INSTITUT FÜR WILDBIOLOGIE
UND JAGDWIRTSCHAFT

Universität für Bodenkultur Wien
University of Natural Resources
and Life Sciences, Vienna

Zur Zeckenfauna von Wildtieren in Ostösterreich

Masterarbeit

Zur Erlangung des akademischen Grades
Master of Science (MSc)
in Wildlife Ecology and Wildlife Management

Studienrichtung: Wildtierökologie und Wildtiermanagement

vorgelegt von Martin Schebeck, Bakk. techn., BSc

wissenschaftliche Betreuung und Begutachtung
Univ.-Doz. Dr. med.vet. Armin Deutz

Wien, September 2013

Inhaltsverzeichnis

Abstract (Deutsch) 3
Abstract (English) 4
1. Einleitung 5
1.1 Systematische Aspekte und Überblick 5
1.2 Ausgewählte Charakteristika der Eidonomie von Schildzecken 7
1.3 Zur Biologie und Ökologie von Schildzecken 9
1.4 Wirtssuche und Wirtssuchverhalten von Schildzecken 11
1.5 Nahrungsaufnahme und Speichelabgabe von Schildzecken 13
1.6 Saisonales Auftreten von Schildzecken 14
1.7 In Österreich bzw. Mitteleuropa nachgewiesene Spezies aus der Familie Ixodidae 15
1.8 Die Bedeutung von Schildzecken als Vektoren von Krankheitserregern 17
1.8.1 Humanmedizinisch relevante Krankheitserreger in Mitteleuropa 17
1.8.2 Veterinärmedizinisch relevante Krankheitserreger in Mitteleuropa 19
1.9 Fragestellungen und Hypothesen 20
1.9.1 Artenspektrum von Schildzecken an ausgewählten Wildtierspezies 20
1.9.2 Das Auftreten von Schildzecken beeinflussende Faktoren 21
2. Material und Methoden 22
2.1 Untersuchungsgebiet 22
2.1.1 Geografische Lage 22
2.1.2 Vegetationskundliche Charakterisierung 23
2.1.3 Klimatische Charakterisierung 26
2.2 Untersuchungszeitraum und Stichprobenumfang 26
2.3 Probennahme und Probenlagerung 27
2.4 Speziesdetermination 28
2.5 Wetterdaten 28
2.6 Datenauswertung 29
3. Ergebnisse 31
3.1 Artenspektrum von Schildzecken an den untersuchten Wildtierspezies 31
3.1.1 Am Reh (*Capreolus capreolus*) vorgefundene Schildzecken-Spezies 31
3.1.2 Am Rothirsch (*Cervus elaphus*) vorgefundene Schildzecken-Spezies 32
3.1.3 Am Wildschwein (*Sus scrofa*) vorgefundene Schildzecken-Spezies 32
3.1.4 Am Feldhasen (*Lepus europaeus*) vorgefundene Schildzecken-Spezies 32
3.1.5 Am Rotfuchs (*Vulpes vulpes*) vorgefundene Schildzecken-Spezies 33

3.2 Ausgewählte Abbildungen und Artporträts der vorgefundenen Schildzecken-Spezies.33
3.2.1 *Ixodes ricinus* (Gemeiner Holzbock) 33
3.2.2 *Haemaphysalis concinna* (Reliktzecke) 38
3.2.3 *Dermacentor reticulatus* (Auwaldzecke) 42
3.3 Befallsrate der Wirtstiere mit Schildzecken 45
3.4 Zeitliche Auftretensschwerpunkte der vorgefundenen Schildzecken-Spezies am Reh.49
3.5 Einfluss klimatischer Parameter auf das zeitliche Auftreten der vorgefundenen Schildzecken 51
4. Diskussion 52
4.1 Vorgefundenes Artenspektrum von Schildzecken 52
4.2 Befallsrate der untersuchten Wirtstiere 53
4.3 Zeitliches Auftreten der vorgefundenen Schildzecken 53
4.4 Einfluss klimatischer Faktoren auf das zeitliche Auftreten der vorgefundenen Schildzecken 55
4.5 Gedanken zum heutigen und zukünftigen Auftreten von Schildzecken in Mitteleuropa und deren Bedeutung als Überträger von Krankheitserregern 56
4.6 Ausblick 58
5. Literatur 59
6. Abbildungsverzeichnis 66
7. Tabellenverzeichnis 67

Abstract (Deutsch)

Zecken (Ixodida) sind neben Stechmücken bedeutende Überträger von human- und veterinärmedizinisch relevanten Krankheitserregern (Viren, Bakterien und Protozoen) in Mitteleuropa. Sie sind temporäre, obligate Ektoparasiten von landlebenden Wirbeltieren. Hierbei nehmen Säugetiere eine große Bedeutung als Erregerreservoir, zur Aufrechterhaltung von Zeckenpopulationen und zur Verbreitung derselben ein. Das Auftreten und Vorkommen von Zecken ist jedoch auch von abiotischen Faktoren, hier in erster Linie von der Lufttemperatur und der Luftfeuchtigkeit, abhängig, wodurch sie in Perioden mit hoher Temperatur und geringer Luftfeuchte in geringen Dichten auftreten. Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wurde zum einen das Artenspektrum von Schildzecken (Ixodidae) an jagdbaren Wildtieren (Reh, Rothirsch, Wildschwein, Feldhase, Rotfuchs) untersucht. Zum anderen wurde der zeitliche Verlauf des Auftretens mittels Boxplottdarstellungen und eines generalisierten linearen Modells analysiert und dieser mit klimatischen Parametern anhand einer multiplen Regression zu korrelieren versucht.

Es konnten drei Schildzecken-Spezies in unterschiedlichen Entwicklungsstadien an den untersuchten Wirtstierarten beobachtet werden: *Ixodes ricinus* (Gemeiner Holzbock), *Haemaphysalis concinna* (Reliktzecke), *Dermacentor reticulatus* (Auwaldzecke).

Erhöhte Befallszahlen dieser Ixodiden wurden von Anfang Mai bis Mitte Juni und nochmals zwischen Ende September und Anfang November beobachtet, wobei Rothirsche die höchsten Befallsraten aufwiesen.

Mittels der multiplen Regression konnten keine plausiblen Korrelationen zwischen dem Verlauf der Befallszahlen und klimatischen Parametern aufgezeigt werden. Die vorgefundenen Schildzecken-Spezies wurden bereits im Untersuchungsgebiet nachgewiesen, darüber hinaus konnten vergleichbare Auftretensschwerpunkte wie bei anderen Untersuchungen in Mitteleuropa gefunden werden. Gründe für nicht gefundene Korrelationen mit klimatischen Parametern können in der intrinsischen Phänologie der Arten, in der zu groben Auflösung der Wetterdaten (kein Mikroklima) oder deren geringere Bedeutung auf eine Zecke nach erfolgter Wirtsbesiedlung angenommen werden. In weiterer Folge sollen sich ändernde Verbreitungsmuster von Zecken durch sich verändernde klimatische Bedingungen diskutiert werden.

Abstract (English)

Ticks (Ixodida) are, besides mosquitoes, the most important vectors of pathogens (viruses, bacteria, protozoa) in Central Europe. They are temporary, obligatory ectoparasites of land living vertebrates. Mammals are relevant as reservoir of these pathogens, for maintenance and distribution of tick populations. Moreover, the occurrence of ticks depends on abiotic factors, especially air temperature and humidity (there is less occurrence in periods with high temperature and low humidity). In this study I investigated the tick species infesting huntable game (roe, stag, wild boar, hare, red fox), on one hand. On the other hand, the chronological trend of the occurrence was described by box plots and by a generalised linear model. Moreover, this trend was correlated with climatic parameters by a multiple regression.

Three tick species were found on the investigated game species: *Ixodes ricinus*, *Haemaphysalis concinna* and *Dermacentor reticulatus*.

I found higher infestation numbers with ticks from the beginning of May till the middle of June and from the end of September till the beginning of November. Stags showed the highest infestation rates.

I found no plausible correlations between the infestation rates and climatic parameters tested with a multiple regression.

The ticks found in this study are known in the investigation area and the chronological trend is similar to those found in other studies. Possible reasons for missing correlations with meteorological data may be the intrinsic phenology of the tick species, a too rough solution of the meteorological data (no microclimate) or less importance of climate factors after an infestation.

Moreover, the influence of climate warming on distribution patterns of ticks is discussed.

1. Einleitung

1.1 Systematische Aspekte und Überblick

Arthropoda sind hinsichtlich ihrer Vielfalt und Verbreitung die rezent erfolgreichste Metazoengruppe (GRIMALDI & ENGEL 2005, WEHNER & GEHRING 2007, WESTHEIDE & RIEGER 2007, ASPÖCK U. & H. ASPÖCK 2010). Die Artenzahlen – mehr als 1,2 Millionen rezente, beschriebene Spezies – umfassen mehr als drei Viertel aller heute beschriebenen Tierarten, wovon wiederum mehr als 90% den Insekten zugerechnet werden. Hochrechnungen zufolge wird angenommen, dass die tatsächliche Vielfalt in Bereichen von 10 bis 30 Millionen Arthropoden-Arten angesiedelt ist (GRIMALDI & ENGEL 2005, WEHNER & GEHRING 2007, WESTHEIDE & RIEGER 2007).

Die bedeutenden Autapomorphien dieser Tiergruppe sind die aus α -Chitin und Proteinen bestehende Cuticula, die durch mehrere Häutungen immer wieder ersetzt wird (WEHNER & GEHRING 2007). Des Weiteren fehlen Arthropoden äußere Bewegungscilien. Hingegen weisen sie eine Gliederung ihres Körpers in Kopf und Rumpf auf. Das vierte allen Gliederfüßern gemeinsame Merkmal ist das Mixocoel und das damit in Verbindung stehende offene Blutgefäßsystem (WEHNER & GEHRING 2007, WESTHEIDE & RIEGER 2007).

Die in dieser Arbeit betrachteten Zecken (Ixodida) werden systematisch den Euarthropoda und innerhalb dieser den Chelicerata zugeordnet. Innerhalb der Chelicerata gehören sie zum Taxon der Arachnida, innerhalb dieser zu den Acari (Milben). Milben sind – was die Artenzahlen anbelangt – die rezent erfolgreichste Cheliceraten-Gruppe, mit heute zirka 48.000 beschriebenen (und wahrscheinlich doppelt so vielen tatsächlich vorkommenden) Spezies. Sie besiedeln annähernd alle Lebensräume der Erde, sogar das Süßwasser und die Tiefsee, und ihre wirtschaftliche und medizinische Bedeutung ist dabei besonders hervorzuheben. Der Erfolg dieser Tiergruppe beruht unter anderem auf der zum Teil starken Reduktion der Körpergröße, der speziellen Ausbildung des gesamten Mundwerkzeug-Apparates sowie einer schnellen Vermehrung und Entwicklung (WESTHEIDE & RIEGER 2007).

Die Zecken oder Ixodida (Metastigmata) werden der Gruppe der Anactinotrichida (Parasitiformes i.w.S.) innerhalb der Acari zugeteilt. Die Bezeichnung Metastigmata nimmt Bezug auf die Lage des einzigen Stigmenpaares hinter den Coxen des dritten oder vierten Beinpaares (WESTHEIDE & RIEGER 2007, LUCIUS & LOOS-FRANK 2008).

Das Taxon der Ixodida umfasst derzeit rund 900 beschriebene Arten, davon nimmt die Familie der Ixodidae (Schildzecken) mit ca. 720 beschriebenen Arten den größten Anteil ein. Die zweite Familie, Argasidae (Lederzecken) umfasst ca. 190 beschriebene Spezies, zur Familie der Nuttalliellidae gehört nur eine beschriebene Art (BARKER & MURRELL 2008).

Im Rahmen dieser Arbeit wird nur die Familie der Ixodidae (Schildzecken) betrachtet. Die beiden weiteren Familien, die Argasidae (ebenfalls medizinisch bedeutend) und die Nuttalliellidae (medizinisch unbedeutend) (DOBLER & ASPÖCK 2010), werden an dieser Stelle nicht behandelt.

Die Bedeutung von Schildzecken ist enorm und vielfältig. Sie spielen eine große Rolle als Ektoparasiten und Überträger von Krankheitserregern aus den Taxa der Viren, Bakterien und Protozoen (SIXL & NOSEK 1972, SONENSHINE 1991, SONENSHINE 1993, HILLYARD 1996, ESTRADA-PENAS & JONGEJAN 1999, STANEK 2002, STANEK 2005, HABEDANK et al. 2006, LUCIUS & LOOS-FRANK 2008, RANDOLPH 2008, ASPÖCK 2010, ASPÖCK & DOBLER 2010, DOBLER & ASPÖCK 2010, STANEK 2010, WALOCHNIK & ASPÖCK 2010). Hierbei kommt allen Entwicklungsstadien, der Larve, der Nymphe und der Imago, ein Augenmerk zu (LUCIUS & LOOS-FRANK 2008, RANDOLPH 2008). Ixodiden nehmen die für ihre Entwicklung wichtige Blutmahlzeit an verschiedenen landlebenden Vertebraten-Spezies auf und können dabei Krankheitserreger übertragen (HABEDANK et al. 2006, LUCIUS & LOOS-FRANK 2008, RANDOLPH 2008, DAUTEL 2010, KRENN & ASPÖCK 2010).

