

NICOLAI DENZIN, ANNETTE SCHLIEPHAKE, ALICE WIRTH, Stendal

Raum-Zeit-Analyse (1998–2008) der Infestation des Rotfuchses (*Vulpes vulpes* L.) mit *Echinococcus multilocularis* in Sachsen-Anhalt

Schlagworte/ key words: *Echinococcus multilocularis*, Raum-Zeit-Analyse, Red fox, *Vulpes vulpes*, Sachsen-Anhalt

Einleitung

Der parasitische Zyklus des kleinen Fuchsbandwurmes, *Echinococcus multilocularis*, verläuft in der Regel zwischen Nagern und Füchsen, wobei seltener auch Wölfe, Hunde und Katzen Endwirt sein können. In Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern tritt neben dem Fuchs zunehmend auch der Marderhund als Endwirt in Erscheinung (TACKMANN u.a. 2006). Durch den Verzehr von mit Fuchskot kontaminierten Lebensmitteln (Gemüse, Obst, Beerenfrüchte, Trinkwasser) sowie engen Kontakt mit infestierten Endwirten, kontaminierter Erde oder kontaminierten Pflanzen (ECKERT 1996) kann der Mensch zu einem akzidentiellen Fehlwirt werden und eine Alveoläre Echinokokkose entwickeln. In einer Fall-Kontroll-Studie in Deutschland (KERN u.a. 2004) konnte gezeigt werden, dass die Tätigkeit in der Landwirtschaft der wichtigste Risikofaktor war, der (isoliert betrachtet von anderen Risikofaktoren) zwei Drittel aller Fälle erklärt. Die Alveoläre Echinokokkose wird als eine der bedeutendsten Zoonosen Mitteleuropas beschrieben (ECKERT u.a. 2000; THOMPSON und McMANUS 2001). Die jährliche Inzidenz bestätigter Fälle wird für Mitteleuropa mit 0,02 bis 1,4 je 100.000 Personen angegeben (ECKERT u.a. 2001a) und liegt damit

sehr niedrig, die Konsequenzen für den Betroffenen sind jedoch beträchtlich. Wenn es nicht zum Tode kommt, sind zumindest chirurgische Eingriffe und gegebenenfalls eine lebenslange antiparasitische Behandlung erforderlich (PAWLOWSKI u.a. 2001). Die Alveoläre Echinokokkose des Menschen ist in Deutschland nach dem Infektionsschutzgesetz (GESETZ ÜBER DIE VERHÜTUNG UND BEKÄMPFUNG VON INFektionsKRANKHEITEN BEIM MENSCHEN 2000) gegenüber dem Robert-Koch-Institut meldepflichtig. Im Jahre 2008 wurden 25 autochtone, d.h. mutmaßlich in Deutschland erworbene, Infektionen gemeldet (SURVSTAT 2008). Allerdings wird davon ausgegangen, dass etwa zwei Drittel der Fälle gar nicht zur Meldung kommen (JORGENSEN u.a. 2008).

In Sachsen-Anhalt erfolgt die Untersuchung von Füchsen auf *Echinococcus multilocularis* parallel zur Untersuchung auf Tollwut entsprechend den Anforderungen der Tollwutverordnung (VERORDNUNG ZUM SCHUTZ GEGEN DIE TOLLWUT 2001) bezüglich des Tollwut-Monitorings. Die Ergebnisse der Untersuchungen von 1998 bis 2008 sind Grundlage dieser Arbeit, in der das Vorkommen und die räumliche Verteilung von *Echinococcus multilocularis* beim Fuchs beschrieben und der Nachweis von Regionen mit statistisch signifikant erhöhtem Risiko (sog.

„Cluster“; LAWSON und KULLDORFF 1999) einer Infestation des Fuchses geführt wird. Besonderer Wert wird auf die Beurteilung von Änderungen hinsichtlich Prävalenz und räumlicher Verteilung über die Zeit gelegt.

Auf Grund der oben beschriebenen räumlichen Heterogenität der Prävalenzen müsste eine Stichprobe zur Prävalenzschätzung räumlich geschichtet werden (neben der Stratifikation bezüglich anderer Einflussparameter), um eine unverzerrte Aussage zu ermöglichen. Ansonsten könnten vermutete Änderungen der Prävalenz [über die Zeit] lediglich Folge einer räumlichen Verschiebung der Probenherkünfte sein (sog. Confounding durch die Variable Raum) (CONRATHS u.a. 2003). Nach der Tollwutverordnung ist eine Mindestanzahl zu untersuchender Füchse je Kreis und Jahr definiert. Allerdings werden auch überzählige Füchse aus den einzelnen Kreisen untersucht und die administrativen Grenzen der Kreise decken sich nicht mit Ausdehnung und Lage der Regionen mit statistisch signifikant erhöhtem Risiko (Cluster) einer Infestation des Fuchses mit *Echinococcus multilocularis* in Sachsen-Anhalt. Es wird versucht, den möglichen Einfluss einer daraus resultierenden räumlichen Auswahlverzerrung (Selection Bias) auf die Beurteilung der Prävalenzänderungen über die Zeit von 1998 bis 2008 zu objektivieren.

Material und Methoden

Sachsen-Anhalt umfasst nach einer Kreisgebietsreform im Jahre 2007 14 Kreise und kreisfreie Städte und 1034 Gemeinden mit einer Gesamtfläche von 20.446 km². Die Ortsteile-Datei des Tierseuchennachrichtensystems (TSN) des Instituts für Epidemiologie des Friedrich-Loeffler-Instituts, Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit, weist für Sachsen-Anhalt 3236 Ortsteile aus.

In den Jahren 1998 bis 2008 wurden am Landesamt für Verbraucherschutz Sachsen-Anhalt (LAV), Fachbereich 4, Stendal insgesamt 3223 Füchse parallel zur Untersuchung auf Tollwut parasitologisch auf *Echinococcus multilocularis* untersucht. Da keine GPS-Koordinaten für die Erlegeorte der Füchse erhoben werden konnten, wurden diese für räumliche, auf Punktdaten ba-

sierende Auswertungen entsprechend den Angaben der Jäger, in oder bei welchem Ortsteil die Füchse erlegt worden waren, in die Zentroide der entsprechenden Ortsteile (insgesamt 952; Koordinaten nach TSN, s.o.) gelegt. Dies birgt prinzipiell das Risiko einer Verzerrung, wurde aber als maximal mögliche Näherung an die tatsächlichen Erlegeorte, die ohnehin nicht notwendigerweise als Lebensschwerpunkte innerhalb der Reviere angenommen werden können, erachtet.

