs-Symposium 1990. Schriften des Arbeitskreises Wildbiologie an der Justus-Liebig-Universität Gießen e.V., 20, Verlag J. Neumann-Neudamm Melsungen, 39-48.

FUNK, S.M. (1994):

Zur Dichteabhängigkeit der räumlichen und sozialen Organisation und der Reproduktion beim Rotfuchs (*Vulpes vulpes* L.): Eine Studie bei zeitlich und räumlich durch Jagd und Tollwut variierenden Populationsdichten in Südwest-Deutschland und Ost-Frankreich. Diss., Math.-Naturwiss. Fakultät der Universität des Saarlandes, Saarbrücken.

GEISEL, O., D. BARUTZKI, G. MINKUS, W. HERMANN, T. LÖSCHER (1990):

Hunde als Fimenträger (Intermediärwirt) von *Echinococcus multilocularis*. Kleintierpraxis 35, 275-280.

GEMMEL, M. A., LAWSON, R. J. (1986a):

Epidemiology and control of hydatid disease. In: THOMPSON, R. C. A. (ed.) (1986): The biology of *Echinococcus* and hydatid disease, G. Allen & Unwin, London, 189-216.

GEMMEL, M. A., LAWSON, R. J. ROBERTS, M. G. (1986b):

Population dynamics in echinococcosis and cysticercosis. Biological parameters of *Echinococcus granulosus* in dogs and sheep. Parasitology 92, 599-620.

GEPPERT, J. F. (1988):

Untersuchungen zum Raum-Zeit-System des Rotfuchses (*Vulpes vulpes*) im süd-östlichen Saarland und angrenzenden Gebieten. Dipl. Arbeit, Institut für Biogeographie der Univ. des Saarlandes.

GIRADOUX, P., P. DELATTRE, J. P. QUÉRÉ (1992):

The shifting mosaic, a model for the maintenance of the natural parasitic cycle in Franche-Comté. 3rd Internat. Sympos. On Echinococcosis. Oct. 8-9, Besancon, Abstract.

GLOOR, B. (1988):

Echinokokkose beim Menschen in der Schweiz. Universität Zürich, Diss.

GMK (1994):

67. GMK vom 17./ 18. November 1994 in Hamburg- Programm zur Tilgung der Tollwut in der Bundesrepublik Deutschland und zum Erhalt des tollwutfreien Status. Vorbereitet von der Bundesforschungsanstalt für Viruskrankheiten der Tiere (BFAV) und unterstützt von der ArgeVet.

GOEDICKE, C., E. LÖFFLER (1989):

Die Erosivität der Niederschläge im Saarland. In: SOYEZ, D., W. BRÜCHER, W. FLIEDNER, E. LÖFFLER, H. QUASTEN, J. WAGNER (Hrsg.): Das Saarland Bd. 1: Beharrung und Wandel in einem peripheren Grenzraum. 309-314.

GORETZKI, J. (1996):

Zur Populationsentwicklung des Rotfuchses in der Bundesrepublik Deutschland. In: "Zur epidemiologischen Situation des *Echinococcus multilocularis* - breitet sich eine gefährliche Parasitose in der Bundesrepublik Deutschland aus?" Robert Koch-Institut (RKI) Hefte 14/1996, 26-29.

GORETZKI, J. und K. H. PAUSTIAN (1982):

Zur Biologie des Rotfuchses, (*Vulpes vulpes* L. 1758) in einem intensiv landwirtschaftlich genutzten Gebiet. Beitrag Jagd- und Wildforschung 12, 268-270.

GUTMANN, B. (1987):

Begleitende Laboratoriumsuntersuchungen des Feldversuchs zur oralen Immunisierung bei Füchsen gegen Tollwut in Hessen vom Frühjahr 1983 bis Herbst 1984. Vet. Med. Inaug. Diss., Gießen.

HABERMEHL, K. H. (1961):

Die Altersbestimmung bei Haustieren, Pelztieren und beim jagdbaren Wild. Paul Parey, Berlin und Hamburg.

HABERMEHL, K. H. (1985):

Altersbestimmung bei Wild und Pelztieren; Möglichkeiten und Methoden. Paul Parey Verlag, Hamburg.

HOUIN, R., M. DENIAU, M. LIANCE and F. PUEL (1982):

Arvicola terrestris an intermediate host of *Echinococcus multilocularis* in France: epidemiological consequences. Int. J. of Parasitol., 12, 593-600.

ILLIG, M. (1995):

Epidemiologische Verlaufsformen der Tollwut in Baden-Württemberg unter Berücksichtigung der Impfeinsätze. Diss. Vet. Med., Gießen.

IRMER, S., H. - L. SCHLEGEL (1981):

Fuchspopulation und Fuchstollwut in Niedersachsen unter Berücksichtigung der Landschaftsstruktur. Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 94, 359-362.

JACKSON, H. (1981):

Rabies in West Germany in relation to habitat. Comp. Immunology, Microbiolog. Infect. Diseases

JACKSON, H.C., L.G. SCHNEIDER, H. MOEGLE (1984):

Tollwut in der Bundesrepublik Deutschland 1950-1981. Epidemiologische Verlaufstypen und Landschaftsstruktur Tierärztl. Umschau 39, 1000-1008.

JANITSCHKE, J. und K. TACKMANN (1996):

Zur epidemiologischen Situation des *Echinococcus multilocularis* - breitet sich eine gefährliche Parasitose in der Bundesrepublik Deutschland aus? Robert Koch-Institut (RKI) Hefte 14/1996.