Im Rahmen dieser Arbeit werden fünf Wirbeltierspezies betrachtet, die als Wirtstiere für Schildzecken in Frage kommen. Diese sind das Reh (*Capreolus capreolus*), der Rothirsch (*Cervus elaphus*), das Wildschwein (*Sus scrofa*), der Rotfuchs (*Vulpes vulpes*) und der Feldhase (*Lepus europaeus*).

1.2 Ausgewählte Charakteristika der Eidonomie von Schildzecken

Es sollen an dieser Stelle einige eidonomische Charakteristika von Schildzecken erwähnt werden, die für das weitere Verständnis der Arbeit notwendig erscheinen.

Ein eindeutiges Merkmal, das Ixodidae von Argasidae und Nuttalliellidae unterscheidet, ist der Besitz eines dorsalen Rückenschildes, des Scutums. Dieses bedeckt bei männlichen Individuen fast die gesamte dorsale Körperoberfläche, bei Weibchen ist es nur im vorderen Körperbereich vorhanden (BABOS 1964, NOSEK & SIXL 1972, SONENSHINE 1991, HILLYARD 1996, HABEDANK et al. 2006, LUCIUS & LOOS-FRANK 2008).

Die Entwicklung von Zecken verläuft über die Entwicklungsstadien Ei, Larve, Nymphe und Imago (BABOS 1964, SONENSHINE 1991, HILLYARD 1996, HABEDANK et al. 2006, LUCIUS & LOOS-FRANK 2008).

Die Stadien der Larve, der Nymphe und der Imago lassen sich neben der Größe auch anhand der Anzahl der Beinpaare und des Vorhandenseins einer ventral gelegenen Geschlechtsöffnung unterscheiden (NOSEK & SIXL 1972, SONENSHINE 1991, HILLYARD 1996, HABEDANK et al. 2006, LUCIUS & LOOS-FRANK 2008):

- Larve: im Verhältnis eine geringere Körpergröße als die Nymphe oder die Imago; 3 Beinpaare, keine Geschlechtsöffnung ausgebildet.
- Nymphe: im Verhältnis größer als die Larve, aber kleiner als die Imago; 4 Beinpaare, keine Geschlechtsöffnung ausgebildet.
- Imago: im Verhältnis größer als die beiden anderen Entwicklungsstadien (das Weibchen ist größer als das Männchen, unterschiedlich ausgeprägtes Scutum; siehe oben); 4 Beinpaare, Geschlechtsöffnung ausgebildet.

Augen sind bei manchen Genera (z.B. *Dermacentor*) vorhanden, können aber auch fehlen (z.B. *Ixodes*). Diese sind in der Regel in der vorderen Körperhälfte an den Seiten des Scutums ausgebildet (BABOS 1964, NOSEK & SIXL 1972, SONENSHINE 1991, HILLYARD 1996, LUCIUS & LOOS-FRANK 2008).

Des Weiteren ist das plattenartige Exoskelett hervorzuheben, das durch charakteristische Nähte bzw. Furchen taxonomisch relevant ist (BABOS 1964, NOSEK & SIXL 1972, SONENSHINE 1991, HILLYARD 1996, KRANTZ 2009).

Der vordere Körperbereich ist bei Zecken taxontypisch ausgeprägt. Diese haben – wie alle Arachniden – keinen Kopf ausgebildet, jedoch wird aus dem Vorderkörper das Capitulum bzw. Gnathosoma abgegliedert (HABEDANK et al. 2006, KRENN & ASPÖCK 2010, KRENN & ASPÖCK 2012). Durch die spezielle Ernährungsweise, bei der Blut und/oder Gewebsflüssigkeit aufgenommen wird, zeigt das Capitulum Anpassungen. Es besteht aus den viergliedrigen paarigen Palpen, deren letzten Gliedern Sinnesfunktionen beigemessen werden. Die ersten drei Glieder bedecken den Stechapparat von dorsal. Die paarigen Cheliceren dienen dem Anritzen der Hautoberfläche eines Wirtes sowie dem Einbohren. Das Hypostom (eine ventrale Verlängerung des Capitulums) wird in den Wirt eingeführt und in Verbindung mit der Basis der Cheliceren wird anschließend Körperflüssigkeit aufgenommen und Speichel abgegeben (BABOS 1964, SONENSHINE 1991, LUCIUS & LOOS-FRANK 2008, KRENN & ASPÖCK 2010). Die Oberfläche des Hypostoms ist mit kleinen Widerhaken ausgestattet, die der Verankerung in der Haut des Wirtes dienen (BABOS 1964, LUCIUS & LOOS-FRANK 2008).

Der Vorderkörper steht mit dem Hinterkörper über das Basis capituli in Verbindung (BABOS 1964, HILLYARD 1996).

1.3 Zur Biologie und Ökologie von Schildzecken

Das biotische und abiotische Faktorengefüge bedingt die ökologischen Rahmenbedingungen des Auftretens, der Verbreitung und der Entwicklung einer Art (TOWNSED et al. 2003, CAMPBELL & REECE 2009). Kenntnisse über die Biologie und die Ökologie von Zecken sind entscheidend, um das Auftreten dieser Parasiten und den etwaigen Befall eines Wirtes abschätzen zu können.

Ixodiden sind obligate Ektoparasiten von landlebenden Vertebraten (HABEDANK et al. 2006, DAUTEL 2010, WALOCHNIK & ASPÖCK 2010). Darüber hinaus sind sie als temporäre Parasiten zu bezeichnen, da sie sich den größten Teil ihres Lebens nicht auf ihrem Wirt aufhalten (HABEDANK et al. 2006, RANDOLPH 2008, WALOCHNIK & ASPÖCK 2010). Zecken der Familie Ixodidae nehmen in jedem Entwicklungsstadium (Larve, Nymphe und Imago) nur eine Blutmahlzeit (und/oder Gewebsflüssigkeit) zu sich und befinden sich dadurch nur eine kurze Phase ihrer ein- bis mitunter mehrjährigen Entwicklung (in Abhängigkeit v.a. von der Spezies und von Umweltfaktoren) auf einem Wirt (SONENSHINE 1991, HILLYARD 1996, HABEDANK et al. 2006, RANDOLPH 2008). Adulte Weibchen von Zecken können dermaßen große Mengen an Blut zu sich nehmen, dass ihre Körpergröße bis um den Faktor 200 vervielfacht werden kann, wohingegen Männchen in der Regel viel geringe Flüssigkeitsmengen aufnehmen (SONENSHINE 1991, HABEDANK et al. 2006, KRENN & ASPÖCK 2010).

Alle mitteleuropäischen Zecken sind Dreiwirtzecken, das bedeutet, dass jedes Stadium auf einem anderen Wirt parasitiert (SONENSHINE 1991, HABEDANK et al. 2006, LUCIUS & LOOS-FRANK 2008, RANDOLPH 2008). Nach der Blutaufnahme lassen sie sich zu Boden fallen und häuten sich zum nächsten Stadium, woraufhin die nächste Wirtsbesiedlung erfolgt (SONENSHINE 1991, HILLYARD 1996, HABEDANK et al. 2006, LUCIUS & LOOS-FRANK 2008). Nach der Blutmahlzeit des adulten Weibchens verlässt dieses ihren Wirt, legt zwischen 2000 und 3000 Eier ab, stirbt danach und der Entwicklungszyklus beginnt von neuem (BABOS 1964, SONENSHINE 1991, HILLYARD 1996, HABEDANK et al. 2006, LUCIUS & LOOS-FRANK 2008, RANDOLPH 2008). Bei Dreiwirtzecken dauert der Saugakt von Larven etwa 3 bis 6, von Nymphen etwa 4 bis 7 und von adulten Weibchen etwa 5 bis 15 Tage (HABEDANK et al. 2006).

Nach dem Schlüpfen aus dem Ei bzw. nach einer Häutung kann die ektoparasitische Lebensweise nicht sogleich fortgesetzt werden, da die zu Beginn noch weiche und pigmentarme Kutikula erst aushärten muss. Diese Periode – sie umfasst zirka 4 bis 7 Tage – wird in der Vegetation oder in Bodennähe verbracht, um Einflüssen wie Licht und Trockenheit zu entgehen (BABOS 1964).

Zecken sind poikilotherme Tiere, weshalb ihre Entwicklungsdauer zwischen den unterschiedlichen Stadien unter anderem stark von der Umgebungstemperatur abhängt (PENZLIN 2005, WEHNER & GEHRING 2007, CAMPBELL & REECE 2009, DAUTEL 2010). Zwischen der Temperatur und der Entwicklungsgeschwindigkeit besteht ein nicht-linearer Zusammenhang, welcher darüber hinaus von Art zu Art unterschiedlich ist (DAUTEL 2010). Dies lässt sich durch die vant Hoff'sche Regel erklären, da nach dieser enzymatisch katalysierte Reaktionen bei einer Erhöhung der Temperatur um 10 °C mit einer 2-3fach höheren Geschwindigkeit ablaufen (PENZLIN 2005, MORTIMER & MÜLLER 2007, LATSCHA & KAZMAIER 2008, CAMPBELL & REECE 2009).

Des Weiteren lassen sich für Arthropoden grob einige physiologische Kenngrößen durch die Umgebungstemperatur erklären und sich somit einige thermische Kennwerte ableiten. So sind die obere und untere Letaltemperatur, obere und untere Grenzen für die Entwicklung sowie der Entwicklungsnullpunkt als wichtige Punkte hervorzuheben (DAUTEL 2010).

Ein weiterer bedeutender abiotischer Parameter, der die Aktivität von Zecken steuert, ist die Luftfeuchtigkeit (KAHL & DAUTEL, 2008 DAUTEL 2010). Manche Zeckenspezies sind gegenüber Austrocknung sehr empfindlich und somit tritt z.B. *Ixodes ricinus* nur in Habitaten auf, in denen die relative Luftfeuchte über längere Phasen über 80 % liegt (STANEK 2005, DAUTEL 2010).

Darüber hinaus können in der Entwicklung oder im Lebenszyklus von Arthropoden im Allgemeinen und Zecken im Speziellen Dormanzen auftreten, wobei grob zwischen Diapausen und Quieszenzen unterschieden werden muss (SONENSHINE 1991, RANDOLPH 2008, DAUTEL 2010). Letztere sind ein Zustand reduzierter metabolischer Aktivität, der durch einen limitierten Faktor eintritt. Die Diapause ist ebenfalls ein Zustand geringerer metabolischer Aktivität, jedoch neurohormonell gesteuert.

Des Weiteren ist eine Diapause antizipatorisch, das heißt, sie wird schon bei noch günstigen Verhältnissen für den Organismus eingeleitet (DAUTEL 2010). Es können mehrere Formen der Diapause unterschieden werden, wie die Verhaltensdiapause, die morphogenetische Diapause oder die reproduktive Diapause (RANDOLPH 2008, DAUTEL 2010). Ein Hauptparameter, der diese steuert, scheint die Photoperiode zu sein, die durch unterschiedliche Tag/Nacht-Längen gekennzeichnet ist. Weitere Faktoren, die verstärkend auf eine Diapause wirken, sind eine abnehmende Umgebungstemperatur und ein zunehmendes Alter der Zecken (RANDOLPH 2008).

1.4 Wirtssuche und Wirtssuchverhalten von Schildzecken

Die Wirtssuche von Zecken erfolgt in bodennahen Vegetationsschichten (BABOS 1964, SONENSHINE 1993, STANEK 2010). Dabei halten sich Larven tendenziell in den niedrigsten, Nymphen in den mittleren und Imagines in den größten Höhen der bodennahen Kraut- und Strauchschicht auf. Je höher sich die Tiere in der Vegetation aufhalten, desto höher ist auch das Risiko des Austrocknens (SONENSHINE 1993, STANEK 2005). Diese Angaben dürfen jedoch nur als grobe Richtwerte verstanden werden, da diese zwischen Arten schwanken und von weiteren Parametern, wie z.B. dem Mikroklima, abhängen (KAHL & DAUTEL 2008, DAUTEL 2010). Darüber hinaus halten sich Wirtsorganismen in unterschiedlichen Höhen auf oder nehmen verschiedene Körperpositionen ein, wodurch sie theoretisch für sämtliche Entwicklungsstadien erreichbar sind.

Zecken detektieren ihre Wirte mittels eines spezifischen Organs, des Haller'schen Organs, das sich am letzten Tarsalglied der Vorderbeine befindet (BABOS 1964, SONENSHINE 1991, LUCIUS & LOOS-FRANK 2008). Damit werden Veränderungen der Temperatur, des Kohlendioxid-, des Ammoniak- und des Milchsäuregehalts sowie der Luftfeuchte festgestellt (LUCIUS & LOOS-FRANK 2008). Dabei nimmt die Zecke eine charakteristische Körperposition ein – sie streckt die Vorderbeine ab und bewegt diese tastend in der Luft – und stellt so die Richtung und Position eines adäquaten Wirtes fest (BABOS 1964, LUCIUS & LOOS-FRANK 2008, DAUTEL 2010).

Hinsichtlich ihres Wirtssuchverhaltens lassen sich exophile von endophilen Zecken unterscheiden. Exophile Zecken (z.B. *Ixodes ricinus*, *Dermacentor reticulatus*) halten sich dabei in der Vegetation auf und lauern auf ihren Wirt. Wird ein adäquater Wirt detektiert, lassen sie sich entweder von einem vorbeiziehenden Tier abstreifen (z.B. *Ixodes ricinus*) oder sie suchen dieses aktiv auf (z.B. *Dermacentor reticulatus*) (BABOS 1964, SONENSHINE 1991, HILLYARD 1996, DAUTEL 2010).