Die Untersuchung auf *Echinococcus multilocularis* nach Sektion der Füchse erfolgte mittels der „Intestinal scraping technique (IST)“, die WHO und OIE Standardmethode (ECKERT u.a. 2001b) ist. Mit der Untersuchung von insgesamt 18 Abstrichen (jeweils drei aus sechs Duodenalabschnitten) je Fuchs wurden die WHO/OIE Vorgaben (mindestens 15 Abstriche) übertroffen. Nach ECKERT u.a. (2001b) liegt die Sensitivität der WHO Methode bei 78 % und die Spezifität bei 99 %. Da es sich bei der IST somit um ein imperfektes Testsystem handelt, wurden die Testprävalenzen (P_{test}) nach ROGAN UND GLADEN (1978) entsprechend folgender Formel in wahre Prävalenzen (P_{wahr}) umgerechnet:

$$P_{\text{wahr}} = \frac{P_{\text{test}} + \text{specificity} - 1}{\text{sensitivity} + \text{specificity} - 1}$$

Zur Berechnung des approximierten Konfidenzintervall der wahren Prävalenz siehe ebenfalls ROGAN UND GLADEN (1978).

Es wurde zunächst ein globaler Clustertest (K-Funktion; RIPLEY 1977) eingesetzt, um das prinzipielle Vorhandensein statistisch signifikanter räumlicher Aggregation positiver Echinokokkose-Befunde zu überprüfen und insbesondere auch deren Reichweite zu bestimmen. Letztere wurde als Parameter für eine Kernel-Glättung (ROSENBLATT 1956) der Prävalenz in Sachsen-Anhalt herangezogen. Mit einem lokalen, räumlichen Clustertest (Scan Statistik; KULLDORFF 2002) wurde die Lage und räumliche Stabilität der Cluster über die Zeit beurteilt. Unter der Annahme einer weitgehenden zeitlichen Konstanz der räumlichen Prävalenzunterschiede konnte die über Kernel-Glättung errechnete Prävalenzoberfläche als Risikooberfläche zur Gewichtung der Befunde in den einzelnen

Jahren des Gesamtzeitraumes 1998–2008 dienen. Das Gegenüberstellen von beobachtetem Prävalenzverlauf und Prävalenzverlauf unter Befundgewichtung für die Gesamtfläche Sachsen-Anhalts erlaubte eine Objektivierung eines möglichen räumlichen Selection Bias. Mit einem Raum-Zeit Clustertest (KULLDORFF 2002) wurde versucht, die Aussagen zur Prävalenzentwicklung in der Gesamtfläche des Landes durch eine statistische Absicherung ähnlicher Prävalenzentwicklungen in regionalen Prävalenzschwerpunkten zu unterstützen (für Details siehe DENZIN u.a. 2009).

Ergebnisse

Da die Untersuchungen über einen längeren Zeitraum erfolgten, konnten keine Punktprävalenzen berechnet werden. Die ermittelten Prävalenzen können aber näherungsweise als Periodenprävalenzen erachtet werden. Bei 493 der im Gesamtzeitraum 1998–2008 untersuchten 3223 Füchse konnte eine Infestation mit *Echinococcus multilocularis* nachgewiesen werden. Dies entspricht einer scheinbaren Periodenprävalenz von 15,3 %. Unter Berücksichtigung der

Testparameter errechnet sich aus Letzterer eine wahre Periodenprävalenz von 18,6 % [$KI_{0,95}$: 17,9; 19,3] für den Zeitraum von 1998–2008. Die Prävalenzschätzungen mit Konfidenzintervallen der einzelnen Untersuchungsjahre sind in Abbildung 1 dargestellt.

Es zeigt sich, dass die Prävalenzen im Zeitraum von 1998–2004 um den Wert 10 % schwanken, im Jahre 2005 nach Datenlage signifikant auf über 25 % ansteigen und bis zum letzten Beobachtungsjahr 2008 bei Werten um 25 % verharren.

Die globale Clusteranalyse ergab, dass die positiven Befunde beim Fuchs bezüglich *Echinococcus multilocularis* in der Landesfläche Sachsen-Anhalts im Mittel bis zu einer Distanz von etwa 37 km statistisch signifikant ($p = 0,01$) korreliert sind.

Eine frühere Untersuchung (DENZIN u.a. 2009) des Zeitraumes 1998–2007 unterteilt in fünf Zwei-Jahres-Intervalle mit Anwendung jeweils der rein räumlichen Scan Statistik als lokalen Clustertest ergab für jedes Intervall nur einen einzigen Cluster mit überwiegend sehr geringer Irrtumswahrscheinlichkeit. Die Cluster lagen durchgängig im Südwesten des Landes. Lage, Größe und Signifikanz der Cluster können