JONAS, D., W. HAHN (1984):

Nachweis von *Echinococcus multilocularis* bei Füchsen in Rheinland-Pfalz. Prakt. Tierarzt 1, 64-69.

JONAS, D. (1996):

Echinococcus multilocularis in Rheinland-Pfalz, 1982 bis 1994. In: "Zur epidemiologischen Situation des *Echinococcus multilocularis* - breitet sich eine gefährliche Parasitose in der Bundesrepublik Deutschland aus?" Robert Koch-Institut (RKI) Hefte 14/1996, 69-76.

KAHL, W., J. QUANDER, J. POSCH, K. BÖGEL (1977):

Landscape and rabies frequency. WHO/Rab. Res./77.3.

KAPPELER, A. (1985):

Untersuchungen zur Altersbestimmung und zur Altersstruktur verschiedener Stichproben aus Rotfuchs-Populationen (*Vulpes vulpes* L.) in der Schweiz. Lizentiatsarbeit Zool. Inst. Univ. Bern.

KAPPELER, A. (1991):

Die orale Immunisierung von Füchsen gegen Tollwut in der Schweiz. Inauguraldiss., Bern.

KARGE, E., J. FIEDLER, K. STÖHR (1990):

Orale Immunisierung freilebender Füchse gegen Tollwut- ein modernes Verfahren der Tierseuchenbekämpfung. Mh. Vet. Med., 45, 161-164.

KAUKER, E. (1966):

Die Tollwut in Mitteleuropa von 1953-1966. Sitzungsbericht der Heidelberger Akademie der Wissenschaften-Math. Naturwiss. Klasse, Jhg. 1966, 4. Abhandlung, Springer Verlag, Heidelberg.

KAUKER, E. (1975):

Vorkommen und Verbreitung der Tollwut in Europa von 1966-1974. Sitzungsberichte der Heidelberger Akademie der Wissenschaften. Heidelberg, Springer.

KERSTEN, W. (1973):

Erfahrungen in Hessen bei der Bekämpfung der Fuchs-Tollwut. Dtsch. Tierärztl. Wschr. 80, 30-32.

KEYSERLINGK, M. von, B. THOMS und K.-H. KÖRFER (1994):

Der Kleine Fuchsbandwurm. Vorkommen, Verbreitung, Gefährdungspotential. Wild und Hund 19/1994, 36-41.

KEYSERLINGK, M. von, B. THOMS, K. H. KORFER (1996):

Untersuchungen zum Vorkommen und der Verbreitung des Kleinen Fuchsbandwurmes (*Echinococcus multilocularis*) in Niedersachsen. In: "Zur epidemiologischen Situation des *Echinococcus multilocularis* - breitet sich eine gefährliche Parasitose in der Bundesrepublik Deutschland aus?" Robert Koch-Institut (RKI) Hefte 14/1996, 91-96.

KIMMIG, P. (1992):

Epidemiologie der Echinokokkose in Baden-Württemberg. ÄBW 11, 574-582.

KIUEPEL, H. (1996):

Zur epidemiologischen Situation von *Echinococcus multilocularis* in Mecklenburg-Vorpommern. In: "Zur epidemiologischen Situation des *Echinococcus multilocularis* - breitet sich eine gefährliche Parasitose in der Bundesrepublik Deutschland aus?" Robert Koch-Institut (RKI) Hefte 14/1996, 123.

KLEMM, Peter G. (1993):

Keine Angst vor Biomathematik. Ullstein Mosby GmbH & Co. KG, Berlin

KOPP, H., S. BREHM (1991):

Diagnose der Echinokokkose. AVID: 10. Arbeits- und Fortbildungstagung, Marburg (Lahn), 12. - 13. März 1991.

KOVALEK, N. A., W. P. DAWIDENKO, A. S. SCHASCHENKO (1987):

Die antiepzootische Effektivität der peroralen Immunisierung von Wildtieren gegen Tollwut. Veterinarnaja nauka-proizvodstuv 25, 3-6.

KRAUSS, H., WEBER, A. (1986):

Zoonosen. DÄV.

KROCZA, W., E. SCHARFEN (1983):

Über die europäische Wildtiertollwut und ihre Bekämpfung. Wien. tierärztl. Mschr. 70, 81- 88.

KRÖGER, R. (1983):

1805 Füchse in 15 Jahren. Verändert sich das Geschlechterverhältnis unter starkem Jagddruck? Wild und Hund 8/1983, 10-11.

LABHARDT, F. (1990):

Der Rotfuchs. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin

LESER, H., H.-D. HAAS, T. Mosimann und R. PAESLER (1993):

DIERCKE- Wörterbuch der Allgemeinen Geographie. Band 1 und 2, dtv/ Westermann.

LIDICKER, W. Z. Jr (1975):

The role of dispersal in the demography of small mammal populations. Small mammals: Their Productivity and Population Dynamics, K. PETRUSEWICS, F.B. GOLLEY & L.L. RYZKOWSKI, eds, Cambridge, pp. 103-128.

LIEDTKE, H., K. HEPP, C. JENTSCH (1974):

Das Saarland in Karte und Luftbild. Landesvermessungsamt des Saarlandes (Hrsg.), Karl Wachholtz Verlag Neumünster.

LLOYD, H. G. (1976):

Wildlife rabies in Europe and the British situation. Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg., 70, 179-187.

LLOYD, H.G. (1980):

Habitat requirements of the Red Fox. In: ZIMEN, E. (ed) (1980): The Red Fox. Symposium on behaviour and ecology. Biogeographica 18. The Hague: Junk, 7-25.