Endophile Zecken leben im unmittelbaren Lebensraum ihres Wirtes und gelangen somit relativ leicht auf diesen, ohne einen hohen Aufwand in die Wirtssuche investieren zu müssen. Hierbei ist *Ixodes canisuga* zu nennen, der den Rotfuchs (*Vulpes vulpes)* befällt und in dessen Bauten anzutreffen ist (BABOS 1964). Der Vorteil des Lebensraumes dieser Zecken liegt in stabileren und weniger extrem ausgeprägten Umweltfaktoren als im Freien (BABOS 1964, SONENSHINE 1991, HILLYARD 1996, DAUTEL 2010).

Haben Zecken einen Wirt befallen, siedeln sich diese an spezifischen Körperpartien bevorzugt an. So sind dies im Allgemeinen warme und feuchte Stellen mit dünner Hautstruktur (BABOS 1964). Hierbei werden wiederum artspezifische Unterschiede festgestellt. Zum Beispiel besiedelt *Ixodes ricinus* gerne die Regionen zwischen den Vorder- und Hinterextremitäten und im Bereich der äußeren Geschlechtsorgane (BABOS 1964). Diesbezüglich können aber auch bei unterschiedlichen Arten Unterschiede zwischen verschiedenen Entwicklungsstadien festgestellt werden (KIFFNER et al. 2011).

Die Wirtsspezifität – die Eigenschaft, dass nur ein spezifischer oder mehrere Wirte befallen werden können – ist ein entscheidender Faktor bei der Besiedlung durch Zecken (LUCIUS & LOOS-FRANK 2008). Das ausgewählte Wirtsspektrum ist von Spezies zu Spezies unterschiedlich. Es werden euryxene von stenoxenen Zecken unterschieden (BABOS 1964). Erstgenannte weisen ein relativ breites Wirtsspektrum auf (z.B. *Ixodes ricinus*), wohingegen zweitgenannte nur ein kleines Artenspektrum an Wirten befallen können (z.B. *Ixodes vespertilionis*) (BABOS 1964, LUCIUS & LOOS-FRANK 2008). In diesem Zusammenhang sei wiederum die Art *Ixodes ricinus* hervorgehoben, deren Wirtsspektrum bis zu 300 Wirbeltierspezies umfasst (STANEK

2009).

Zwischen diesen Ausprägungen bestehen viele Zwischenstufen und das Spektrum kann, wie bei monoxenen Arten, nur auf eine Wirtsspezies beschränkt sein (z.B. *Ixodes vulpinus*) (BABOS 1964). Darüber hinaus kann eine unterschiedlich stark ausgeprägte Wirtsspezifität bei verschiedenen Stadien innerhalb einer Art beobachtet werden (SIXL & NOSEK 1972).

1.5 Nahrungsaufnahme und Speichelabgabe von Schildzecken

Nachdem ein geeigneter Wirt detektiert, dieser besiedelt und eine geeignete Körperstelle gefunden wurde, erfolgt die Aufnahme von Blut und/oder Gewebsflüssigkeit einerseits und die Abgabe von Speichel andererseits (BABOS 1964, SONENSHINE 1991, HILLYARD 1996, HABEDANK et al. 2006, LUCIUS & LOOS-FRANK 2008). Bei allen blutsaugenden Arthropoden erfolgt dies durch stechend-saugende Mundwerkzeuge, die in den Wirt eingestochen werden. Die Blutaufnahme erfolgt durch den Aufbau von Unterdruck durch eine Saugpumpe, die Injektion von Speichel erfolgt durch eine Speichelpumpe (KRENN & ASPÖCK 2010). Gemeinsam mit dem Speichel werden gerinnungshemmende und anästhesierende Substanzen sowie unter Umständen Krankheitserreger in den Wirt abgegeben (BABOS 1964, HILLYARD 1996, HABEDANK et al. 2006, LUCIUS & LOOS-FRANK 2008, KRENN & ASPÖCK 2010, KRENN & ASPÖCK 2012).

Beim Stich in den Wirt hebt *Ixodes ricinus* den Hinterkörper und senkt gleichzeitig den Vorderkörper (KRENN & ASPÖCK 2010). Durch Muskelkontraktion werden die Cheliceren in die Haut des Wirtes gepresst und durch Zurseiteklappen der Spitzen der Cheliceren wird diese aufgeschnitten. Danach wird das Hypostom eingestochen und mit den Widerhäkchen fixiert, woraufhin die Nahrungsaufnahme erfolgt (BABOS 1964, HILLYARD 1996, LUCIUS & LOOS-FRANK 2008, KRENN & ASPÖCK 2010).

1.6 Saisonales Auftreten von Schildzecken

Das saisonale Auftreten von Schildzecken in Österreich bzw. Mitteleuropa hängt zum einen mit den (groß-)klimatischen Bedingungen und zum anderen mit den ökologischen Ansprüchen der beobachteten Art zusammen. Da das Auftreten stark von den abiotischen Parametern Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit abhängt, treten viele Zeckenspezies in Europa mit zwei Häufigkeitsmaxima pro Jahr auf (SONENSHINE 1993, SZÉLL et al. 2006, KAHL & DAUTEL 2008, HORNOK 2009, DAUTEL 2010). Diese liegen im Frühling/Frühsommer und im Spätsommer/Herbst, da in diesen Phasen des Jahres die Luftfeuchte (im Vergleich zum Hochsommer) hohe Werte annimmt und die Temperaturen ebenfalls in optimalen Bereichen liegen (STANEK 2005). Im Hochsommer ist es für diese Zeckenarten häufig zu heiß oder zu trocken (KAHL & DAUTEL 2008, HORNOK 2009). Ein anderer Faktor, der das Vorkommen von Zecken während des Jahres begrenzt, ist aufgrund tiefer Lufttemperaturen der Winter (KAHL & DAUTEL 2008). Während Wintern mit milden Temperaturen wurden in Mitteleuropa Individuen von *Ixodes ricinus* das gesamte Jahr über beobachtet (KAHL & DAUTEL 2008).

An dieser Stelle muss jedoch wieder auf kleinstandörtliche Gegebenheiten, im Speziellen auf das Mikroklima in der Vegetation, hingewiesen werden (STANEK 2005, SZÉLL et al. 2006, KAHL & DAUTEL 2008).

1.7 In Österreich bzw. Mitteleuropa nachgewiesene Spezies aus der Familie Ixodidae

In Österreich wurden Spezies aus fünf Gattungen aus der Familie der Ixodidae nachgewiesen. Im Folgenden sind Nachweise von Schildzeckenarten aus Österreich bzw. Mitteleuropa verschiedener Autoren angeführt.

RADDA et al. (1986) führen für Österreich folgende Schildzecken inklusive deren Wirte an (verändert nach BARKER & MURRELL 2008):

- *Ixodes ricinus* (LINNAEUS, 1758); Wirte: Mensch, andere Säuger, Vögel, Reptilien,
- *Ixodes hexagonus* LEACH, 1815; Wirte: Igel, Karnivoren,
- *Ixodes canisuga* JOHNSTON, 1849; Wirt: Fuchs,
- *Ixodes apronophorus* SCHULZE, 1924; Wirte: Wühlmäuse,
- *Ixodes redikorzevi* OLENEV, 1927; Wirte: Erdhörnchen und Hamster,
- *Ixodes laguri* OLENEV, 1929; Wirt: Erdhörnchen,
- *Ixodes frontalis* (PANZER, 1798); Wirte: einige Vogelarten,
- *Ixodes arboricola* SCHULZE & SCHLOTTKE, 1930; Wirte: in Baumhöhlen brütende Vögel,
- *Ixodes lividus* KOCH, 1844; Wirt: Uferschwalbe,
- *Ixodes vespertilionis* KOCH, 1844; Wirte: verschiedene Fledermausarten,
- *Ixodes trianguliceps* BIRULA, 1895; Wirte: kleine Säuger,
- *Haemaphysalis concinna* KOCH, 1844; Wirte: Mensch, andere Säuger, Vögel,
- *Haemaphysalis punctata* CANESTRINI & FANZAGO, 1878; Wirte: Mensch, andere Säuger, Vögel,
- *Haemaphysalis inermis* BIRULA, 1895; Wirte: Mensch, Säuger, Vögel,
- *Dermacentor reticulatus* (FABRICIUS, 1794); Wirte: Mensch, andere Säuger, Vögel,
- *Dermacentor marginatus* (SULZER, 1776); Wirte: Mensch, andere Säuger, Vögel.

Bei Zeckenaufsammlungen in den Jahren 1965 bis 1970 in den Bundesländern Kärnten, Steiermark und Burgenland in unterschiedlichen Höhenstufen wurden folgende Ixodidae erfasst (SIXL & NOSEK 1972):

- *Ixodes ricinus* (LINNÉ 1758),
- *Ixodes apronophorus* (SCHULZE 1924),
- *Ixodes redikorzevi* (OLENEW 1927),
- *Ixodes vespertilionis* (KOCH 1844),
- *Ixodes hexagonus* (LEACH 1815),
- *Ixodes canisuga* (JOHNSTON 1849),
- *Ixodes lividus* (KOCH 1844),
- *Ixodes arboricola* (SCHULZE & SCHLOTTKE 1930),
- *Ixodes trianguliceps* (BIRULA 1895),
- *Haemaphysalis concinna* (KOCH 1844),
- *Dermacentor reticulatus* (FABRICIUS 1794).

Diese Schildzeckenarten parasitierten je nach Entwicklungsstadium an unterschiedlichen Spezies der oben angeführten Tiergruppen und variierten von Art zu Art (SIXL & NOSEK 1972).

Anmerkung: Die unterschiedliche Art der Angabe der Erstbeschreiber der oben angeführten Schildzecken wurde bewusst so belassen, wie sie in der jeweiligen Originalpublikation angeführt wurde.

Rhipicephalus sanguineus (LATREILLE, 1806) wurde erstmals in den 1970er Jahren an einem aus dem ehemaligen Jugoslawien eingereisten Mann beobachtet (SIXL 1972). In den Folgejahren traten immer wieder sporadisch Zecken dieser Art an Hunden auf, die sich in mediterranen Gebieten kurz aufhielten (Urlaube mit Hunden) oder die aus mediterranen Regionen importiert wurden. *R. sanguineus* ist eine weit verbreitete Art, die ursprünglich wahrscheinlich aus Afrika stammt. In Europa tritt sie nur im Mittelmeerraum auf, da ihr Überleben im Freien weiter nördlich nicht möglich ist. Eine Etablierung dieser Art in Österreich bzw. Mitteleuropa wäre nur im Inneren von Gebäuden und dergleichen möglich (PROSL & KUTZER 1986).

Aus dem Genus *Hyalomma* sei nur kurz auf die Spezies *H. aegyptum* (LINNAEUS, 1758) hingewiesen, welche im April 1970 auf einer aus Mazedonien eingeführten Schildkröte gefunden wurde. Diese Zecke parasitiert in erster Linie auf Reptilien, konnte aber auch (teilweise) auf Kleinsäugern und Menschen nachgewiesen werden. Als Vektor von Krankheitserregern des Menschen, anderer Säuger und Vögel nimmt sie aber eine untergeordnete Rolle ein (SIXL 1970).

Von den oben erwähnten Schildzeckenarten ist *Ixodes ricinus* die häufigste einheimische und ist auch hinsichtlich ihrer medizinischen Bedeutung als wichtigste der genannten Spezies hervorzuheben (HILLYARD 1996, LUCIUS & LOOS-FRANK 2008, ASPÖCK & DOBLER 2010, STANEK 2010, WALOCHNIK & ASPÖCK 2010).

1.8 Die Bedeutung von Schildzecken als Vektoren von Krankheitserregern

Zecken sind neben Stechmücken die bedeutendsten Überträger von Krankheitserregern des Menschen, wobei Bakterien, Viren und Protozoen übertragen werden (ASPÖCK & DOBLER 2010). Nachfolgend werden die wichtigsten von Zecken human- und veterinärmedizinisch relevanten übertragenen Erreger angeführt.

1.8.1 Humanmedizinisch relevante Krankheitserreger in Mitteleuropa

Durch Ixodidae auf den Menschen übertragene Viren (SONENSHINE 1993, STANEK 2002, STANEK 2005, ASPÖCK 2007, ASPÖCK 2008, DOBLER & ASPÖCK 2010):

- TBE/CEE (=Central European Encephalitis) Virus = Zentraleuropäisches Enzephalitis-Virus, westlicher Typ (=FSME-Virus),
- Uukuniemie-Virus,
- Crimean-Congo Haemorrhagic Fever Virus = Krim-Kongo-Hämorrhagisches Fieber-Virus (CCHF-Virus),
- Erve-Virus,
- Bhanja-Virus,

- Eyach-Virus,
- Tribec-Virus,
- Lipovnik-Virus.

Durch Ixodidae auf den Menschen übertragene Bakterien (SONENSHINE 1993, STANEK 2002, ASPÖCK 2007, ASPÖCK 2008, STANEK 2010):

- *Borrelia burgdorferi* s.l.,
    - *Borrelia burgdorferi* s.str.
    - *Borrelia afzelii*
    - *Borrelia garinii*
    - *Borrelia valaisiana*
- *Francisella tularensis*,
- *Rickettsia slovaca*,
- *Rickettsia helvetica*,
- *Anaplasma phagocytophilum*,
- *Coxiella burnetii*.