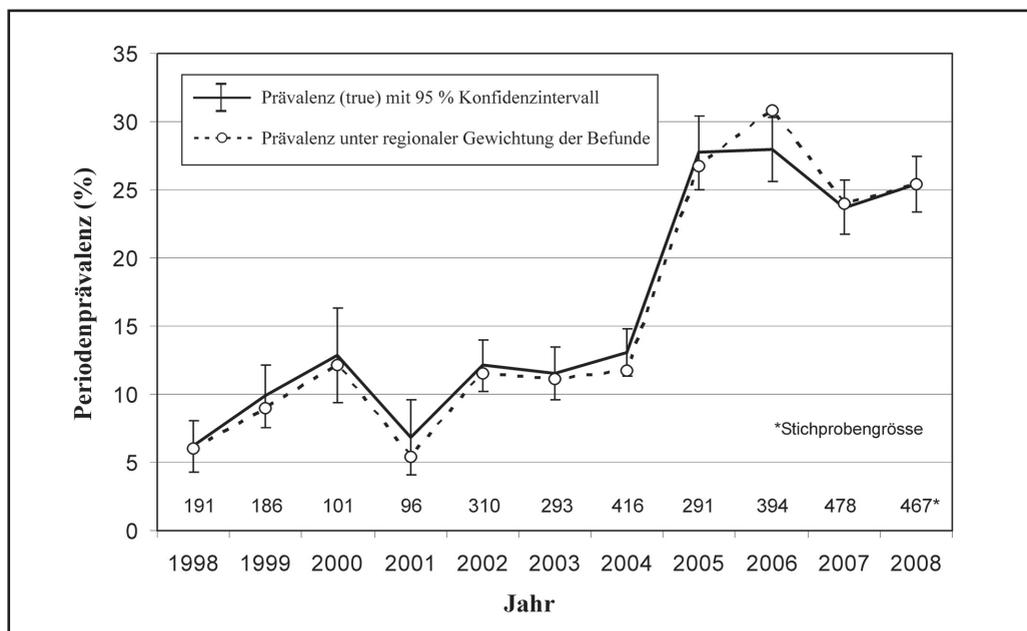


Abb. 1 *Echinokokkoseprävalenz beim Fuchs in Sachsen-Anhalt (1998–2008)*

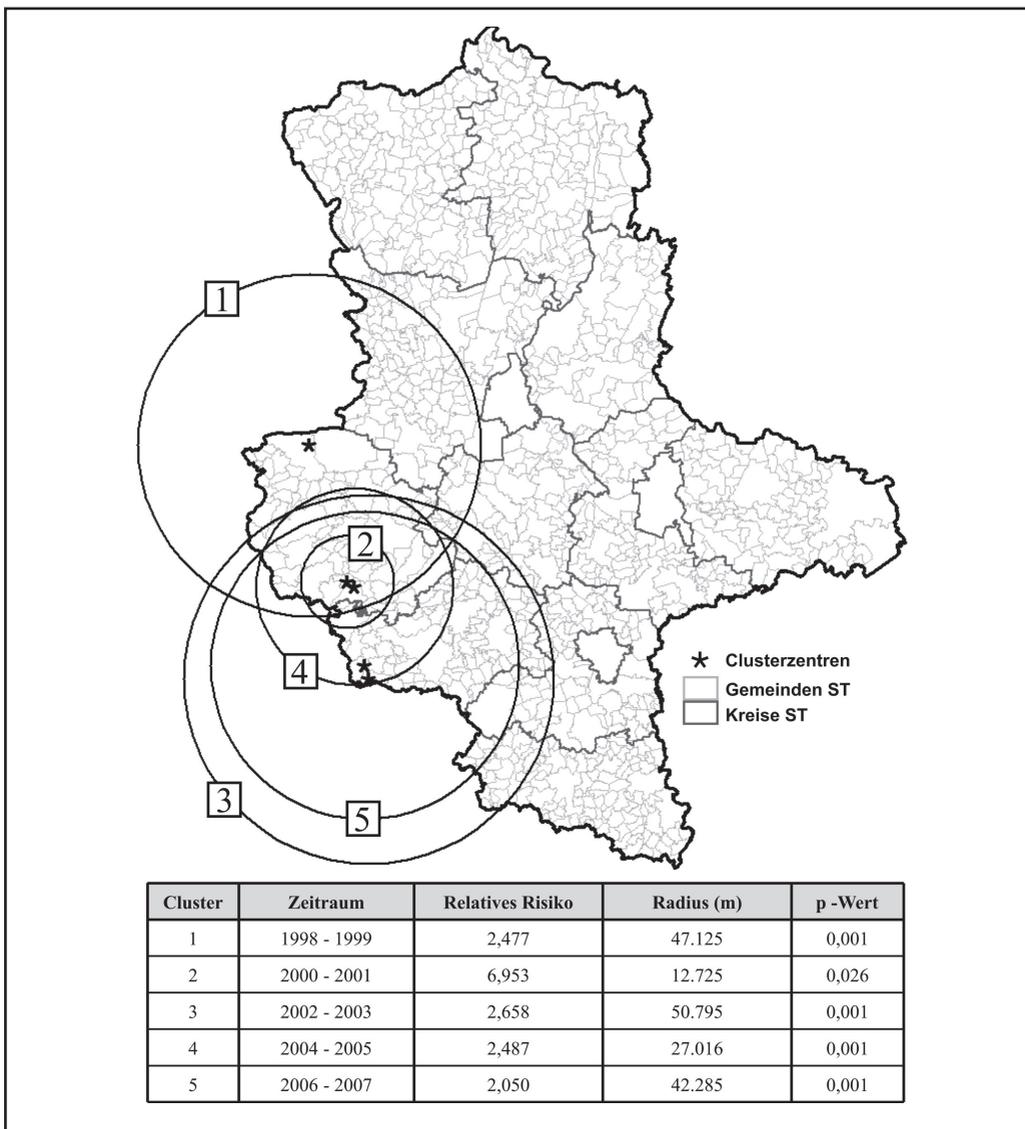


Abb. 2 Lage der Echinokokkose-Raumcluster in verschiedenen Zeitintervallen (übernommen aus DENZIN u.a. 2009)

Abbildung 2 entnommen werden. Nach KREIENBROCK und SCHACH (2000) ist der Quotient von Periodenprävalenzen als Approximation des Relativen Risikos (RR, eigentlich eine inzidenzabhängige Größe) zu verstehen.

Das in Abbildung 2 angegebene relative Risiko wurde als Quotient der im Cluster beobachteten Periodenprävalenz und der unter Zufallsverteilung erwarteten Periodenprävalenz

errechnet. Das Relative Risiko wird wiederum als multiplikativer Faktor interpretiert, mit dem die Wahrscheinlichkeit steigt, dass ein Fuchs im Cluster mit *Echinococcus multilocularis* infiziert ist, gegenüber der Wahrscheinlichkeit einer Infektion in der gesamten Studienregion (abgeleitet von BERKE u.a. 2002b).

Die aktuelle Auswertung des Gesamtzeitraumes von 1998–2008 in der rein räumlichen Scan Sta-