LLOYD, H.G., B. JENSEN, J. L. VAN HAAFTEN, F. J. J. NIEWOLD, A. WANDELER, K. BÖGEL, A. A. ARATA (1976):

Annual Turnover of Fox Population in Europe. Zbl. Vet. Med. B, 23, 580-589.

MACDONALD, D. (1980):

Social factors affecting reproduction amongst Red Foxes. In: ZIMEN, E. (ed) (1980): The Red Fox. Symposium on behaviour and ecology. Biogeographica 18. The Hague: Junk, 123-176.

MACDONALD, D. (1981):

Resource dispersion and the social organisation of the red fox *Vulpes vulpes*. In: J. A. Chapman & D. Pursely (eds) Proc. World w. Furb. Conf., 2: 918-949.

MACDONALD, D. (1988):

Rabies and foxes. The social life of a solitary Carnivore. La vaccination antirabique du renard, P. P. PASTORET, B. BROCHIER, T. & J. BLANCOU (eds), EUR 11239, Office des publications officielles des Communautés européennes, Luxembourg, 143-159.

MACDONALD, D. (1993):

Unter Füchsen: eine Verhaltensstudie. Knesebeck GmbH & Co. Verlag München.

MAC INNES, C.D. (1987):

Rabies. Wild Furbearer Management and Conservation in North America. M. Novak, J.A. Baker, M.E. Obbard & B. Malloch (eds). Ontario Ministry of Natural Resources & Ontario Trappers Association, Toronto, pp. 910-929.

MAC INNES, C. D., P. BACHMANN, J. CAPBELL, S. FRASER, D. H. JOHNSTON, K. LAWSON, C. P. NUNAN, S. SMITH, R. TINLINE (1990):

Evaluation of vaccine under field conditions. Report of the WHO seminar on wildlife rabies control. Geneva, 2.-5. July 1990, Draft agenda item: 11.5.

MANZ, D. (1966):

Experimentelle und praktische Untersuchungen zur Markierung des Rotfuchses nach seiner Erreichbarkeit über Köder für staatliche Tierseuchenbekämpfungsmaßnahmen. Habil.-Schrift, Gießen

MANZ, D., J. BERGER (1978):

Feldversuche zur Köderaufnahme durch Füchse in Abhängigkeit von der Jahreszeit.- Ein Beitrag zum Zusammenhang zwischen Fuchsökologie, Anköderungsmöglichkeiten und Bekämpfung der Tollwut. Zbl. Vet. Med. B, 25, 157-160.

MAYR, A., H. KRAFT, O. JAEGER, H. HAACKE (1972):

Orale Immunisierung von Füchsen gegen Tollwut. Zbl. Vet. Med. B 19, 615-625.

MAYR, A. (1984):

Medizinische Mikrobiologie, Infektions- und Seuchenlehre. Ferdinand Enke Verlag Stuttgart.

MEINE, K. (1995):

Zum Vorkommen des Kleinen Fuchsbandwurmes *Echinococcus multilocularis* (Leuckart 1863) im Saarland, unveröffentl. Diplomarbeit, Universität des Saarlandes, Fachrichtung Biogeographie.

MEYER, H., D. SVILENOV (1986):

Funde von *Echinococcus multilocularis* bei streunenden Hauskatzen in Süddeutschland. Zbl. Vet. Med., 32, 785-786.

MLWF (Ministerium für Landwirtschaft, Weinbau und Forsten, Rheinland-Pfalz), (1992):

Fuchsbandwurm: stark zugenommen. Die Pirsch 13/1992, 23.

MOEGLE, H. (1976):

Bekämpfung der Tollwut beim Wild. Tagungsbericht "Die silvatische Tollwut- Ein Tierseuchenproblem". Dtsch. Veterinärmed. Ges., 67, 197.

MOEGLE, H., F. KNORPP, K. BÖGEL (1971):

Einfluß der Begasung der Fuchsbaue auf die Fuchsdichte und die Wildtollwut in Baden-Württemberg. Berl. Münch. Tierärztl. Wschr., 84, 437.

MOEGLE, H., F. KNORPP, K. BÖGEL, A. ARATA, K. DIETZ, P. DIETHELM (1974):

Zur Epidemiologie der Wildtollwut. Untersuchungen im südlichsten Teil der Bundesrepublik Deutschland. Zbl. Vet. Med. B 21, 647.

MOEGLE, H., L. SCHNEIDER (1985):

In: Schlußprotokoll zum 2. Round table Gespräch über den Feldversuch zur oralen Immunisierung des Fuchses gegen die Tollwut. München, 13. - 14. Juni 1985.

MÜLLER, B., A. PATRIDGE (1974):

Über das Vorkommen von Echinococcus multilocularis bei Tieren in Südwürttemberg. Tierärztl. Umschau 29, 602-612.

MÜLLER, P. (1981):

Arealsysteme und Biogeographie. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart.

MÜLLER, P. (1993):

Erstnachweis des Kleinen Fuchsbandwurms für Schleswig-Holstein. In: Game Conservancy Deutschland e.V. - Lebendige Natur durch nachhaltige Nutzung. Heft 2, Nachrichten Herbst 1993.

MÜLLER, P. (1996):

Institut für Biogeographie der Universität des Saarlandes, persönl. Mitt.

MÜLLER, T. (1994):

Epidemiologische Untersuchungen zur Wirkung ausgewählter Einflußfaktoren auf den Impferfolg bei der oralen Immunisierung der Füchse gegen Tollwut. Vet. Med. Diss., Universität Leipzig.