Durch Ixodidae auf den Menschen übertragene Protozoen (SONENSHINE 1993, STANEK 2002, ASPÖCK 2007, ASPÖCK 2008, WALOCHNIK & ASPÖCK 2010):

- *Babesia divergens*,
- *Babesia microti*(-Komplex),
- *Babesia* spp.

1.8.2 Veterinärmedizinisch relevante Krankheitserreger in Mitteleuropa

Durch Ixodidae übertragene veterinärmedizinisch relevante Viren (MUTSCHMANN 2006, PFISTER 2006a, PFISTER 2006b):

- FSME-Virus.

Durch Ixodidae übertragene veterinärmedizinisch relevante Bakterien (MUTSCHMANN 2006, PFISTER 2006a, PFISTER 2006b, REHBEIN 2006):

- *Rickettsia conorii* und andere Rickettsien,
- *Anaplasma phagocytophilum*,
- *Borrelia* spp.,
- *Erlichia canis* und andere Erlichien.

Durch Ixodidae übertragene veterinärmedizinisch relevante Protozoen (MUTSCHMANN 2006, PFISTER 2006a, PFISTER 2006b):

- *Babesia canis canis*,
- *Babesia divergens*,
- *Babesia major*,
- *Babesia microti*,
- *Hepatozoon canis*.

1.9 Fragestellungen und Hypothesen

Ziel dieser Arbeit soll sein, einen Beitrag zu der großen Thematik der Rolle und Bedeutung von Arthropoden – und im Speziellen von Zecken – als Vektoren von Krankheitserregern zu leisten. Hier soll und kann demnach auch kein Anspruch auf Vollständigkeit erhoben werden, jedoch wird versucht, diese Problematik in Hinblick auf ein ausgewähltes Wirtsspektrum und die damit assoziierte Zeckenfauna in einem bestimmten Untersuchungsgebiet zu betrachten. Die Auswahl der Wirtstiere fiel auf fünf (nach Jagdgesetz) jagdbaren Wildtierspezies: *Capreolus capreolus* (Reh), *Cervus elaphus* (Rothirsch), *Sus scrofa* (Wildschwein), *Lepus europaeus* (Feldhase) und *Vulpes vulpes* (Rotfuchs).

1.9.1 Artenspektrum von Schildzecken an ausgewählten Wildtierspezies

Durch die Auswahl dieses Wirtsspektrums ist auch das in dieser Arbeit zu erwartende Spektrum an parasitierenden Ixodidae-Spezies eingeschränkt. Es kann von folgenden, zu erwartenden Arten in der Schildzeckenfauna der oben genannten Wirtstiere ausgegangen werden (HILLYARD 1996), die im Untersuchungsgebiet nachgewiesen wurden (SIXL & NOSEK 1972, RADDA et al. 1986):

- *Ixodes ricinus* (LINNAEUS, 1758),
- *Ixodes hexagonus* LEACH, 1815,
- *Ixodes canisuga* JOHNSTON, 1849,
- *Ixodes trianguliceps* BIRULA, 1895,
- *Haemaphysalis concinna* KOCH, 1844,
- *Haemaphysalis punctata* CANESTRINI & FANZAGO, 1878,
- *Haemaphysalis inermis* BIRULA, 1895,
- *Dermacentor reticulatus* (FABRICIUS, 1794),
- *Dermacentor marginatus* (SULZER, 1776),
- *Rhipicephalus sanguineus* (LATREILLE, 1806).

1.9.2 Das Auftreten von Schildzecken beeinflussende Faktoren

Wie oben angeführt, wird das Auftreten von Schildzecken durch abiotische Umweltfaktoren und hierbei in erster Linie durch klimatische Parameter beeinflusst. Dabei sind die Lufttemperatur und die Luftfeuchtigkeit die wichtigsten Kennwerte. Es wird die Hypothese aufgestellt, dass in Phasen des Jahres mit hoher Lufttemperatur und geringer Luftfeuchtigkeit ein geringeres Auftreten von Zecken beobachtet wird, als in Phasen mit gemäßigterer Temperatur und höherer Luftfeuchte.

2. Material und Methoden

2.1 Untersuchungsgebiet

2.1.1 Geografische Lage

Das Untersuchungsgebiet zur Erfassung der Schildzeckenfauna an Wildtieren in Ostösterreich befindet sich im Bereich des nördlichen Leithagebirges und umfasst eine Gesamtfläche von ca. 4.000 ha; es liegt in den politischen Bezirken Bruck/Leitha und Neusiedl/See (Abb. 1). Das Untersuchungsgebiet liegt zwischen ca. 150 m und ca. 380 m Seehöhe (GÄBLER 1995).

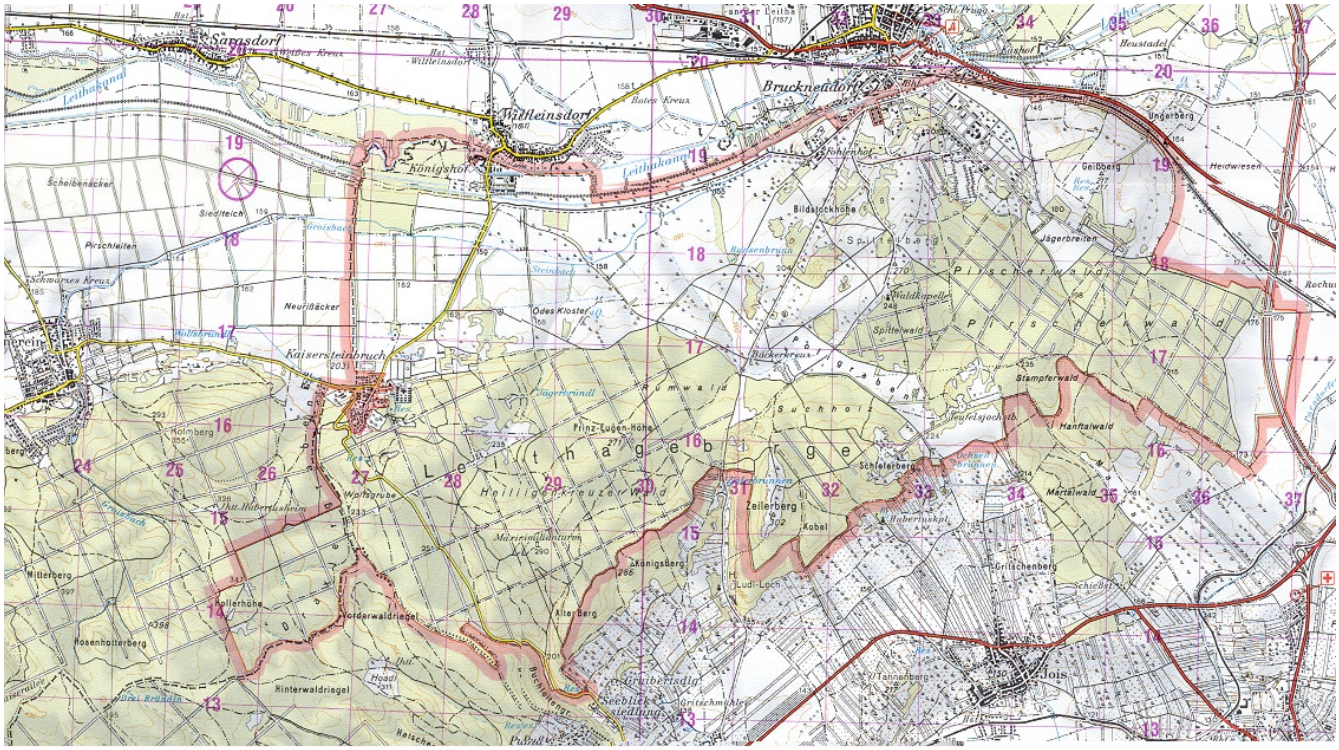

Abb. 1: Übersichtskarte des Untersuchungsgebiets (rot umrandet). Quelle: HFVBN.

2.1.2 Vegetationskundliche Charakterisierung

SAUBERER & GRABHERR (1995) gliedern die österreichische Staatsfläche in „Naturräumliche Einheiten“. Demnach liegt das betrachtete Gebiet im Pannonischen Flach- und Hügelland in der Kontinentalen Region. Im Untersuchungsgebiet sind folgende Lebensräume nach SAUBERER & GRABHERR (1995) vertreten:

- Pannonische Kalk- und Silikattrockenrasen (Abb. 3),
- Pannonische Eichen- und Hainbuchenwälder und Flaumeichenwälder (Abb.2),
- Waldmeister-Buchenwald (Abb. 4),
- Labkraut-Eichen-Hainbuchenwald (Abb. 5).

Eine andere Einteilung des Untersuchungsgebietes nach vegetationskundlichen Gesichtspunkten kann nach Forstlichen Wuchsgebieten erfolgen. Demnach liegt es im Wuchsgebiet 8.1, Pannonisches Tief- und Hügelland. In der kollinen und submontanen Höhenstufe ist hierbei der Eichen-Hainbuchen-Wald (Primulo veris-Carpinetum, Carici pilosae-Carpinetum) die vorherrschende natürliche Waldgesellschaft (Abb. 2, Abb. 5). An kühleren und edaphisch geeigneten Standorten ist dies der Buchenwald (Mellitio-Fagetum) mit Traubeneiche und Hainbuche (Abb. 4) (KILIAN et al. 1994).

Abb. 2: Charakteristische Jungwuchsfläche im Untersuchungsgebiet (v.a. Eiche, Hainbuche, Linde, Buche). Quelle: G. Schebeck.

Abb. 3: Landschaftsform im Osten des Untersuchungsgebiets (abwechselnde Wiesen-, Strauch- und Waldflächen). Quelle: G. Schebeck.

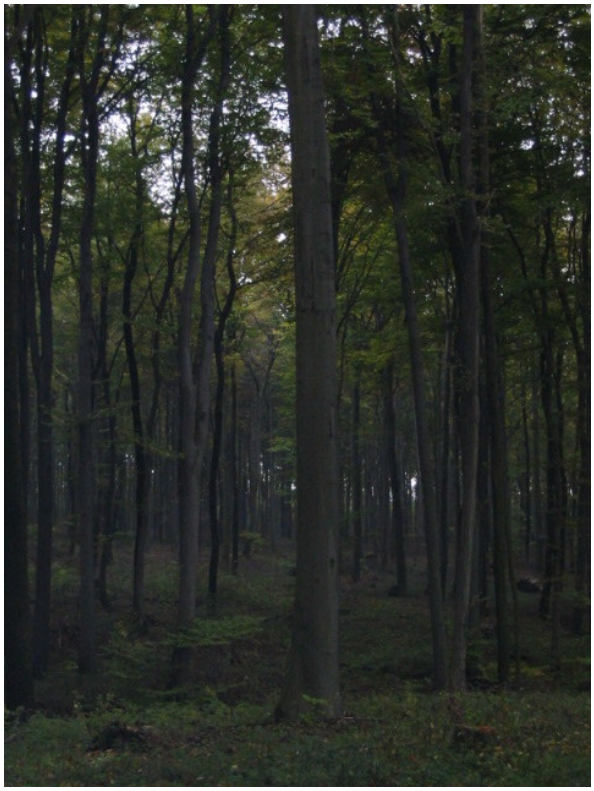

Abb. 4: Altholzbestand aus Rotbuche und Hainbuche. Quelle: G. Schebeck.

Abb. 5: Mehrschichtiger Bestand aus Eiche und Hainbuche. Quelle: G. Schebeck.

2.1.3 Klimatische Charakterisierung

Die Charakterisierung eines Lebensraumes nach klimatischen Gesichtspunkten erfolgt nach den beiden Parametern Jahresgesamtniederschlag und Jahresmittel der Lufttemperatur. Das Gebiet lässt sich am besten anhand von drei Messstationen (Bruckneudorf, Neusiedl am See, Eisenstadt) der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) charakterisieren (ZAMG 2013).

Die Mittelwerte des langjährigen Beobachtungszeitraumes 1971 bis 2000 für die Parameter Jahresmittel der Lufttemperatur und mittlere jährliche Niederschlagssummen für die Messstation Bruckneudorf (Seehöhe: 167 m) betragen 9,7 °C und 549,8 mm. Für diesen Zeitraum wurden an der Messstation Neusiedl/See (Seehöhe: 135 m) Werte von 10,1 °C und 574,3 mm, an der Messstation Eisenstadt (Seehöhe: 184 m) Werte von 10,0 °C und 618 mm ermittelt (ZAMG 2013).

2.2 Untersuchungszeitraum und Stichprobenumfang

Die Sammlung der Zecken erfolgte von folgenden Wirtstierarten: *Capreolus capreolus* (Reh), *Cervus elaphus* (Rothirsch), *Sus scrofa* (Wildschwein) *Lepus europaeus* (Feldhase) und *Vulpes vulpes* (Rotfuchs). Der Untersuchungszeitraum orientierte sich an den gesetzlich geregelten Schusszeiten der Wildtiere nach dem niederösterreichischen und burgenländischen Landesjagdgesetz, erstreckte sich aber insgesamt über den Zeitraum vom 15. April 2012 bis zum 31. Dezember 2012.