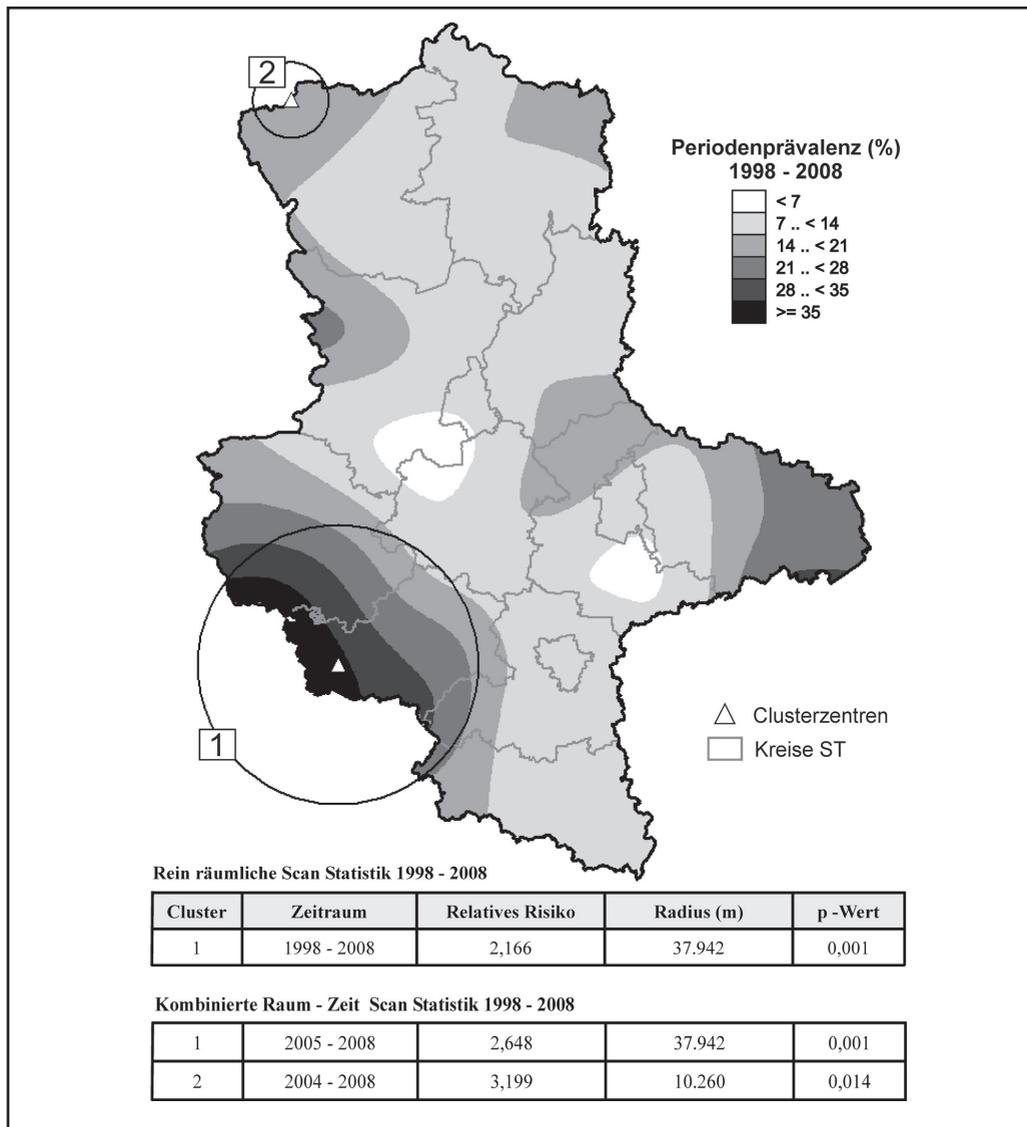


Abb. 3 Geglättete Prävalenzen der Echinokokkose beim Fuchs (Risikooberfläche) und Lage von Raum- bzw. Raum-Zeit-Clustern

tistik ergibt ebenfalls nur einen Cluster, dessen Lage und Kenndaten Abbildung 3 entnommen werden können. Die Raum-Zeit-Scan-Statistik zeigt, dass sich innerhalb des letztgenannten räumlichen Clusters noch ein Zeitcluster befindet, der die Jahre 2005–2008 umfasst. Darüber hinaus wurde ein kleiner Cluster mit etwas höherer Irrtumswahrscheinlichkeit ($p=0,014$) im Nordwesten des Landes erkannt, der in der dar-

gestellten Lage und Größe nur für das Zeitintervall 2004–2008 signifikant ist.

In Abbildung 3 sind die mittels Kernel-Dichteschätzung interpolierten Prävalenzen über den Gesamtzeitraum 1998–2008 dargestellt. Als Bandbreite des Kernel (Normalverteilung) wurde eine Distanz, die etwa einem Drittel der Reichweite der Korrelation positiver Befunde nach globalem Clustertest (37 km) entspricht,

gewählt, d.h. es wurde mit einer fixen Bandbreite von 12 km gearbeitet. Die Prävalenzen in Abbildung 3 sind klassifiziert dargestellt, das Maximum liegt bei 42,8 %. Die Darstellung zeigt ebenfalls, dass der Schwerpunkt der Infestation der Füchse mit *Echinococcus multilocularis* im Südwesten des Landes liegt. Weiterhin stellt diese „Extraction map“ die Grundlage der Berechnung der lokalen Gewichtungen von Befunden zur Objektivierung des Einflusses des räumlichen Selection Bias dar.

In Abbildung 1 sind den beobachteten, wahren Prävalenzen mit Konfidenzintervall die unter regionaler Befundgewichtung errechneten Prävalenzen gegenüber gestellt. Es wird deutlich, dass die Prävalenzverläufe nahezu kongruent sind.

Die höchste absolute Abweichung ergibt sich für das Jahr 2006, für welches die beobachtete Prävalenz niedriger liegt als die auf Basis der Gewichtungen errechnete. Letzteres deutet darauf hin, dass für dieses Jahr eine Auswahlverzerrung (Selection Bias) der Fuchsherkünfte hin zu Regionen mit niedrigerer langjähriger Periodenprävalenz erfolgte.

Diskussion

Zur Schätzung der Prävalenz einer Erkrankung ist ohne Frage eine sorgfältig geplante Querschnittsstudie mit Zufallsauswahl und Stratifizierung bezüglich potenziell verzerrender Einflussgrößen (sog. Confounder) das anzustrebende Ideal. In der Praxis der Tierseuchen-/Zoonosenüberwachung scheidet dies jedoch oft an den finanziellen Ressourcen und pragmatische Ansätze sind erforderlich, um dennoch einen Informationsgewinn zu erlangen. Die Untersuchungsdaten des Landesamtes für Verbraucherschutz Sachsen-Anhalt bezüglich der Infestation von Füchsen mit *Echinococcus multilocularis* aus den Jahren 1998–2008 wurden daher in Zusammenhang mit der Untersuchung von Füchsen auf Tollwut erhoben, wobei die Möglichkeit einer Verzerrung der Prävalenzschätzung auf Basis dieser Daten, die in einer mangelnden räumliche Repräsentanz (zu anderen Aspekten der Repräsentanz siehe DENZIN u.a. 2009) der Stichprobe begründet sein könnte, genauer untersucht wurde.

Wie in der Einleitung beschrieben, gewährleisten die Vorschriften der Tollwutverordnung eine räumliche Repräsentanz nur bedingt. Die Bedeutung einer solchen Repräsentanz speziell für Sachsen-Anhalt hängt aber zunächst davon ab, ob und in welchem Ausmaß räumliche Prävalenzunterschiede in Sachsen-Anhalt tatsächlich vorhanden sind.

Räumliche Schwerpunkte der Verbreitung von *Echinococcus multilocularis* beim Rotfuchs in Sachsen-Anhalt wurden bereits früher nachgewiesen, sie lagen vor allem im Südwesten des Landes. Es konnte auch gezeigt werden, dass diese über die Zeit im Wesentlichen konstant blieben (DENZIN u.a. 2004; 2005a; 2005b, 2009). Bei der vorliegenden Auswertung bestätigte sich dieses Muster. Die räumliche Scan Statistik weist für den Zeitraum 1998–2008 nur einen Cluster aus. Dieser liegt ebenfalls im Südwesten und zeichnet sich durch eine sehr geringe Irrtumswahrscheinlichkeit aus ($p=0,001$). Allerdings offenbarte die Raum-Zeit-Scan-Statistik auch einen kleinen Cluster, wenn auch mit vergleichsweise hoher Irrtumswahrscheinlichkeit, im Nordwesten Sachsen-Anhalts unter zusammenfassender Betrachtung der Daten von 2004 bis 2008, eine Entwicklung, die in Zukunft aufmerksam beobachtet werden wird.