MÜLLER, T., K. STÖHR, H. LÖPELMANN, A. NEUBERT, P. SCHUSTER (1993a):

Testung eines neuen Köders für die orale Immunisierung des Rotfuchses (*Vulpes vulpes*) gegen Tollwut. Berl. Münch. Tierärztl. Wschr., 106, (2), 41-46.

MÜLLER, T., K. STÖHR, J. TEUFFERT, P. STÖHR (1993):

Erfahrungen mit der Flugzeugbeköderung bei der oralen Immunisierung der Füchse gegen Tollwut in Ostdeutschland. Deutsch. Tierärztl. Wschr., 100, 203-207.

MÜLLER, W. (1992):

Rabies in Europe. BMJ, Volume 305, 725-726.

MÜLLER, W. W. (1996):

Bundesforschungsanstalt für Viruskrankheiten der Tiere, Tübingen, persönl. Mitt.

MYERS, G. A., A. U. SARGENT, J. J. COHEN (1965):

Whole antiserum versus the gammaglobulin fraction of antiserum in the indirect fluorescent antibody technique. Immunology 9, 101.

NEBEL, W. (1996):

Die Ergebnisse bisheriger Untersuchungen auf Echinococcus multilocularis in Schleswig-Holstein. In: "Zur epidemiologischen Situation des Echinococcus multilocularis - breitet sich eine gefährliche Parasitose in der Bundesrepublik Deutschland aus?" Robert Koch-Institut (RKI) Hefte 14/1996, 97.

NEUFANG, R. (1989):

Feldversuch orale Immunisierung der Füchse gegen Tollwut im Saarland. Der Saarjäger 41 (4), 17.

NITSCHKE, W. (1985):

Echinokokkose: Parasitologie, Klinik, Diagnostik, Therapie, Prophylaxe. Therapiewoche 35, 1547-1554.

NOTHDURFT, H.-D., T. JELINEK; A. MAI, B. SIGL, F. V. SONNENBURG, T. LÖSCHER (1996):

Epidemiologie der alveolären Echinokokkose in Süddeutschland (Bayern). In: "Zur epidemiologischen Situation des Echinococcus multilocularis - breitet sich eine gefährliche Parasitose in der Bundesrepublik Deutschland aus?" Robert Koch-Institut (RKI) Hefte 14/1996, 41-43.

PESSON, B., R. CARENIER (1989):

Écologie de l'échinococcose alvéolaire en Alsace: Le Parasitisme du renard roux (*Vulpes vulpes*). Bull. Ecol. 20, 295-301.

PETAVY, A. F., S. DELBLOCK (1980):

Helminthes du renard commun (*Vulpes vulpes* L.) dans la région du Massif Central (France). Ann. Parasitol. 55, 379-391.

PETZSCH, H. (1992) In:

Die große farbige Enzyklopädie Urania Tierreich. Urania Verlag Leipzig, Jena, Berlin.

PFISTER, T. (1994):

Fuchsbandwurm in Wildschweinen. Dtsch. Jagdzeitung 5, 106.

PIANKA, E.R. (1970):

On r and k selection. Amer. Nature 104: 592-597.

PITZSCHKE, H. (1967): In: EICHWALD, C: und H. PITZSCHKE:

Die Tollwut bei Mensch und Tier. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena.

PRAGER, S. (1996):

Staatliches Veterinäruntersuchungsamt Arnsberg, Nordrhein-Westfalen, persönl. Mitt.

RAMISZ, A., J. ECKERT, T. GRUPÍNSKI, B. PILARCZYK, A. KRÓL (1996):

Echinococcus multilocularis bei Rotfüchsen in Nord-West Polen. In: "Zur epidemiologischen Situation des Echinococcus multilocularis - breitet sich eine gefährliche Parasitose in der Bundesrepublik Deutschland aus?" Robert Koch-Institut (RKI) Hefte 14/1996, 124.

RIBBECK, R. u. HAUPT, W. (1994):

Vorkommen und Bedeutung des Kleinen Fuchsbandwurmes Echinococcus multilocularis. Eine Literaturübersicht. In: STUBBE, M. (Hrsg.): Beiträge zur Jagd- und Wildforschung. Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin, Bd. 19, 159-166.

ROJAHN, A. (1977):

Vorkommen der Tollwut in der Bundesrepublik Deutschland. Berl. Münch. Tierärztl. Wschr., 90, 269-273.

ROJAHN, A. und H. PITTLER (1983):

Die gegenwärtige Situation der Tollwut in der Bundesrepublik Deutschland. Dtsch. tierärztl. Wschr., 90, 250-256.

ROMIG, T. (1996):

Zum Status von Echinococcus multilocularis in Baden-Württemberg. In: "Zur epidemiologischen Situation des Echinococcus multilocularis - breitet sich eine gefährliche Parasitose in der Bundesrepublik Deutschland aus?" Robert Koch-Institut (RKI) Hefte 14/1996, 44-50.

ROSSOW, N. (1985):

Innere Krankheiten landwirtschaftlicher Nutztiere. Ferdinand Enke Verlag Stuttgart.

RÜHE, F. (1992):

Im Fuchs ist der Wurm drin. In: Die Zeit, Nr. 22, 22.Mai 1992.

RÜLKE, M. (1993):

Zur Diskussion um Tollwutimpfung und Echinokokkosebefall beim Fuchs. Pharm. Zeitung 24, 9-13.

SACHS, L. (1997):

Angewandte Statistik. Springer Verlag Berlin.

SCHAAF, J. (1965):

Zur Epizootiologie und Bekämpfung der Tollwut. Wien. tierärztl. Mschr. 52, 421.