Die Untersuchungszeiträume lagen demnach für

- Reh vom 16. April 2012 bis 31. Dezember 2012,
- Rothirsch vom 1. Juni 2012 bis 31. Dezember 2012,
- Feldhase vom 1. Oktober 2012 bis 31. Dezember 2012,
- Wildschwein vom 15. April 2012 bis 31. Dezember 2012,
- Rotfuchs vom 15. April 2012 bis 31. Dezember 2012,

(BLJV 2013, NOELJV 2013).

Der gesamte Stichprobenumfang umfasst 131 Individuen und enthält in erster Linie Proben von *Capreolus capreolus* und *Sus scrofa*. Proben von den übrigen drei Wirtstierspezies konnten nur vereinzelt erfasst werden, da hier nur geringe Abschusszahlen vorlagen (Tab. 1). Es soll an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, dass zum einen aufgrund der erlegten Individuen und zum anderen aufgrund der Regelmäßigkeit der Probennahme, das Reh als für die Fragestellungen dieser Arbeit aussagekräftigste der vorliegenden untersuchten Wirtstierspezies angesehen werden muss.

Tab. 1: Absolute und relative Anteile der untersuchten Wildtierspezies.

Wirtstierart	*Capreolus capreolus*	*Sus scrofa*	*Cervus elaphus*	*Lepus europaeus*	*Vulpes vulpes*	**Summe**
Absoluter Anteil	93	26	8	2	2	131
Relativer Anteil [%]	71,0	19,8	6,2	1,5	1,5	100,0

2.3 Probennahme und Probenlagerung

Die Besammlung der Tiere wurde innerhalb von einer Stunde nach dem Verenden durchgeführt, sodass möglichst alle Zecken erfasst werden konnten, ohne vorher ihren Wirt zu verlassen. Darüber hinaus wurden die erlegten Wildtiere sogleich auf eine helle Kunststofffolie und in Kunststoffwannen überführt, was eine Erleichterung bei der Besammlung darstellte. Die Zecken wurden mit handelsüblichen „Zeckenzangen“ von den Tieren entnommen.

Die Proben wurden beginnend am Kopf von kranial nach kaudal entnommen, wobei die linke und die rechte Körperhälfte nacheinander besammelt wurden. Am Ende wurde die Körperunterseite, insbesondere der Bereich zwischen den Vorder- und Hinterextremitäten beprobt.

Die Lagerung der Zecken erfolgte in 96% Ethanol bei 4 °C.

2.4 Speziesdetermination

Die Speziesdetermination der gesammelten Zecken erfolgte mittels der Bestimmungsschlüssel nach BABOS (1964), NOSEK & SIXL (1972) und HILLYARD (1996) mit herkömmlichen Stereomikroskopen (Binokularen). Anhand derselben Literatur wurden das Geschlecht und das Entwicklungsstadium (Larve, Nymphe, Imago) der Individuen bestimmt.

Des Weiteren wurden, zur Kontrolle der Bestimmungsergebnisse, eidonomische Vergleiche mit Individuen der Arachnoidea-Sammlung des Naturhistorischen Museums Wien durchgeführt.

2.5 Wetterdaten

In der näheren Umgebung des Untersuchungsgebietes wurden von vier Messstationen Wetterdaten bezogen, die – nach Rücksprache mit der ZAMG – jene des Gebietes am geeignetsten widerspiegeln: Eisenstadt, Neusiedl am See, Bruckneudorf und Seibersdorf.

Folgende Daten wurden für jeden Tag des Untersuchungszeitraumes von der ZAMG erworben:

- Werte der Lufttemperatur um 7.00, 14.00 und 19.00 Uhr sowie das Tagesmaximum und das Tagesminimum [°C],
- Werte der relativen Luftfeuchte um 7.00, 14.00 und 19.00 Uhr [%],
- Bewölkungsgrad um 7.00, 14.00 und 19.00 Uhr [1/10],
- Niederschlagssumme [mm],
- Lufttemperatur in 5 cm über der Bodenoberfläche [°C] und
- Sonnenscheindauer [Stunden].

2.6 Datenauswertung

Die Listung, Archivierung und Verwaltung der Daten erfolgte mittels Microsoft Excel (Version 2010). Die Ergebnisse der Determination der Zecken sowie die Kenntnis des Zeitpunkts der Probennahme wurden für die weiteren Analysen zusammengefasst.

Es wurden Einheiten gebildet, wodurch schlussendlich Daten über die Anzahl an Zecken, getrennt nach Spezies, pro Wirtstier vorlagen. Als Einheit für die Kenntnis des Zeitpunktes der Probennahme wurde die jeweilige Kalenderwoche gewählt.

Die statistischen Analysen der Daten erfolgten mittels des Programms „Statgraphics Centurion XV“.

Die Analyse der Frage der mittleren Befallshäufigkeit der Wirtstiere über den gesamten Beobachtungszeitraum erfolgte mittels Boxplot-Darstellung. Die Mittellinie der Box repräsentiert hierbei den Median der Beobachtungswerte, die äußeren Begrenzungen der Box die untere und obere Quartile. Die Whiskers stellen in dieser Abbildung die Extremwerte dar. Einzelne Datenpunkte außerhalb der Whiskers repräsentieren Ausreißer.

Die weiteren Auswertungen und Behandlungen der Fragestellungen wurden nur noch für die Wirtstierart Reh durchgeführt, weil – wie oben angeführt – für diese Wirtstierspezies die meisten Proben vorliegen und auch über den gesamten Untersuchungszeitraum verteilt sind, was bei den anderen Wirtstierspezies nicht zutrifft.

Die Darstellung des zeitlichen Verlaufs erfolgte zum einen mittels Boxplot-Darstellung und zum anderen mittels eines generalisierten linearen Modells (GLM). Die Boxplot-Darstellung zeigt wiederum die mittlere Befallshäufigkeit der Wirtstierart Reh pro Kalenderwoche, wobei die Mittellinie der Boxes den Median und die Randlinien der Boxes die untere und die obere Quartile zeigen. Die Whiskers stellen den unteren bzw. den oberen Extremwert dar.

Durch die ungleichmäßige Verteilung der Wirtstiere (Reh = 93, Rothirsch = 8, Wildschwein = 26) konnte kein Gruppenvergleich zwischen diesen Tierarten angestellt werden. Für die Tierart Reh liegen ausreichend Daten vor, die nach Eliminierung der Ausreißer auch nahezu normalverteilt sind. Diese Daten werden mittels eines GLM weiter untersucht, wobei der Fokus auf dem jahreszeitlichen Verlauf des Befalles ruht.

Als unabhängige Variable gilt hier die Kalenderwoche (KW), als abhängige der Mittelwert der Befallszahlen des Rehs pro Kalenderwoche. Als Signifikanzniveaus wurden folgende Werte festgelegt: $p \leq 0{,}05$ → signifikant, $p \leq 0{,}01$ → hoch signifikant und $p \leq 0{,}001$ → sicher/höchst signifikant.

Aus fachlicher Sicht (BABOS 1964, SONENSHINE 1993, SZÉLL et al. 2006, KAHL & DAUTEL 2008, HORNOK 2009, DAUTEL 2010) wird ein starker Zusammenhang zwischen dem klimatischen Verlauf im Kalenderjahr (Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit) und dem Zeckenbefall vermutet. Deshalb wurden die Befallsdaten mit den gemittelten Messdaten der oben angeführten regionalen Klimastationen erweitert und ein interner Zusammenhang geprüft. Die einzelnen Parameter wurden in mehreren Schritten in multiple Regressionen eingesetzt, um starke Korrelationen zu finden.

Als abhängige Variable wurde die mittlere Befallszahl des Rehs pro Kalenderwoche, als unabhängige Variablen wurden die oben angeführten Wetterdaten gewählt. Als Signifikanzniveaus wurden wiederum folgende Werte festgelegt: $p \leq 0{,}05$ → signifikant, $p \leq 0{,}01$ → hoch signifikant und $p \leq 0{,}001$ → sicher/höchst signifikant.

3. Ergebnisse

3.1 Artenspektrum von Schildzecken an den untersuchten Wildtierspezies

An den untersuchten Wildtierspezies wurden insgesamt drei Spezies von Ixodiden in den Entwicklungsstadien der Larve, der Nymphe und der Imago gefunden. Das vorgefundene Artenspektrum umfasst:

- *Ixodes ricinus* (Gemeiner Holzbock),
- *Haemaphysalis concinna* (Reliktzecke),
- *Dermacentor reticulatus* (Auwaldzecke).

Im Folgenden wird das Vorkommen der oben genannten Zeckenspezies an den jeweiligen Wirtstieren dargestellt.

3.1.1 Am Reh (*Capreolus capreolus*) vorgefundene Schildzecken-Spezies

Bei der Besammlung von Rehen wurden folgende Zeckenspezies und Entwicklungsstadien gesammelt:

- *Ixodes ricinus* (Gemeiner Holzbock)
    - Vorgefundene Entwicklungsstadien: Larve, Nymphe und Imago.
- *Haemaphysalis concinna* (Reliktzecke)
    - Vorgefundene Entwicklungsstadien: Larve, Nymphe und Imago.

3.1.2 Am Rothirsch (*Cervus elaphus*) vorgefundene Schildzecken-Spezies

Bei der Besammlung von Rotwild wurden folgende Zeckenspezies und Entwicklungsstadien gesammelt:

- *Ixodes ricinus* (Gemeiner Holzbock)
    - Vorgefundene Entwicklungsstadien: Nymphe und Imago.
- *Haemaphysalis concinna* (Reliktzecke)
    - Vorgefundene Entwicklungsstadien: Larve, Nymphe und Imago.
- *Dermacentor reticulatus* (Auwaldzecke)
    - Vorgefundenes Entwicklungsstadium: Imago.

3.1.3 Am Wildschwein (*Sus scrofa*) vorgefundene Schildzecken-Spezies

Bei der Besammlung von Wildschweinen wurden folgende Zeckenspezies und Entwicklungsstadien gesammelt:

- *Ixodes ricinus* (Gemeiner Holzbock)
    - Vorgefundene Entwicklungsstadien: Nymphe und Imago.
- *Haemaphysalis concinna* (Reliktzecke)
    - Vorgefundene Entwicklungsstadien: Nymphe und Imago.
- *Dermacentor reticulatus* (Auwaldzecke)
    - Vorgefundenes Entwicklungsstadium: Imago.

3.1.4 Am Feldhasen (*Lepus europaeus*) vorgefundene Schildzecken-Spezies

Bei der Besammlung von Feldhasen wurden folgende Zeckenspezies und Entwicklungsstadien gesammelt:

- *Ixodes ricinus* (Gemeiner Holzbock)
    - Vorgefundenes Entwicklungsstadium: Imago.

3.1.5 Am Rotfuchs (*Vulpes vulpes*) vorgefundene Schildzecken-Spezies

Bei der Besammlung von Rotfüchsen wurden folgende Zeckenspezies und Entwicklungsstadien gesammelt:

- *Ixodes ricinus* (Gemeiner Holzbock)
    - Vorgefundene Entwicklungsstadien: Nymphe und Imago.
- *Dermacentor reticulatus* (Auwaldzecke)
    - Vorgefundenes Entwicklungsstadium: Imago.

3.2 Ausgewählte Abbildungen und Artporträts der vorgefundenen Schildzecken-Spezies

Die folgenden Abbildungen wurden unter dem Stereomikroskop angefertigt und zeigen Individuen der gesammelten Spezies, z.T. unterschiedliche Entwicklungsstadien, mit arttypischen Bestimmungsmerkmalen.

Darüber hinaus werden kompakt einige Eckdaten zur Biologie der Arten angeführt.

3.2.1 *Ixodes ricinus* (Gemeiner Holzbock)

Ixodes ricinus ist eine der bekanntesten und am weitesten verbreiteten Spezies aus der Familie der Ixodidae in Europa und demnach auch in Österreich (HILLYARD 1996, LUCIUS & LOOS-FRANK 2008). Die Verbreitung dieser Art umfasst im Grunde genommen den gesamten europäischen Kontinent von den Inseln und Halbinseln im Norden, über das gesamte Festland bis in den südlichen Mittelmeerraum (EFSA 2010).

Ausgewählte (wichtige) eidonomische Charakteristika dieser Art nach BABOS (1964), NOSEK & SIXL (1972) und HILLYARD (1996) sind:

- Analfurche umschließt die Analöffnung anterior,
- keine Augen ausgebildet,
- keine Festons ausgebildet,
- langer Sporn an der ventralen Seite der Coxen des ersten Beinpaares,
- beim männlichen Geschlecht bedeckt das Scutum die gesamte dorsale Körperoberfläche,
- Körpergröße des Männchens: 2,4-2,8 mm; Körpergröße des Weibchens: ungesogen 3,0-3,6 mm, gesogen bis 11 mm; Körpergröße der Nymphe 1,3-1,5 mm (Abb. 6 bis Abb. 11).

Diese Art hat ein sehr weites Wirtsspektrum an Vögeln, Säugern und sogar Reptilien (STANEK 2009). Für den Menschen ist sie als Vektor zahlreicher Krankheitserreger (Viren, Bakterien und Protozoen) von Relevanz (SONENSHINE 1993, STANEK 2002, STANEK 2005, ASPÖCK 2007, ASPÖCK 2008, DOBLER & ASPÖCK 2010). Bei *Ixodes ricinus* erfolgt die Wirtsbesiedlung passiv, das heißt, dass diese Spezies von einem adäquaten Wirt (detektiert mittels des Haller'schen Organs) „abgestreift" wird (BABOS 1964, SONENSHINE 1991, LUCIUS & LOOS-FRANK 2008).