Die Gründe für kleinräumige Unterschiede in den Prävalenzen von *Echinococcus multilocularis* in Endemiegebieten sind noch nicht klar, es scheint aber ein Zusammenhang zu Landschaftsstrukturen und landwirtschaftlicher Nutzung zu bestehen (ROMIG u.a. 2006, STAUBACH u.a. 2001). Diskutiert werden auch klimatische Einflüsse (TACKMANN u.a. 1998, DENZIN u.a. 2005b, MITERPÁKOVÁ u.a. 2006), da bekannt ist (VEIT u.a. 1995), dass die Eier (Onkosphären) von *Echinococcus multilocularis* sehr empfindlich gegenüber höheren Temperaturen und Austrocknung sind. DENZIN u.a. (2005b) konnten für Sachsen-Anhalt eine signifikante Assoziation der Infestationswahrscheinlichkeit des Rotfuchses mit der durchschnittlichen Jahresmaximaltemperatur nachweisen, allerdings ohne Einbeziehung weiterer potenzieller Einflussfaktoren.

Die dargelegten räumlichen Prävalenzunterschiede in Sachsen-Anhalt bedingen, dass Betrachtungen zur Prävalenzentwicklung über die Zeit nur dann aussagekräftig sind, wenn

nachgewiesen werden kann, dass die Stichprobe hinsichtlich der Erlegetorte der untersuchten Füchse in den einzelnen Betrachtungsjahren räumlich repräsentativ war.

Die ersten Untersuchungen zum Vorkommen von *Echinococcus multilocularis* beim Rotfuchs in Sachsen-Anhalt wurden von PFEIFER (1997) und PFEIFER u.a. (1997) im Süden Sachsen-Anhalts durchgeführt. Im Vergleich zu den angrenzenden Endemiegebieten Thüringens und Niedersachsens wurde die Verbreitung des Parasiten als sporadisch eingeschätzt (PFEIFER 1997). Der höchste ermittelte Schätzer für eine Kreisprävalenz lag bei nur 2,27 % (damaliger Landkreis Querfurt, heute Teil des Saalekreises). Diesen Ergebnissen steht eine für das Intervall 1998–2008 für ganz Sachsen-Anhalt ermittelte Periodenprävalenz von 18,6 % [$KI_{0,95}$: 17,9; 19,3] mit Werten deutlich über 25 % bzw. nahe bei 25 % in den Einzeljahren 2005 und 2006 bzw. 2007 und 2008 gegenüber. Dieser Kontrast kann aber nur ein Hinweis auf einen möglichen Prävalenzanstieg sein, da die Untersuchungen zu den Veröffentlichungen von 1997 nur in einem Teilbereich des Landes durchgeführt wurden. Betrachtet man aber die für die gesamte Landesfläche ermittelten Prävalenzwerte des Zeitraums 1998–2008 nach einzelnen Jahren (Abb. 1), so zeigt sich ein signifikanter ($p=0,05$) Anstieg der Prävalenz von dem Zeitintervall 1998–2004 zum Zeitintervall 2005–2008, da es zwischen den beiden Intervallen zu keiner Überschneidung der Konfidenzintervalle (95 %) der einzelnen Schätzer der Jahresprävalenzen kommt.

Eine Fehleinschätzung der Prävalenzentwicklung auf Grund von räumlichen Auswahlverzerrungen scheint unwahrscheinlich. Eine Betrachtung der geografischen Herkünfte der untersuchten Füchse der einzelnen Jahre in einem geografischen Informationssystem deutet darauf hin, dass die Stichproben weitgehend räumlich repräsentativ sind. Dieser Eindruck wurde objektiviert, indem eine auf allen Untersuchungen des Zeitraumes 1998–2008 beruhende Risikooberfläche Sachsen-Anhalts (Abb. 3) zur Gewichtung der Befunde aus den einzelnen Jahren herangezogen wurde. Eine orientierende Neuberechnung der Prävalenzen auf Basis der gewichteten Befunde ermöglicht eine Abschätzung des Einflusses einer räumlichen Auswahl-

verzerrung, die sich in der Differenz zu den beobachteten Prävalenzwerten ausdrückt. Sind die Stichprobenherkünfte räumlich nicht repräsentativ (oder genauer nicht repräsentativ für die Prävalenzoberfläche Sachsen-Anhalts), so wird die orientierend neu berechnete Prävalenz in Richtung des Landesdurchschnitts über den Gesamtbetrachtungszeitraum von 1998–2008 verschoben. Abbildung 1 zeigt, dass die orientierend unter Befundgewichtung berechneten Prävalenzen nahezu identisch mit den beobachteten Prävalenzen sind. Dies deckt sich mit dem subjektiven Eindruck der räumlichen Verteilung der Probenherkünfte (s.o.) und unterstützt die Annahme, dass die beobachteten Prävalenzen nicht wesentlich, zumindest nicht auf Grund einer mangelnden räumlichen Repräsentanz, verzerrt sind. Die größte Diskrepanz zwischen den beobachteten und orientierend neu berechneten Prävalenzen findet sich für das Jahr 2006, wobei letztere sogar darauf hindeutet, dass die beobachtete Prävalenz leicht nach unten verzerrt ist. Für einen statistisch signifikanten Anstieg der Prävalenzen zwischen dem Zeiträumen 1998–2004 und 2005–2008 sprechen auch die Ergebnisse der Raum-Zeit-Scan-Statistik, auch wenn die Ergebnisse zu der Dimension Zeit bei diesem Verfahren nur für die ausgewiesene räumliche Ausdehnung der Cluster Gültigkeit haben. Die Raum-Zeit-Scan-Statistik identifizierte innerhalb des großen Raumclusters des Gesamtzeitraumes noch einen Zeitcluster, der die Jahre 2005–2008 umfasst. Für den Zeitraum 2004–2008 wurde auch noch ein räumlich kleiner Cluster im Nordwesten Sachsen-Anhalts erkannt.

Ansteigende Prävalenzen der Infestation des Rotfuchses mit *Echinococcus multilocularis* wurden auch für andere Regionen berichtet (u.a. Niedersachsen (BERKE und VON KEYSERLINGK 2002a, BERKE u.a. 2008), Bayern (KÖNIG u.a. 2005), Thüringen (TACKMANN u.a. 2006), Österreich (DUSCHER u.a. 2006)). Ein Grund für den beobachteten Prävalenzanstieg in Sachsen-Anhalt könnte eine Erhöhung der Fuchsdichte sein, von der man im Zusammenhang mit der erfolgreichen Tollwutbekämpfung ausgehen muss, auch wenn es keine exakten Methoden zu ihrer Bestimmung gibt (ECKERT u.a. 2000).