SCHALE, F.-W. (1975):

Studie zur Epidemiologie der Tollwut, dargestellt am gegenwärtigen Geschehen in Hessen sowie anhand von Übertragungsversuchen beim Feldhamster. Vet. Med. Diss., Gießen

SCHANTZ, P. M. (1989):

Host species and geographic distribution of Echinococcus multilocularis in North America. - WHO informal consultation on Alveolar Echinococcosis, Hohenheim, FDR, 14. - 16. August.

SCHARF, G. (1990):

Analyse zur Bekämpfung der Wildtollwut in Hessen im Zeitraum 1953 bis 1987. Vet. Med. Diss. Gießen.

SCHELLING, U., E. SCHÄFER, T. PFISTER, W. FRANK (1991):

Zur Epidemiologie des Echinococcus multilocularis im nordöstlichen Baden-Württemberg. Tierärztl. Umschau 46, 673-676.

SCHLÜTER, H. (1994):

Stand der Tollwutbekämpfung im Osten Deutschlands unter besonderer Berücksichtigung der oralen Fuchsimmunisierung. Beiträge zur Jagd- und Wildforschung, Bd. 19, 145-152.

SCHLÜTER, H., T. MÜLLER (1995):

Tollwutbekämpfung in Deutschland. Ergebnisse und Schlußfolgerungen aus über 10jähriger Bekämpfung. Tierärztl. Umschau 50, 748-758.

SCHNEIDER, H. (1991): S

ammlung geologischer Führer 84, Saarland. Gebr. Borntraeger Berlin, Stuttgart.

SCHNEIDER, L. G. (1977):

Zur Epidemiologie und Bekämpfung der Tollwut. Arbeiten aus der Bundesforschungsanstalt für Viruskrankheiten der Tiere, Tübingen, Sonderdruck 16. - 15.

SCHNEIDER, L. G. (1984):

Feldversuch zur oralen Immunisierung von Füchsen gegen die Tollwut in der Bundesrepublik Deutschland. Vakzineentwicklung, Planung und Durchführung der Impfkation, bisherige Ergebnisse. Kongreßbericht der Tagung der FG Tierseuchenrecht-DVG, Gießen, 25-53.

SCHNEIDER, L. G. (1989):

Jagd und Tollwut. Kurztagung des WHO-Tollwutzentrums Tübingen und des Deutschen Jagdschutzverbandes, 18.02.1989.

SCHNEIDER, L. G. (1991):

Der Einfluß der oralen Immunisierung der Füchse auf die Epidemiologie der Tollwut. In: COMMICHAU, C. H. SPRANKEL (Hrsg.): Fuchssymposium Koblenz 1990. Schriften des Arbeitskreises Wildbiologie an der Justus-Liebig-Universität Gießen e. V. 20, Verlag J. Neumann-Neudamm, Melsungen, 145-163.

SCHNEIDER, L. G. (1992):

Orale Tollwutimpfungen beim Fuchs und der kleine Fuchsbandwurm (Echinococcus multilocularis), Tierärztl. Umschau 47, 809-812.

SCHNEIDER, L. G., J. H. COX (1983a):

Ein Feldversuch zur oralen Immunisierung von Füchsen gegen die Tollwut in der Bundesrepublik Deutschland. I. Unschädlichkeit, Wirksamkeit und Stabilität der Vakzine SAD B19. Tierärztl. Umschau 38, 315-324.

SCHNEIDER, L. G., G. WACHENDÖRFER, E. SCHMTTDIEL, J. H. COX (1983b):

Ein Feldversuch zur oralen Immunisierung von Füchsen in der Bundesrepublik Deutschland. Planung, Durchführung und Auswertung des Feldversuchs. Tierärztl. Umschau 38, 476-480.

SCHNEIDER, L. G., J. H. COX (1985):

Wildlife rabies and its control. Pro Veterinario 4, 16-23.

SCHNEIDER, L. G., J. H. COX, W. MÜLLER, K.-P. HOHENSBEEN (1987):

Der Feldversuch zur oralen Immunisierung von Füchsen gegen Tollwut in der Bundesrepublik Deutschland- Eine Zwischenbilanz. Tierärztl. Umschau 42, 184-198.

SCHON, J. (1995):

Laboratoire de Médecine Veterinaire de l'Etat/ Luxembourg, persönl. Mitt.

SCHOTT, E., B. MULLER (1989):

Zum Vorkommen von Echinococcus multilocularis beim Rotfuchs im Regierungsbezirk Tübingen. Tierärztl. Umschau 44, 367-370.

SCHOTT, E., B. MÜLLER (1990):

Echinococcus multilocularis- Befall und Lebensalter beim Rotfuchs (Vulpes vulpes). Tierärztl. Umschau 45, 620-623.

SCHUMACHER, J. (1993):

Dokumentierte Luftarbeit. Ein Beitrag zur Köderplatzierung in der Tollwutbekämpfung. Sana Service System 8/93.

SEEGERS, G., S. BAUMEISTER, K. POHLMAYER und M. STOYE (1995):

Echinococcus multilocularis- Metazestoden bei Bisamratten in Niedersachsen. Dtsch. tierärztl. Wschr., 6, 256.

SEIFERTH, T., G. ENDSBERGER, M. STOLTE (1993):

Die Echinokokkose- derzeitiger Stand von Diagnostik und Therapie. Praxis und Klinik 23, 161-164.

SENF, F., P. MARTIN (1996):

Nachweis von Echinococcus multilocularis in Sachsen-Anhalt. In: "Zur epidemiologischen Situation des Echinococcus multilocularis - breitet sich eine gefährliche Parasitose in der Bundesrepublik Deutschland aus?" Robert Koch-Institut (RKI) Hefte 14/1996, 113-114.