Die Aktivitätsschwerpunkte dieser Art fallen zum einen in den Frühling/Frühsommer und zum anderen in den Spätsommer/Frühherbst (SONENSHINE 1993, HILLYARD 1996, SZÉLL et al. 2006, HORNOK 2009).

Abb. 6: Imago (männlich) von *Ixodes ricinus* (dorsal). Quelle: M. Schebeck.

Abb. 7: Imago (männlich) von *Ixodes ricinus* (ventral). Quelle: M. Schebeck.

Abb. 8: Imago (weiblich) von *Ixodes ricinus* (dorsal). Quelle: M. Schebeck.

Abb. 9: Imago (weiblich) von *Ixodes ricinus* (ventral). Quelle: M. Schebeck.

Abb. 10: Nymphe von *Ixodes ricinus* (dorsal). Quelle: M. Schebeck.

Abb. 11: Nymphe von *Ixodes ricinus* (ventral). Quelle: M. Schebeck.

3.2.2 *Haemaphysalis concinna* (Reliktzecke)

Haemaphysalis concinna ist eine holarktisch weit verbreitete Spezies und ist von West-, Mittel- und Osteuropa bis nach China und Japan verbreitet (HILLYARD 1996).

Ausgewählte (wichtige) eidonomische Charakteristika dieser Art nach BABOS (1964), NOSEK & SIXL (1972) und HILLYARD (1996) sind:

- Analfurche schließt sich posterior der Analöffnung und hat eine Y-Form,
- keine Augen ausgebildet,
- Festons sind vorhanden,
- auffälliger Sporn dorsal am Trochanter des ersten Beinpaares,
- langer Sporn ventral an den Coxen des ersten Beinpaares, kurze Sporne an den Coxen der übrigen Beinpaare,
- beim männlichen Geschlecht bedeckt das Scutum die gesamte dorsale Körperoberfläche,
- das zweite Glied der Palpen ist lateral ausladend,
- beim männlichen Geschlecht überkreuzen sich die ersten Palpenglieder,
- Körpergröße des Männchens: 2,8-3,3 mm; Körpergröße des Weibchens: ungesogen 3,0-3,8 mm, gesogen bis 10 mm; Körpergröße der Nymphe 1,6-1,8 mm (Abb. 12 bis Abb. 17).

Diese Spezies hat ein breites Wirtstierspektrum und befällt unterschiedliche Säuger- und Vogelarten (RADDA & al. 1986). Der Befall des Wirtes erfolgt ebenso passiv wie bei *Ixodes ricinus*. Auch *Haemaphysalis concinna* ist als Vektor von Krankheitserregern aus den Taxa der Viren, Bakterien und Protozoen bedeutend (NOSEK 1971).

Imagines dieser Art treten besonders im Zeitraum von März bis August und im Oktober auf, Nymphen und Larven treten vermehrt im Juni und Juli auf (HILLYARD 1996, SZÉLL et al. 2006, HORNOK 2009).

Abb. 12: Imago (männlich) von *Haemaphysalis concinna* (dorsal). Quelle: M. Schebeck.

Abb.13: Imago (männlich) von *Haemaphysalis concinna* (ventral). Quelle: M. Schebeck.

Abb. 14: Imago (weiblich) von *Haemaphysalis concinna* (dorsal). Quelle: M. Schebeck.

Abb. 15: Imago (weiblich) von *Haemaphysalis concinna* (ventral). Quelle: M. Schebeck.

Abb. 16: Nymphe von *Haemaphysalis concinna* (dorsal). Quelle: M. Schebeck.

Abb. 17: Nymphe von *Haemaphysalis concinna* (ventral). Quelle: M. Schebeck.

3.2.3 *Dermacentor reticulatus* (Auwaldzecke)

Dermacentor reticulatus hat ebenfalls ein breites holarktisches Verbreitungsmuster. Dieses reicht von Westeuropa, den Britischen Inseln über Mittel- und Osteuropa bis nach Zentral- und Ostasien. Diese Art fehlt jedoch aufgrund ihrer ökologischen Ansprüche in Nordeuropa (z.B. Skandinavien) und im mediterranen Raum (EFSA 2010).

Ausgewählte (wichtige) eidonomische Charakteristika dieser Art nach BABOS (1964), NOSEK & SIXL (1972) und HILLYARD (1996) sind:

- Analfurche schließt sich posterior der Analöffnung,
- Augen sind ausgebildet,
- Festons sind ausgebildet (11x),
- ornamentierte dorsale Körperoberfläche,
- die Coxen des ersten Beinpaares sind zweigeteilt und verlaufen in annähernd gleicher Größe parallel zueinander,
- beim männlichen Geschlecht sind die Coxen des vierten Beinpaares besonders groß,
- die Palpen sind kurz und dick mit einem posterioren, dorsalen Sporn,
- Körpergröße des Männchens: 4,2-4,8 mm; Körpergröße des Weibchens: ungesogen 3,8-4,2 mm, gesogen bis 10 mm; Körpergröße der Nymphe 1,4-1,8 mm (Abb. 18 bis Abb. 22).

Das Wirtsspektrum dieser Spezies umfasst ein breites Spektrum an Säugetier- und Vogelarten (RADDA & al. 1986). Der Befall eines Wirtes durch *Dermacentor reticulatus* erfolgt aktiv, das heißt, dass das Tier eine gewisse Strecke zum Wirt selbstständig zurücklegt und diesen dann befällt. Diese Zeckenspezies ist ebenso als Überträger von Krankheitserregern (Viren, Bakterien, Protozoen) relevant (DAUTEL & KAHL 2009).

Die Hauptaktivität liegt im Frühsommer und im Spätsommer/Herbst (HILLYARD 1996, SZÉLL et al. 2006, HORNOK 2009).

Abb. 18: Imago (männlich) von *Dermacentor reticulatus* (dorsal). Quelle: M. Schebeck.

Abb. 19: Imago (weiblich) von *Dermacentor reticulatus* (dorsal). Quelle: M. Schebeck.

Abb. 20: Imago von *Dermacentor reticulatus* (ventral). Quelle: M. Schebeck.

Abb. 21: Arttypische Ausformung der Coxen des 1. Beinpaares von *Dermacentor reticulatus*. Quelle: M. Schebeck.

Abb. 22: Arttypische Ausformung der Mundwerkzeuge (dorsal) von *Dermacentor reticulatus*. Quelle: M. Schebeck.

3.3 Befallsrate der Wirtstiere mit Schildzecken

Die drei in die Analysen einbezogenen Wildtierspezies Reh- und Rotwild sowie Wildschwein zeigen unterschiedlich starke Befallsraten mit Zecken (unabhängig von der Spezies und vom Entwicklungsstadium) pro Individuum.

Über alle drei Tierarten hinweg weist ein untersuchtes Wildtier einen mittleren Befall (arithmetisches Mittel) von 22,4 Zecken/Individuum mit einer Standardabweichung 26,8 Zecken/Individuum auf. Der Median hierfür beträgt 14,0 Zecken/Individuum, das untere Quartil 3,0 und das obere Quartil 31,0 Zecken/Individuum. Die minimale Befallszahl eines Tieres liegt bei 0,0, die maximale bei 132,0 Zecken/Individuum (Abb. 23).

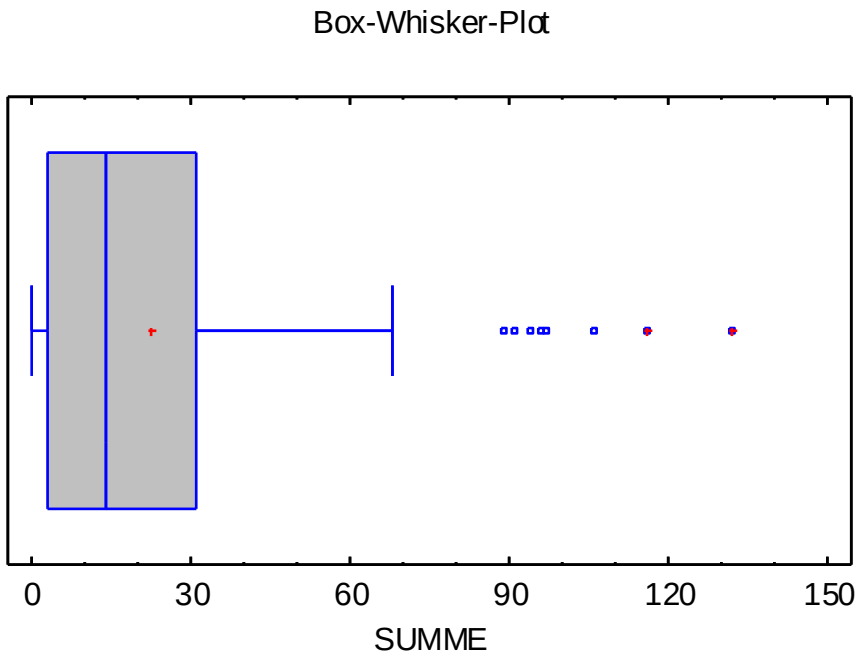

Abb. 23: Boxplot-Darstellung der mittleren Befallszahlen mit Zecken der Wirtstierarten Reh, Rothirsch und Wildschwein (n = 127).

Getrennt nach Wirtstierarten, weist Rotwild die höchsten absoluten Befallszahlen mit Zecken/Individuum auf. Das arithmetische Mittel beträgt 79,2 Zecken/Individuum (± 38,2 Zecken/Individuum), der Median 77,0 Zecken/Stück Rotwild, das untere Quartil liegt bei 52,0 Zecken/Stück Rotwild, das obere Quartil bei 106,0. Das Maximum beträgt 132 Zecken/Individuum, das Minimum 31,0 Zecken/Stück Rotwild (Abb. 24).

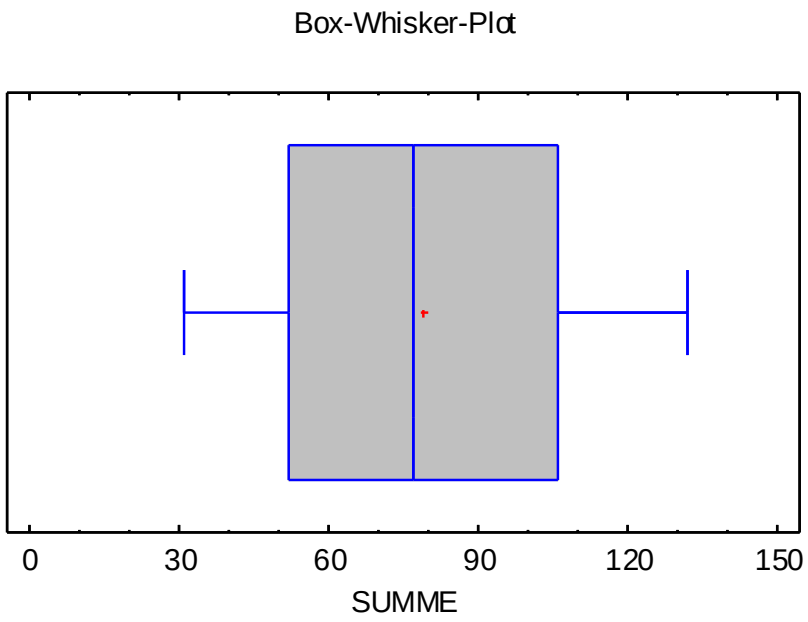

Abb. 24: Boxplot-Darstellung der mittleren Befallszahlen mit Zecken der Wirtstierart Rothirsch (n = 8).

Die Wirtstierart Reh weist die zweithöchste Befallsrate mit Zecken auf. Das arithmetische Mittel liegt hier bei 24,5 Zecken/Individuum (± 23,4 Zecken/Individuum), der Median beträgt 19,0 Zecken/Individuum, das obere Quartil 33,0 und das untere Quartil 10,0 Zecken/Stück Rehwild. Das Maximum der Befallszahlen pro Reh weist einen Wert von 116,0 Zecken/Tier, das Minimum einen Wert von 0,0 Zecken/Tier auf (Abb. 25).

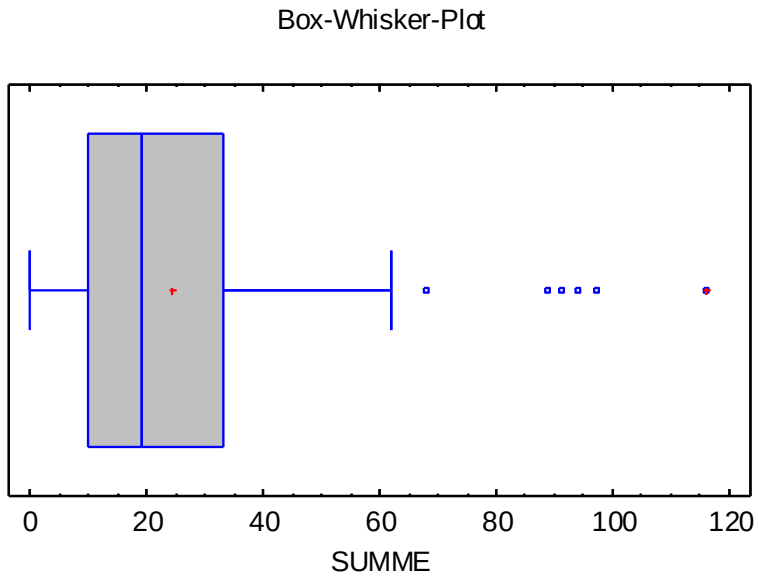

Abb. 25: Boxplot-Darstellung der mittleren Befallszahlen mit Zecken der Wirtstierart Reh (n = 93).