Betrachtet man das Infektionsrisiko des Menschen, muss man zuzüglich zu den Infektions-

raten des Fuchses [in Raum und Zeit] auch die Dichte der Fuchspopulation berücksichtigen (KÖNIG u.a. 2005). Der beobachtete Anstieg der Prävalenzen von *Echinococcus multilocularis* beim Fuchs würde einen Anstieg des Risikos für den Menschen nur bei konstanter Fuchsdichte ausreichend beschreiben. Wenn parallel die Fuchsdichte, wie vermutet, angestiegen ist, erhöht sich dadurch zusätzlich die Biomasse der in der Umwelt vorhandenen Parasiteneier. Hinzu kommt die Anpassung des Fuchses an urbane Regionen, die man in Großbritannien schon seit den 1940er Jahren kennt (ROMIG u.a. 2006) und die in Kontinentaleuropa wahrscheinlich durch die niedrigen Fuchsdichten vor der erfolgreichen Tollwutbekämpfung verzögert wurde (CHAUTAN u.a. 2000). Das Vorkommen urbaner Wildtierzyklen von *Echinococcus multilocularis* ist mittlerweile für zahlreiche europäische Städte dokumentiert. Daraus ergibt sich auch ein steigendes Infestationsrisiko für Hunde und Katzen (DEPLAZES u.a. 2004). In einer Studie von KERN u.a. (2004) zu den Risikofaktoren hinsichtlich der Alveolären Echinokokkose des Menschen in Deutschland konnte eine Assoziation der Erkrankung mit dem Besitz von Hunden (und eine geringere auch mit dem Besitz freilaufender Katzen) nachgewiesen werden. Der Faktor mit der stärksten Assoziation war der Besitz von Hunden, die schon einmal Wildtiere getötet hatten. Die Autoren gehen davon aus, dass Hunde und Katzen hauptsächlich dadurch zum Risikofaktor werden, dass sie selbst infiziert sind, zuzüglich zur Übertragung von Parasiteneiern aus Fuchskot und Erde über ihr Fell.

Die jährlichen Inzidenzen der humanen Alveolären Echinokokkose sind generell niedrig, auch wenn nach einer neuen Untersuchung mit einem „Underreporting“ (JØRGENSEN u.a. 2008) von bis zu 67 % gerechnet werden muss. Offensichtlich erkranken nach Aufnahme infektiöser Eier auch bei weitem nicht alle Personen klinisch. Anwachsende Fuchspopulationen, das fortschreitende Eindringen von Füchsen in die Städte und der mögliche „spill-over“ der *Echinococcus multilocularis*-Infestation von Wildkarnivoren auf Hund und Katze mit Etablierung urbaner Zyklen des Parasiten könnten aber das Infestationsrisiko des Menschen künftig erhöhen (ECKERT u.a. 2000).

Letzteres gilt insbesondere für Regionen, in denen auch die Prävalenz von *Echinococcus multilocularis* beim Fuchs ansteigt, wie nun für Sachsen-Anhalt nachgewiesen.

Für die Jahre 2001–2008 findet sich im Melderegister des Robert-Koch Institutes (SurvStat 2008) kein einziger autochthoner Fall einer Alveolären Echinokokkose für das Gebiet Sachsen-Anhalts. Allerdings wird bei der Alveolären Echinokokkose von einer Inkubationszeit von 5–15 Jahren ausgegangen (AMMANN und ECKERT 1995, PAWLOWSKI u.a. 2001). Für die Schweiz konnte gezeigt werden (SCHWEIGER u.a. 2007), dass der dortige signifikante Anstieg der Inzidenz der Alveolären Echinokokkose seit dem Jahr 2000 wahrscheinlich mit dem Anstieg der Fuchspopulationen seit 1985, begleitet auch von ansteigenden Prävalenzen beim Fuchs und dessen weiterem Eindringen in urbane Areale, in Verbindung steht. Nach den Untersuchungen von PFEIFER (1997) und PFEIFER u.a. (1997), die sich auf in den Jahren 1992–1996 erlegte Füchse stützen, lag die Prävalenz in diesem Zeitraum im südlichen Sachsen-Anhalt noch bei unter einem Prozent (Maximalwert in einem Landkreis: 2,27 %, s.o.). Demgegenüber lag die landesweite wahre Prävalenz 2008 bei 25,4 % mit einem Spitzenwert von 47,8 % in dem im Süden gelegenen Landkreis Mansfeld-Südharz. Entsprechend könnte vermutet werden, dass in Zukunft auch in Sachsen-Anhalt mit zumindest einzelnen Fällen von Alveolärer Echinokokkose zu rechnen ist.

Zusammenfassung

In den Jahren 1998 bis 2008 wurden im Landesamt für Verbraucherschutz Sachsen-Anhalt insgesamt 3223 Füchse aus 952 Ortsteilen parallel zur Untersuchung auf Tollwut parasitologisch auf *Echinococcus multilocularis* untersucht. Dabei wurde eine Periodenprävalenz über den gesamten Zeitraum von 18,6 % ermittelt. Mit verschiedenen Clustertests wurden sowohl Raumcluster als auch Raum-Zeit-Cluster ermittelt. Die Raumcluster blieben über den Gesamtzeitraum weitgehend stabil und lagen im Südwesten des Landes, die Raum-Zeit-Cluster umfassten den Zeitraum 2004–2008 bzw. 2005–2008. Es konnte gezeigt werden, dass auch für

die gesamte Landesfläche die Prävalenz des Zeitintervalls 2005–2008 gegenüber dem Intervall 1998–2004 signifikant angestiegen ist. Der Einfluss dieser Situation und Entwicklung auf das Risiko des Menschen, in Sachsen-Anhalt an Alveolärer Echinokokkose zu erkranken, wird diskutiert.

Summary

Space-time analysis of the infestation of the Red Fox (*Vulpes vulpes* L.) with *Echinococcus multilocularis* in Saxony-Anhalt

A total of 3223 Red Foxes from 952 locations were examined parasitologically for *Echinococcus multilocularis* between the years 1998 and 2008 at the State Office of Consumer Protection Saxony-Anhalt. This examination was carried out in parallel to rabies monitoring. A period-prevalence of 18,6 % of infection was found. Employing different cluster tests spatial as well as spatiotemporal clusters were detected. Spatial clusters remained largely stable throughout the complete time interval and were situated in the Southwest of the state. Spatiotemporal clusters comprised the time intervals 2004–2008 and 2005–2008, respectively. It could be demonstrated that prevalence also increased significantly in the state's overall area for the time interval 2005–2008 as compared to the interval 1998–2004. The effect of this situation and development on the risk of humans to contract Alveolar Echinococcosis in Saxony-Anhalt is discussed.