SMITH, A. D. M. (1985):

A Continuous Time Deterministic Model of Temporal Rabies. In: Population Dynamics of Rabies in Wildlife, P. J. Bacon (ed), Academic Press, London.

SMITH, J. S., YAGER, P. A., BAER, G. M. (1973):

A rapid reproducible test for determining rabies neutralizing antibody. Bull. WHO 48, 535-541.

Statistisches Landesamt Saarland (1993):

Flächenerhebung 1993.

Statistisches Landesamt Saarland (1994):

Bevölkerungsentwicklung im 1. Vierteljahr 1994. Bevölkerungsstand am 31.3.1994

Statistisches Landesamt Saarland (1995):

persönl. Mitt.

STECK, F., U. HÄFLINGER, C. STOCKER, A. WANDELER (1978):

Oral immunization of foxes against rabies. Experienta 34, 1662.

STECK, F., A. WANDELER (1980):

The epidemiology of fox rabies in Europe. Epidem. Rev., 2, 71-96.

STECK, F., A. WANDELER, P. BICHSEL, S. CAPT, L. SCHNEIDER (1982):

Oral immunization of foxes against rabies- A field study. Zbl. Vet. Med., B 29, 372-396.

STÖHR, K., E. KARGE, H. GÄDT, R. KOKLES, W. EHRENTAUT, W. WITT, H.-G. FINK (1990):

Orale Immunisierung freilebender Füchse gegen Tollwut- Vorbereitung und Durchführung der ersten Feldversuche in den ostdeutschen Ländern. Mh. Vet. Med., 45, 782-786.

STÖHR, K., P. STÖHR, T. MÜLLER (1993):

Orale Fuchsimpfung gegen Tollwut- Ergebnisse und Erfahrungen aus den ostdeutschen Bundesländern. Tierärztl. Umsch., 49, 198.

STÖHR, K., P. STÖHR, T. MÜLLER (1994):

Orale Fuchsimpfung gegen Tollwut- Ergebnisse und Erfahrungen aus den ostdeutschen Bundesländern. Tierärztl. Umschau 49, 203-211.

STUBBE, M. (1980b):

Population ecology of the Red Fox - Vulpes vulpes (L. 1758) - in the G.D.R.. In: ZIMEN, E. (ed) (1980): The Red Fox. Symposium on behaviour and ecology. Biogeographica 18. The Hague: Junk, 71-96.

STUBBE, M., W. STUBBE (1978):

Ergebnisse der Fuchsforschung. Unsere Jagd 28 (6), 166-169.

STÜCKER, F. J., W. S. RAU (1974):

Die Echinokokkoseerkrankungen. Dtsch. Ärzteblatt 35, 2515-2524.

SUHRKE, J. (1994):

Untersuchungen zur Epidemiologie von Echinococcus multilocularis Leuckart, 1863 beim Rotfuchs in Südthüringen. Vet. Med. Diss. Leipzig.

SUHRKE, J., J. PLÖTNER, M. ZEMKE (1991):

Zum Vorkommen von Echinococcus multilocularis bei Tieren im Südthüringer Raum. Mh. Vet. Med., 46, 714-717.

TACKMANN, K., D. BEIER (1992):

Erster Nachweis des Fuchsbandwurmes (Echinococcus multilocularis) im Nordwesten des Landes Brandenburg. Tierärztl. Umschau 47, 276.

TACKMANN, K., D. BEIER (1993):

Epidemiologische Untersuchungen zu Echinococcus multilocularis (Leuckart; 1863) im Land Brandenburg. Tierärztl. Umschau 48, 498-503.

TACKMANN, K. (1996):

Untersuchungen zur epidemiologischen Situation ausgewählter parasitärer Zoonoseerreger in der Rotfuchs- sowie Schwarzwildpopulation im Land Brandenburg. In: "Zur epidemiologischen Situation des Echinococcus multilocularis - breitet sich eine gefährliche Parasitose in der Bundesrepublik Deutschland aus?" Robert Koch-Institut (RKI) Hefte 14/1996, 115-123.

TAKLA, M. (1994):

Überwachung der Parasitenfauna bei Füchsen einschließlich Echinococcus multilocularis und Trichinella spiralis. Proc. 26. Tagung Dtsch. Gesell. Parasitol., Bochum 21. - 25. März 1994.

TAKLA, M. (1996):

Aktuelle Information zur Gesundheitsgefährdung des Menschen durch den kleinen Fuchsbandwurm Echinococcus multilocularis. In: "Zur epidemiologischen Situation des Echinococcus multilocularis - breitet sich eine gefährliche Parasitose in der Bundesrepublik Deutschland aus?" Robert Koch-Institut (RKI) Hefte 14/1996, 78-88.

THRUSFIELD, M. (1986):

Veterinary Epidemiology. Butterworths, London.

ULBRICH, F. (1968):

Über die jahreszeitlichen Schwankungen beim Auftreten der Tollwutseuche und über Zusammenhänge zwischen Alter, Geschlecht und Tollwutinfektion beim Fuchs. Arch. für experimentelle Vet. Med., 23, 1043-1049.

ULBRICH, F. (1994):

Ergebnisse der oralen Immunisierung der Füchse gegen Tollwut im Regierungsbezirk Dresden. Beiträge zur Jagd- und Wildforschung, Bd. 19, 153-157.

UYSAL, V., N. PAKSOY (1986):

Echinococcosis multilocularis in Turkey. J. Trop. Med. Hyg., 89, 249-255.