Das Wildschwein weist die geringsten absoluten Befallszahlen mit Zecken pro Individuum auf. Das arithmetische Mittel beträgt hier 2,1 Zecken/Individuum (± 3,9 Zecken/Individuum), der Median liegt bei 0,0 Zecken/Wildschwein, das untere Quartil bei 0,0, das obere bei 2,0 Zecken/Individuum. Das Maximum der Befallszahlen beträgt 14,0, das Minimum 0,0 Zecken/Tier (Abb. 26).

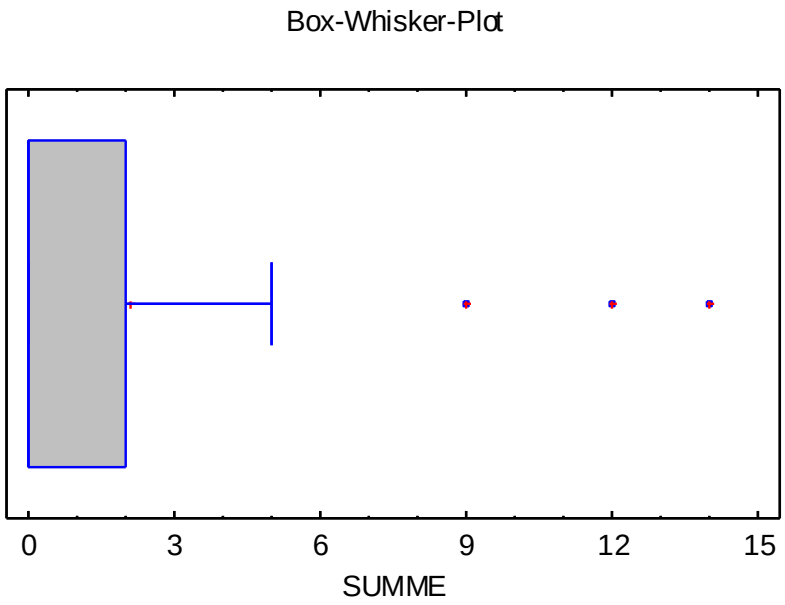

Abb. 26: Boxplotdarstellung der mittleren Befallszahlen mit Zecken der Wirtstierart Wildschwein (n = 26).

Die zwei untersuchten Feldhasen wiesen folgende Befallszahlen mit Zecken auf: An einem Tier wurden keine, an dem anderen sieben Individuen von *Ixodes ricinus* gesammelt.

Von den beiden beprobten Rotfüchsen war einer von zwei Individuen von *Ixodes ricinus* und von drei Individuen von *Dermacentor reticulatus* besiedelt. Am zweiten Fuchs wurden zwei Exemplare von *Ixodes ricinus* gefunden.

3.4 Zeitliche Auftretensschwerpunkte der vorgefundenen Schildzecken-Spezies am Reh

Da, wie eingangs erläutert, für die Beobachtungsperiode durchgängige Daten nur für die Wildart Reh vorliegen, werden die Ergebnisse für die zeitliche Verteilung des Befalls mit Zecken (unabhängig von der Zeckenspezies und vom Entwicklungsstadium) auch nur für diese Wildart dargestellt. Für die Wildarten Rothirsch und Wildschwein liegen zu wenige bzw. nicht gleichmäßig verteilte Daten vor, um aussagekräftige Ergebnisse darstellen zu können. Von den Wildtierarten Rotfuchs und Feldhase sind jeweils nur zwei Individuen in die Probennahme eingegangen, wodurch ebenfalls keine diesbezüglichen Ergebnisse angegeben werden können.

Bei der Wirtstierart Reh wird demnach ein erhöhter Befall mit Zecken/Individuum zwischen den Kalenderwochen 18 und 24, d.h., zwischen Anfang Mai und Mitte Juni festgestellt. Danach fallen die Befallszahlen pro Individuum pro Kalenderwoche ab. Zwischen der Kalenderwoche 39 und 44, d.h., zwischen Ende September und Anfang November kommt es nochmals zu einem leichten Anstieg in den Befallszahlen (Abb. 27).

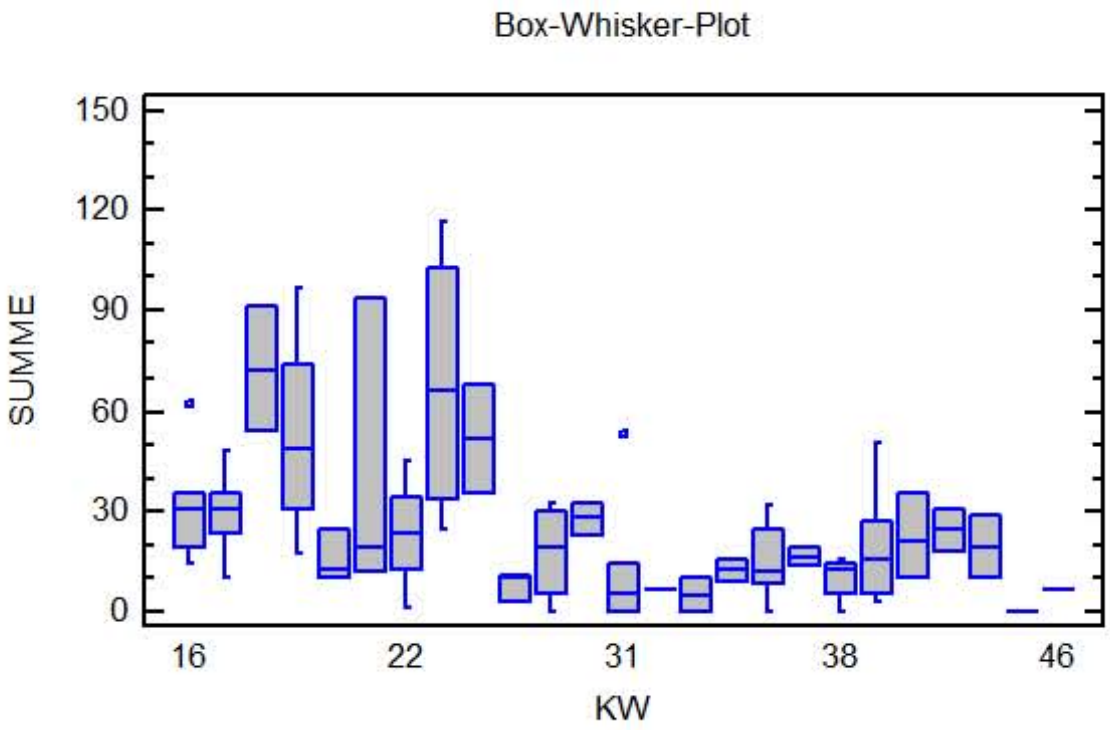

Abb. 27: Mittlere Befallsrate der Wildtierart Reh mit Zecken/Kalenderwoche (KW) (n = 93).

Mittels eines generalisierten linearen Modells (GLM) konnte ein höchst signifikanter Einfluss (p = 0,0004) der Kalenderwoche auf den Befall des Rehes mit Zecken festgestellt werden. Das korrigierte bzw. angepasste Bestimmtheitsmaß (R^2) beträgt 33,30 Prozent. Der Standardfehler der Schätzung beträgt 19,14.

3.5 Einfluss klimatischer Parameter auf das zeitliche Auftreten der vorgefundenen Schildzecken

Im Rahmen dieser Arbeit konnte kein Einfluss von klimatischen Parametern der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) von vier Messstationen auf die zeitliche Verteilung des Auftretens von Zecken an Wildtieren aufgezeigt werden. Mittels der angewandten mehrfachen Regressionen konnten keine plausiblen Ergebnisse berechnet werden.

Für die für das Auftreten von Zecken bedeutenden klimatischen Parameter (Lufttemperatur und relative Luftfeuchte) konnte zwar ein signifikanter Einfluss auf das wöchentliche Auftreten an der Wildtierart Reh gezeigt werden und das R^2 dieser Regression beträgt 53,2 Prozent, jedoch ergibt die Durbin-Watson-Statistik (welche serielle Korrelationen testet) ebenfalls signifikante Ergebnisse.

Darüber hinaus lassen die studentisierten Residuen (diese geben an, inwieweit die Standardabweichungen der Beobachtungswerte vom Modell abweichen) auf starke Abweichungen vom Regressionsmodell schließen. In 65 von 93 Fällen weicht die Standardabweichung des Beobachtungswertes vom Modell ab.

Diese Ergebnisse der multiplen Regression lassen keinen Zusammenhang vermuten, der auf die erfassten abiotischen Einflüsse zurückzuführen ist.

4. Diskussion

4.1 Vorgefundenes Artenspektrum von Schildzecken

Im Rahmen dieser Untersuchung wurden an den fünf untersuchten Wildtierspezies drei Schildzecken-Arten vorgefunden. Es konnten *Ixodes ricinus*, *Haemaphysalis concinna* und *Dermacentor reticulatus* erfasst werden.

HILLYARD (1996) führt sieben Ixodiden-Spezies für die Wildtierarten Reh- und Rotwild als potentielle Wirtstiere an (*Ixodes ricinus, I. canisuga, Dermacentor reticulatus, D. marginatus, Haemaphysalis concinna, H. inermis und H. punctata*). Von diesen Arten kommen nach SIXL & NOSEK (1972) alle im Untersuchungsgebiet vor.

Es konnten an der Wildtierart Reh jedoch nur *I. ricinus* und *H. concinna*, am Rotwild *I. ricinus, H. concinna* und *D. reticulatus* gefunden werden. Es kann vermutet werden, dass die nicht vorgefundenen Zeckenarten andere Wirte bevorzugen oder die vorgefundenen Arten am häufigsten im Untersuchungsgebiet vorkommen.

HILLYARD (1996) gibt für das Wildschwein kein spezifisches Artenspektrum für Zecken an. Aufgrund des Lebensraumes könnten ähnliche Arten wie z.B. beim Rotwild angenommen werden. In dieser Untersuchung wurde am Wildschwein dasselbe Spektrum am Schildzecken wie beim Rotwild gefunden.

Für den Feldhasen und den Rotfuchs gibt HILLYARD (1996) ein breiteres Spektrum an Zeckenspezies als bei den oben angeführten Wildtieren an. Anhand der vorliegenden Daten können hierfür jedoch keine Aussagen getroffen werden, da die Anzahl an untersuchten Individuen gering ist.

4.2 Befallsrate der untersuchten Wirtstiere

Der Vergleich der Befallsraten mit Zecken von Reh, Rothirsch und Wildschwein zeigt, dass an *Cervus elaphus* die höchsten und an *Sus scrofa* die niedrigsten Zahlen beobachtet wurden. Dies könnte einerseits mit der verhältnismäßig großen Körperoberfläche im Vergleich zu den anderen untersuchten Arten zusammenhängen (KIFFNER et al. 2011). Andererseits sucht das Wildschwein, vor allem im Sommer, häufiger als die anderen untersuchten Wildtierspezies, Suhlen zur Körperpflege auf und hat darüber hinaus eine verhältnismäßig derbe Struktur („Schwarte“) der Körperoberfläche (BRIEDERMANN 2009).

Das Reh wird häufig vom Adultstadium von *Ixodes ricinus* befallen und ist in dessen Zyklus ein wichtiger Wirt, der auch in Hinblick auf die Ausbreitung dieser Zeckenspezies von Relevanz ist (KAHL & DAUTEL 2008).

4.3 Zeitliches Auftreten der vorgefundenen Schildzecken

Aussagen zur zeitlichen Verteilung des Auftretens von Schildzecken an den untersuchten Wildtieren können (wie eingangs erwähnt) lediglich zur Wirtstierart Reh getroffen werden. Der Trend, dass die drei vorgefundenen Zeckenarten ein stärkeres Auftreten im Frühsommer (Mai/Juni) und im Herbst (September bis November) zeigen, folgt prinzipiell jenem Verlauf von anderen Studien.

Untersuchungen zum zeitlichen Auftreten in der Vegetation von Ixodiden der Gattungen *Ixodes*, *Haemphysalis* und *Dermacentor* in Ungarn zeigten folgende Peaks im Vorkommen (HORNOK 2009):

- *Ixodes ricinus*: Peaks → April, Mai und September,
- *Dermacentor reticulatus*: Peaks → Februar, März und August bis November,
- *Haemaphysalis concinna*: Peak → April bis Juni.

Eine weitere ungarische Studie zur Zeckenfauna von Rotfüchsen zeigt folgende saisonale Verteilungen. Dieselben Arten wurden auch in vorliegender Untersuchung beobachtet (SZÉLL et al. 2006):

- *Ixodes ricinus*: Peaks → April bis Juni und September, Oktober,
- *Dermacentor reticulatus*: Peaks → April und September bis November,
- *Haemaphysalis concinna*: Peak → Mai bis Juli.