Literatur

- AMMANN, R.W.; ECKERT, J. (1995): Clinical diagnosis and treatment of echinococcosis in humans. – In: THOMPSON, R.C.A. & LYMBERY, A.J. (eds.): Echinococcus and Hydatid Disease. – Oxon: CAB International, 411–463.
- BARTLETT, M. (1964): The spectral analysis of two-dimensional point processes. – *Biometrika* **51**: 299–311.
- BERKE, O.; VON KEYSERLINGK, M. (2002a): Aufwärtstrend bei der Prävalenz des kleinen Fuchsbandwurmes (*Echinococcus multilocularis*) in Niedersachsen. – *Dtsch. Tierärztl. Wochenschr.* **108**: 2001–2005.
- BERKE, O.; VON KEYSERLINGK, M.; BROLL, S.; KREIENBROCK, L. (2002b): Zum Vorkommen von *Echinococcus multilocularis* bei Rotfüchsen in Niedersachsen: Identifikation eines Hochrisikogebietes mit Methoden der räumlichen epidemiologischen Clusteranalyse. – *Berl. Münch. Tierärztl. Wochenschr.* **115**: 428–434.
- BERKE, O.; ROMIG, T.; VON KEYSERLINGK, M. (2008): Emergence of *Echinococcus multilocularis* among Red Foxes in northern Germany, 1991–2005. – *Vet. Parasitol.* **155** (3–4): 319–322.
- CHAUTAN, M.; PONTIER, D.; ARTOIS, M. (2000): Role of rabies in recent demographic changes in red fox (*Vulpes vulpes*) populations in Europe. – *Mammalia* **64**: 391–410.
- CONRATHS, F.J.; STAUBACH, C.; TACKMANN, K. (2003): Statistics and sample design in epidemiological studies of *Echinococcus multilocularis* in fox populations. – *Acta Trop.* **85**: 183–189.
- DENZIN, N.; SCHLIEPHAKE, A.; STAUBACH, C. (2004): Zum Vorkommen von *Echinococcus multilocularis* bei Rotfüchsen in Sachsen-Anhalt: Anwendung moderner Verfahren der räumlichen Epidemiologie zur Identifizierung von Gebieten mit erhöhtem Risiko. – *Amtstierärztlicher Dienst und Lebensmittelkontrolle* **11** (2): 105–111.
- DENZIN, N.; SCHLIEPHAKE, A.; EWERT, B. (2005a): Regionale Häufungen der Echinokokkose beim Rotfuchs in Sachsen-Anhalt – geografisch bedingt oder Folge eines Vordringens des Parasiten aus den klassischen Endemiegebieten? – *Amtstierärztlicher Dienst und Lebensmittelkontrolle* **12** (3): 192–193.
- DENZIN, N.; SCHLIEPHAKE, A.; EWERT, B. (2005b): *Echinococcus multilocularis* bei Rotfüchsen in Sachsen-Anhalt: Identifizierung von Gebieten mit erhöhtem Infestationsrisiko und Assoziation der Infestationswahrscheinlichkeit mit der durchschnittlichen Jahresmaximaltemperatur. – *Berl. Münch. Tierärztl. Wochenschr.* **118** (9–10): 404–409.
- DENZIN, N.; SCHLIEPHAKE, A.; WIRTH, A. (2009): Raum-Zeit-Analyse der Infektion des Rotfuchses (*Vulpes vulpes* L.) mit *Echinococcus multilocularis* in Sachsen-Anhalt. – *Berl. Münch. Tierärztl. Wochenschr.* **122**: 82–92.
- DEPLAZES, P.; HEGGLIN, D.; GLOOR, S.; ROMIG, T. (2004): Wilderness in the city: the urbanization of *Echinococcus multilocularis*. – *Trends Parasitol.* **20** (2): 77–84.
- DUSCHER, G.; PLEYDELL, D.; PROSL, H.; JOACHIM, A. (2006): *Echinococcus multilocularis* in Austrian Foxes from 1991 until 2004. – *J. Vet. Med.* **B 53**: 138–144.
- ECKERT, J. (1996): Der „gefährliche Fuchsbandwurm“ (*Echinococcus multilocularis*) und die alveoläre Echinokokkose des Menschen in Mitteleuropa. – *Berl. Münch. Tierärztl. Wochenschr.* **109**: 202–210.
- ECKERT, J.; CONRATHS, F.J.; TACKMANN, K. (2000): Echinococcosis: an emerging or re-emerging zoonosis. – *Int. J. Parasitol.* **30**: 1283–1294.
- ECKERT, J.; SCHANTZ, P.M.; GASSER, R.B.; TORGERSON, P.R.; BESSONOV, A.S.; MOVSESSIAN, S.O.; THAKUR, A.; GRIMM, F.; NIKOGOSSIAN, M.A. (2001a): Chapter 4, Geographic distribution and prevalence. – In: ECKERT, J.; GEMMELL, M.; MESLIN, F.-X.; PAWLOWSKI, Z. (Eds.), WHO/OIE Manual on Echinococcosis in Humans and Animals: a Public Health Problem of Global Concern. – OIE, Paris, 101–143.
- ECKERT, J.; DEPLAZES, P.; CRAIG, P.S.; GEMMELL, M.A.; GOTTSSTEIN, B.; HEATH, D.; JENKINS, D.J.; KAMIYA, M.; LIGHTOWLERS, M. (2001b): Chapter 3, Echinococcosis in