VJS (Vereinigung der Jäger des Saarlandes) (1996):

persönl. Mitt.

VOGEL, H. (1960):

Tiere als natürliche Wirte des Echinococcus multilocularis in Europa. Z. Tropenmed. Parasitol., 11, 36-42.

VOS, A. (1990):

Untersuchungen zur Entwicklung der Fuchspopulation nach erfolgreichem Abschluß der oralen Immunisierung gegen die Tollwut. In: COMMICHAU, C., SPRANKEL, H. (Hrsg.), Fuchs-Symposium 1990. Schriften des Arbeitskreises Wildbiologie an der Justus-Liebig-Universität Gießen e.V., 20, Verlag J. Neumann-Neudamm Melsungen, 165-170.

VOS, A., L. SCHNEIDER (1994):

Echinococcus multilocularis-Befall beim Rotfuchs (Vulpes vulpes) im Landkreis Garmisch-Patenkirchen. Tierärztl. Umschau 49, 225-232.

WACHENDÖRFER, G. (1966a):

Fluoresceinmarkierte Antikörper in der Diagnostik der Viruskrankheiten, dargestellt am Modell der Tollwut. Dtsch. Tierärztl. Wschr., 73, 446-452, 485.

WACHENDÖRFER, G. (1967):

Tollwut-Epidemiologie. Unterschiede auf dem europäischen und nordamerikanischen Kontinent. Blaue Hefte 84, 46-53.

WACHENDÖRFER, G. (1978):

Zur Bekämpfung der Tollwut beim Fuchs. Der prakt. Tierarzt 5,632-638.

WACHENDÖRFER, G. (1987):

Moderne Verfahren der staatlichen Tierseuchenbekämpfung. Bericht des 17. Kongresses der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft, Bad Nauheim 1. - 4. April 1987, 60.

WACHENDÖRFER, G. (1988):

Vortrag anlässlich des 5. Round Table Gesprächs über den Feldversuch zur oralen Immunisierung des Fuchses 13. - 14. September 1988, Bad Münstereifel.

WACHENDÖRFER, G., J. W. FROST, B. GUTMANN, J. HOFMANN, L. G. SCHNEIDER (1986):

Erfahrungen mit der oralen Immunisierung von Füchsen in Hessen. Tierärztl. Praxis 14, 185-196.

WANDELER, A., G. WACHENDÖRFER, U. FÖRSTER, H. KREKEL, J. MÜLLER, F. STECK (1974):

Rabies in Wild Carnivores in Central Europe. Zbl. Vet. Med. B 21, 757-764.

WANDELER, A., PFOTENHAUER, P., STOCKER, CH. (1975):

Über die Verwendung von Ködern zu biologischen Untersuchungen an Füchsen. Revue Suisse Zool., 82, 335-348.

WANDELER, A. I. (1976):

Altersbestimmung bei Füchsen. Revue Suisse Zool., 83, 956-963.

WANDELER, A. I. (1980):

Epidemiology of fox rabies. In: ZIMEN, E. (ed): The Red Fox. Biogeographica 18. The Hague: Junk, 237-250.

WEBER, D. (1983):

Lage und Verteilung der Fuchsbaue in verschiedenen Landschaften des Saarlandes. Zool. Anz., Jena 211, 237-263.

WEBER, D. (1985):

Zur Baubenutzung und ihrer Funktion beim Fuchs. Z. Säugetierkunde 50, 356-368.

WEINHOLD, E. (1975):

Die Abhängigkeit der Haustier- von der Wildtier- (sivatischen) Tollwut. Bundesgesetzblatt 18, 270-276.

WHO (1973):

Expert-Committee on rabies. 6. Report, WHO, Techn. Rep. Ser. Nr. 523.

WHO (1981):

Report of consultation on natural barriers of wildlife rabies in Europe. Vienna, Austria 28. 4. - 1. 5. 1981.

WHO (1982):

Report of consultations on oral and enteric mass immunization of wildlife. WHO/Rab. Res./82 16, 20.-22. September 1982.

WHO (1984):

FAO/Unep./WHO Guidelines for Surveillance, prevention and control of echinococcosis/hydatidosis. Second edition. Wrlld.Hlth. Org., Geneva (VPH/81.28).

WHO (1989):

Report of WHO consultation on requirements and criteria for field trials on oral rabies vaccination of dogs and wild carnivores. Geneva, 1-2 March 1989.

WHO (1994):

Rabies Bulletin Europe. Volume 18/ No 4.

WHO (1995):

Rabies Bulletin Europe. Volume 19/ No 3.

WHO-Report (1973):

WHO expert comitee on rabies- 6th report. Wrld. Hlth. Org. techn. Rep. Ser., 1973, No. 523, WHO Collaborating Centre for Rabies Research in Tübingen

WIEGAND, D., W. KRUG (1986):

Ökologische und epidemiologische Untersuchungen über die Fuchspopulation in einem Landkreis des mittelhessischen Raumes. Tierärztl. Umschau 41, 950-955.

WILSON, D. E., D. M. REEDER, (1993):

Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference. Smithsonian Inst. Press, Washington.

WITTMANN, W., R. KOKLES (1967):

Weitere Untersuchungen zur Frage der latenten Tollwutinfektion bei Füchsen. Arch. exp. Vet. Med., 21, 165-173.

WORBES, H. (1992b):

Zum Vorkommen von Echinococcus granulosus und Echinococcus multilocularis in Thüringen. Angew. Parasitol., 33, 193-204.