- animals: clinical aspects, diagnosis and treatment. – In: ECKERT, J.; GEMMELL, M.; MESLIN, F.-X.; PAWLOWSKI, Z. (Eds.), WHO/OIE Manual on Echinococcosis in Humans and Animals: a Public Health Problem of Global Concern. – OIE, Paris, 73–100.
- GESETZ ÜBER DIE VERHÜTUNG UND BEKÄMPFUNG VON INFEKTIÖNSKRANKHEITEN BEIM MENSCHEN – (Infektionsschutzgesetz) vom 20. Juli 2000, BGBl. I, S. 1045.
- JORGENSEN, P.; AN DER HEIDEN, M.; KERN, P.; SCHÖNEBERG, I.; KRAUSE, G.; ALPERS, K. (2008): Underreporting of human alveolar echinococcosis, Germany. – *Emerg. Infect. Dis.* **14** (6): 935–937.
- KERN, P.; AMMON, A.; KRON, M.; SINN, G.; SANDER, S.; PETERSEN, L.R.; GAUS, W.; KERN, P. (2004): Risk Factors for Alveolar Echinococcosis in Humans. – *Emerg. Infect. Dis.* **20** (12): 2088–2093.
- KÖNIG, A.; ROMIG, T.; THOMA, D.; KELLERMANN, K. (2005): Drastic increase in the prevalence of *Echinococcus multilocularis* in foxes (*Vulpes vulpes*) in southern Bavaria, Germany. – *Eur. J. Wildl. Res.* **51**: 277–282.
- KREIENBROCK, L.; SCHACH, S. (2000): Epidemiologische Methoden. – Spektrum Verlag, 3. Aufl., Heidelberg.
- KULLDORFF, M. AND INFORMATION MANAGEMENT SERVICES, Inc. (2002): SaTScan v. 3.0.5.; Software for the spatial and space-time scan statistics. – Bethesda, M.D.: National Cancer Institute.
- LAWSON, A.; KULLDORFF, M. (1999): A review of Cluster Detection Methods. – In: LAWSON, A.; BIGGERI, A.; BÖHNING, D.; LESSAFFRE, E.; VIÉL, J.-F.; BERTOLLINI, R. (eds), Disease Mapping and Risk assessment in Public Health. – Wiley, New York, 99–110.
- MITERPÁKOVÁ, M.; DUBINSKÝ, P.; REITEROVÁ, K.; STANKO, M. (2006): Climate and environmental factors influencing *Echinococcus multilocularis* occurrence in the Slovak Republic. – *Ann. Agric. Environ. Med.* **13**: 235–242.
- PAWLOWSKI, Z.S.; ECKERT, J.; VUITTON, D.A.; AMMANN, R.W.; KERN, P.; CRAIG, P.S.; DAR, K.F.; DE ROSA, F.; FILICE, C.; GOTTSTEIN, B.; GRIMM, F.; MACPHERSON, C.N.L.; SATO, N.; TODOROV, T.; UCHINO, J.; VON SINNER, W.; WEN, H. (2001): Chapter 2, Echinococcosis in humans: clinical aspects, diagnosis and treatment. – In: ECKERT, J.; GEMMELL, M.; MESLIN, F.-X.; PAWLOWSKI, Z. (Eds.), WHO/OIE Manual on Echinococcosis in Humans and Animals: a Public Health Problem of Global Concern. – OIE, Paris, 20–72.
- PFEIFER, F. (1997): Zum Vorkommen von *Echinococcus multilocularis* beim Rotfuchs im südlichen Sachsen-Anhalt. – *Beitr. Jagd- u. Wildforsch.* **22**: 215–217.
- PFEIFER, F.; KUSCHFELDT, S.; STOYE, M. (1997): Zur Helminthenfauna des Rotfuchses (*Vulpes vulpes* LINNÉ 1758) im Süden Sachsen-Anhalts – Teil I: Zestoden. – *Dtsch. Tierärztl. Wochenschr.* **104**: 445–448.
- RIPLEY, B. (1977): Modeling spatial patterns. – *J. R. Statist. Soc.* **B 39**: 172–192.
- ROGAN, W.J.; GLADEN, B. (1978): Estimating prevalence from the results of a screening test. – *Am. J. Epidemiol.* **107**: 71–76.
- ROMIG, T.; DINKEL, A.; MACKENSTEDT, U. (2006): The present situation of echinococcosis in Europe. – *Parasitol. Int.* **55**: 187–191.
- ROSENBLATT, M. (1956): Remarks on some non-parametric estimates of a density function. – *Ann. Math. Stat.* **27**: 832–837.
- SCHWEIGER, A.; AMMANN, R.W.; CANDINAS, D.; CLAVIEN, P.-A.; ECKERT, J.; GOTTSTEIN, B.; HALKIC, N.; MUELLHAUPT, B.; PRINZ, B.M.; REICHEN, J.; TARR, P.E.; TORGERSOHN, P.R.; DEPLAZES, P. (2007): Human Alveolar Echinococcosis after Fox Population Increase, Switzerland. – *Emerg. Infect. Dis.* **13**: 878–882.
- STAUBACH, C.; THULKE, H.-H.; TACKMANN, K.; HUGH JONES, H.; CONRATHS, F.J. (2001): Geographical information system aided analysis of factors potentially influencing the spatial distribution of *Echinococcus multilocularis* infections of foxes. – *Am. J. Trop. Med. Hyg.* **65** (6): 943–948.
- SURVSTAT (2009): <http://www3.rki.de/SurvStat/>.
- TACKMANN, K.; LÖSCHNER, U.; MIX, H.; STAUBACH, C.; THULKE, H.-H.; CONRATHS, F.J. (1998): Spatial distribution patterns of *Echinococcus multilocularis* (Leuckart 1863) (Cestoda: Cyclophyllidae: Taniidae) among red foxes in an endemic focus in Brandenburg (Germany). – *Epidemiol. Infect.* **120**: 101–109.
- TACKMANN, K.; CONRATHS, F.J.; MATTIS, R.; HOFFMANN, L.; ZOLLER, H.; SCHULZE, C.; STAUBACH, C.; SCHMID, V. (2006): *Echinococcus multilocularis* bei Füchsen und Marderhunden. – *Vet-Med. Report* **V4 I 30**: 4.
- THOMPSON, R.C.A.; McMANUS, D.P. (2001): Chapter 1, Aetiology: parasites and life cycles. – In: ECKERT, J.; GEMMELL, M.; MESLIN, F.-X.; PAWLOWSKI, Z. (Eds.), WHO/OIE Manual on Echinococcosis in Humans and Animals: a Public Health Problem of Global Concern. – OIE, Paris, 1–19.
- VEIT, P.; BILGER, B.; SCHAD, V.; SCHÄFER, J.; FRANK, W.; LUCIUS, R. (1995): Influence of environmental factors on the infectivity of *Echinococcus multilocularis* eggs. – *Parasitology* **110**: 79–86.
- VERORDNUNG ZUM SCHUTZ GEGEN DIE TOLLWUT – (Tollwutverordnung) vom 11. April 2001 in der Fassung vom 22.6.2004, BGBl. S. 598 mit Änderungen in BGBl. I S. 1248 und 1258.

Anschrift der Verfasser:

Dr. N. DENZIN

Dr. A. SCHLIEPHAKE

A. WIRTH

LAV Sachsen-Anhalt

Haferbreiter Weg 132–135

39576 Stendal

E-Mail:

Nicolai.Denzin@lav.ms.sachsen-anhalt.de

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Beiträge zur Jagd- und Wildforschung](#)

Jahr/Year: 2009

Band/Volume: [34](#)

Autor(en)/Author(s): Denzin Nicolai, Schliephake Annette, Wirth Alice

Artikel/Article: [Raum-Zeit-Analyse \(1998– 2008\) der Infestation des Rotfuchses \(*Vulpes vulpes* L.\) mit *Echinococcus multilocularis* in Sachsen-Anhalt 269-278](#)