WORBES; H. (1996):

Epidemiologische Untersuchungen zum Vorkommen von Echinococcus multilocularis in Thüringen. In: "Zur epidemiologischen Situation des Echinococcus multilocularis - breitet sich eine gefährliche Parasitose in der Bundesrepublik Deutschland aus?" Robert Koch-Institut (RKI) Hefte 14/1996, 98-110.

WORBES, H., K.-H. SCHACHT, J. ECKERT (1989):

Echinococcus multilocularis bei einem Sumpfbiber (Myocastor coypus). Angew. Parasitol., 30, 161-165.

ZELLER, G. (1990):

Die Gefährdung von Menschen durch tollwütige Tiere in den sächsischen Bezirken Dresden. Chemnitz und Leipzig. Mh. Vet. Med. 45, 819-822.

ZELLER, G., J. KANT, D. LÖTSCH (1989):

Die Gefährdung des Menschen durch tollwutinfizierte Schafe und Katzen. Mh. Vet. Med., 44, 191-193.

ZELLER, G., J. KANT, D. LÖTSCH, I. SCHIEMANN (1990a):

Tendenzen der Entwicklung der Haustiertollwut in der DDR. Mh. Vet. Med., 45, 572-576.

ZEYHLE, E. (1982):

Die Verbreitung von Echinococcus multilocularis in Südwestdeutschland. In: BÄHR, R. (Hrsg.): Aktuelle Probleme in Chirurgie und Orthopädie 23, 26-33. Verlag Hans Huber Bern.

ZEYHLE, E., M. ABEL, W. FRANK (1990):

Epidemiologische Untersuchungen zum Vorkommen von Echinococcus multilocularis bei End- und Zwischenwirten in der Bundesrepublik Deutschland. Mitt. Österr. Ges. Tropenmed. Parasitol., 12, 221-232.

ZEYHLE, E., W. FRANK (1982):

Antikörper gegen Echinococcus multilocularis. Serologische Untersuchungen. Münch. med. Wschr., 124, 1133-1134.

ZIMEN, E. (1981a):

Long range movements of the red fox *Vulpes vulpes* L.. Acta Zool. Fenn. 171, 267-270.

ZIMEN, E. (1981b):

Der anthropogene Einfluß auf stadtnahe und ländliche Fuchspopulationen im südlichen Saarland. Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie, Bd. 9, 311-319.

ZIMEN, E. (1982):

Fuchs, Tollwut und Tollwutbekämpfung. SÄB 1982/4, 296-307.

ZIMEN, E. (1984):

Fuchspopulationen als Glieder von Nahrungsketten im Hinblick auf ihre Nutzung als Bioindikatoren in Ländermessnetzen. Unveröffentlichter Abschlußbericht, Umweltbundesamt, Berlin.

ZINKE, S., I. SPROTTE, D. LÖTSCH (1989):

Danksagungen

Herrn Prof. Dr. Dr. hc. mult. P. Müller vom Institut für Biogeographie der Universität des Saarlandes danke ich für die Anregung der vorliegenden Untersuchung, für die Finanzierung der Arbeit und seine persönliche Unterstützung zur Durchführung des experimentellen Teils.

Herrn Prof. Dr. E. Schein vom Institut für Parasitologie und Tropenveterinärmedizin des Fachbereichs Veterinärmedizin der Freien Universität Berlin danke ich für die Betreuung bei der Abfassung der Arbeit.

Besonderer Dank gilt dem Staatlichen Institut für Gesundheit und Umwelt -Abt. H Veterinärmedizin in Saarbrücken, das mir für die Fuchssektionen einen Sektionsraum sowie die für die Untersuchungen benötigte Ausrüstung zur Verfügung stellte. Insbesondere danke ich Frau Becker und Herrn Dr. Adami, die mir im Rahmen meiner Untersuchungen stets mit Rat und Tat zur Seite standen.

Ich danke Herrn Dr. Müller und Herrn Dr. Cox von der Bundesforschungsanstalt der Viruskrankheiten in Tübingen für ihre freundliche Unterstützung und kollegiale Zusammenarbeit.

Den Kreisjägermeistern Herrn Oesch, Herrn Dewald und Herrn Klasen danke ich für die gute Zusammenarbeit und die Bereitstellung zahlreicher Füchse.

Ein ganz besonderer Dank gilt M. Philippi für sein persönliches Engagement und seine fachliche Unterstützung hinsichtlich der zum Einsatz gebrachten Hard- und Software.

Lebenslauf

Name:

Victoria-Patricia Ahlmann

Geburtsdatum, -ort:

07.08.1963, Berlin

Schulbildung:

1970 - 1975 Lietzensee-Grundschule in Berlin-Charlottenburg

1975 - 1982 Kath. Schule Liebfrauen in Berlin-Charlottenburg

Beruflicher Werdegang:

1983 Lehrgang für medizinisch-technische Assistenten am Lette-Verein in Berlin

1983 - 1992 Studium der Veterinärmedizin an der Freien Universität Berlin

1992 Staatsexamen und Approbation

1993 Volontärstelle im Zoologischen Garten Berlin; Untersuchungen zu Fruchtbarkeitsstörungen bei Zootieren an der Klinik für Geburtshilfe der Freien Universität Berlin

1994 - 1995 Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Biogeographie der Universität des Saarlandes

seit 1994 Doktorandin am Institut für Parasitologie und Tropenveterinärmedizin der Freien Universität Berlin unter Durchführung der Dissertation am Institut für Biogeographie der Universität des Saarlandes

Diese Seite wurde erstellt von [M. Philippi](#) mit HomeSite v1.2 (Freeware) im Dezember 1997
This page was made by [M. Philippi](#) using Homesite v1.2 (Freeware) in December 1997