HILLYARD (1996) gibt folgende Auftretensschwerpunkte der drei in dieser Untersuchung gefundenen Zeckenspezies für Nordwesteuropa an:

- *Ixodes ricinus*: Peaks → April bis Juni und Herbst,
- *Dermacentor reticulatus*: Peaks → Mai, Juni und August bis November,
- *Haemaphysalis concinna*: Peaks → Mai, Juni und Oktober.

Ein wichtiger Aspekt, der an dieser Stelle angemerkt werden muss, ist, dass durch die hier angewandte Untersuchungsmethodik der Untersuchungszeitraum durch die Bestimmungen des burgenländischen und niederösterreichischen Landesjagdgesetzes eingeschränkt ist. Somit kann die gesamte saisonale Verteilung nicht abgebildet werden!

4.4 Einfluss klimatischer Faktoren auf das zeitliche Auftreten der vorgefundenen Schildzecken

Es konnte kein Einfluss der in die Untersuchung miteinbezogenen klimatischen Parameter von Wetterstationen der ZAMG auf das Auftreten von Schildzecken gezeigt werden. Es kann angenommen werden, dass die meteorologischen Gegebenheiten, die von den vier ausgewählten Wetterstationen aufgezeichnet wurden, keinen direkten Einfluss auf die Besiedlung der Wirtstiere durch Zecken haben. Möglicherweise ist die Auflösung der Daten zur Widerspiegelung der klimatischen Faktoren für die Schildzecken in dieser Arbeit zu grob, bei denen mikroklimatische Gegebenheiten nicht ausreichend abgebildet werden.

In Studien, die in der Tschechischen Republik durchgeführt wurden, war es ebenfalls kaum möglich Korrelationen zwischen klimatischen Parametern und der Zeckenaktivität zu finden. Es wird häufig ein Schwerpunkt des Auftretens im Frühsommer beobachtet. Ein zweiter Schwerpunkt im Herbst hängt stark von den Niederschlagsverhältnissen und der damit in Verbindung stehenden Bodenfeuchte im Sommer zusammen. Als wichtiger Aspekt, der das Auftreten von Zecken während des Jahres beeinflusst, ist die spezifische, intrinsische Phänologie der betrachteten Spezies zu beachten (DANIEL et al. 2006).

Es kann angenommen werden, dass für die Zecke eher mikroklimatische Parameter von Bedeutung sind und diese in jedem einzelnen Fall betrachtet werden müssen (KAHL & DAUTEL 2008, DAUTEL 2010).

Des Weiteren kann angenommen werden, dass die aktuellen Wetterverhältnisse für eine Zecke von untergeordneter Bedeutung sind, wenn ein Wirt einmal besiedelt wurde und somit das „Mikroklima am Wirt“ in den Vordergrund rückt.

Darüber hinaus können das räumliche Verhalten und der damit verbundene Wechsel von unterschiedlichen Lebensräumen von Wildtieren Faktoren sein, die es schwierig machen, diesbezügliche Aussagen zu treffen.

4.5 Gedanken zum heutigen und zukünftigen Auftreten von Schildzecken in Mitteleuropa und deren Bedeutung als Überträger von Krankheitserregern

Zecken sind neben Stechmücken die bedeutendsten Vektoren von Krankheitserregern in Mitteleuropa. Weltweit erkranken jährlich hunderte Millionen Menschen an von Arthropoden übertragenen Erregern und bis zu 3 Millionen Menschen sterben jährlich daran (ASPÖCK 2010).

Bei diesen übertragenen Erregern spielen häufig verschiedene Wildtiere als Reservoir dieser Organismen eine Rolle (ASPÖCK 2007). Neben den hier untersuchten Arten kommt vor allem Kleinsäugern (Insectivora, Rodentia) eine große Bedeutung als Erregerreservoir zu (PICHON et al. 2006, ASPÖCK 2007, BOYARD et al. 2008). Großsäuger hingegen (Reh, Rotwild, Wildschwein) scheinen eine weniger bedeutende Rolle für das Bestehen des Zyklus zu spielen, jedoch kommt ihnen Bedeutung bei der Verbreitung von Erregern durch ihren großen Aktionsradius zu (DAUTEL & KAHL 2009, DOBLER & ASPÖCK 2010). Des Weiteren spielen Großsäuger eine wichtige Rolle bei der Aufrechterhaltung von Zeckenpopulationen, da die adulten Stadien zur Blutaufnahme diese benötigen (STANEK 2005).

Dieser Einfluss von Zecken als Vektoren wird in Zukunft an Bedeutung gewinnen. Dies kann aufgrund von prognostizierten Modellen zur Erhöhung der Jahresdurchschnittstemperaturen zwischen 1,4 bis 5,8 °C bis 2100 angenommen werden (HARVELL et al. 2002). Im Allgemeinen ist bei steigenden Temperaturen eine schnellere Entwicklung von Zecken möglich (DAUTEL & KAHL 2009).

Im Zusammenhang mit steigenden Temperaturen konnten Verschiebungen der Verbreitungsareale von Zeckenarten, in erster Linie von *Ixodes ricinus*, beobachtet werden. Hierbei kommt es aufgrund der Ansprüche gegenüber Temperatur und Luftfeuchte zu einer Verlagerung der Verbreitung von niedrigen in höhere Lagen. Es konnten Verschiebungen um bis zu 400 Höhenmeter in ca. 30 Jahren beobachtet werden, obwohl die Individuendichte mit zunehmender Seehöhe abnahm (DANIEL 1993, DANIEL et al. 2003, DANIEL et al. 2004, MATERNA et al. 2005, DANIELOVÁ et al. 2008, GRAY et al. 2009).

Neben der vertikalen Verschiebung der Verbreitungsareale von Zecken konnten in den letzten Dekaden auch Veränderungen im Auftreten von Krankheitserregern mit der Seehöhe beobachtet werden. Bei Untersuchungen zur Prävalenz von *Borrelia burgdorferi* s. l. in *Ixodes ricinus* im Alpenraum konnten innerhalb von 30 Jahren Verschiebungen in der Seehöhe von bis zu 400 m festgestellt werden, die höchsten Nachweise von *B. burgdorferi* s. l. beispielsweise in der Steiermark liegen bei 1350 m Seehöhe (STÜNZNER et al. 2006).

Ein weiterer klimatischer Aspekt, der beachtet werden muss, sind tiefe Wintertemperaturen und die damit in Verbindung stehende Überwinterungsfähigkeit von *Ixodes ricinus*. Bei mehrwöchigen Expositionen bei Temperaturen von -10 °C konnten Mortalitäten von mehr als 50 % der untersuchten Population beobachtet werden (GRAY et al. 2009, DAUTEL 2010). An Zecken der Gattung *Ixodes* in Nordamerika konnte jedoch gezeigt werden, dass Individuen, die Erreger aus der Gruppe der Anaplasmen in sich trugen, höhere Resistenzen gegenüber Kälte besaßen (DONGUS 2013). Es ist im Allgemeinen anzunehmen, dass der Verbreitung von *Ixodes ricinus* in Mitteleuropa in Zukunft durch tiefe Wintertemperaturen keine Grenzen gesetzt sein werden, da auch in menschlichen Einrichtungen die Möglichkeit zur Überwinterung bei milderen Temperaturen gegeben ist (KAHL & DAUTEL 2008, DAUTEL 2010). Es werden in manchen Gebieten (v.a. mit spärlicher Vegetation und Bodenstreu) eher heiße, trockene Sommer sein, die dem Auftreten Grenzen setzen (KAHL & DAUTEL 2008).

Die unterschiedliche Toleranz gegenüber niedrigen Temperaturen und der Einfluss der Schneebedeckung sowie das Vorhandensein niedermolekularer Frostschutzmittel sind noch unzureichend untersucht, jedoch muss dies bei einer Verlagerung dieser Zeckenart in höhere Lagen beachtet werden (DAUTEL 2010).

4.6 Ausblick

Wie bereits eingangs erwähnt, stellt diese Untersuchung nur ein Mosaiksteinchen im großen Komplex der Bedeutung von Arthropoden, und im Speziellen von Zecken, als Vektoren von Krankheitserregern dar.

Eine Folgeuntersuchung, zur Evaluation des Artenspektrums an Zecken, könnte in z.B. 10 Jahren durchgeführt werden, um etwaige Veränderungen feststellen zu können. Darüber hinaus könnten Zeckenaufsammlungen aus der Vegetation (durch Schleppen mit Tüchern) durchgeführt werden.

Als weiterführende Untersuchung kann ein Screening der aufgesammelten Zecken auf Krankheitserreger der unterschiedlichen Organismengruppen erfolgen (wichtige Erreger: FSME-Virus, *Borrelia* spp. etc.), jedoch soll nochmals der hohe Stellenwert von Kleinsäugern als Erregerreservoir betont werden. Eine Untersuchung des Ixodiden-Spektrums dieser Tiergruppen könnte ebenfalls aufschlussreiche Ergebnisse liefern.

5. Literatur

ASPÖCK, H. (2007): Klimawandel und die Ausbreitung von Krankheiten: Durch Arthropoden übertragene Infektionen in Mitteleuropa. – *Entomologia romania* **12**: 343-362.

ASPÖCK, H. (2008): Durch Arthropoden übertragene Erreger von Infektionen des Menschen in Mitteleuropa – ein Update. – *Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für allgemeine und angewandte Entomologie* **16**: 371-392.

ASPÖCK, H. (2010): Krank durch Arthropoden: Gliederfüßer als Erreger und Überträger von Krankheiten des Menschen. Grundlagen und Überblick. – In: ASPÖCK, H. (Hrsg.): Krank durch Arthropoden. *Denisia* **30**: 11-32. 888 pp.

ASPÖCK, U. & H. ASPÖCK (2010): Arthropoda – ein Fascinosum. Zur Biodiversität und Systematik der erfolgreichsten Metazoa im Spiegel ihrer medizinischen Bedeutung. – In: ASPÖCK, H. (Hrsg.): Krank durch Arthropoden. *Denisia* **30**: 33-80. 888 pp.

ASPÖCK, H. & G. DOBLER (2010): Durch Arthropoden übertragene Viren – Steckbrief und Überblick. – In: ASPÖCK, H. (Hrsg.): Krank durch Arthropoden. *Denisia* **30**: 457-466. 888 pp.

BABOS, S. (1964): Die Zeckenfauna Mitteleuropas. – Akadémiai Kiadó, Budapest. 410 pp.

BARKER, S.C. & A. MURRELL (2008): Systematics and evolution of ticks with a list of valid genus and species names. – In: BOWMAN, A.S. & P. NUTTALL (Hrsg.): Ticks. Biology, Diseases and Control: 1-39. Cambridge University Press, Cambridge. 506 pp.

BLJV (2013): Homepage des Burgenländischen Landesjagdverbandes. – www.bljv.at. Abruf: 15.8.2013.

BOYARD, C, G. VOURC'H & J. BARNOUIN (2008): The relationship between *Ixodes ricinus* and small mammal species at the woodland-pasture interface. – *Experimental and Applied Acarology* **44**: 61-76.

BRIEDERMANN, L. (2009): Schwarzwild. – Kosmos Verlag, Stuttgart. 598 pp.

CAMPBELL, N.A. & J.B. REESE (2009): Biologie. – Pearson Studium, 8. Auflage, München. 1918 pp.

DANIEL, M. (1993): Influence of the microclimate on the vertical distribution of the tick *Ixodes ricinus* (L.) in Central Europe. – *Acarologia* **34**: 105-113.

DANIEL, M., V. DANIELOVA, B. KRIZ, A. JIRSA & J. NOZICKA (2003): Shift of the tick *Ixodes ricinus* and tick-borne encephalitis to higher altitudes in central Europe. – *European Journal of Clinical Microbiology and Infectious Diseases* **22**: 327-328.

DANIEL, M., V. DANIELOVA, B. KRIZ & I. KOTT (2004): An attempt to elucidate the increased incidence of tick-borne encephalitis an its spread to higher altitudes in the Czech Republic. – *International Journal of Medical Microbiology* **293** Supplement 37: 55-62.

DANIEL, M., K. ZITEK, V. DANIELOVÁ, B. KRIZ, J. VALTER & I. KOTT (2006): Risk assessment and prediction of *Ixodes ricinus* tick questing activity and human tick-borne encephalitis infection in space and time in the Czech Republic. – *International Journal of Medical Microbiology* **296** S1: 41-47.

DANIELOVÁ, V., S. KLIEGROVÁ, M. DANIEL & C. BENES (2008): Influence of climate warming on tick-borne encephalitis expansion to higher altitudes over the last decade (1997-2006) in the highland region (Czech Republic). – *Central European Journal of Public Health* **16** (1): 4-11.

DAUTEL, H. (2010): Zecken und Temperatur. – In: ASPÖCK, H. (Hrsg.): Krank durch Arthropoden. *Denisia* **30**: 149-170. 888 pp.

DAUTEL, H. & O. KAHL (2009): Die Auwaldzecke breitet sich aus. Eine Vektorzecke überträgt Krankheiten vor allem auf Tiere. – *LWF Waldforschung aktuell* **73**: 28-29.

DOBLER, G. & H. ASPÖCK (2010): Durch Zecken übertragene Arboviren als Erreger von Infektionen des Menschen. – In: ASPÖCK, H. (Hrsg.): Krank durch Arthropoden. *Denisia* **30**: 467-500. 888 pp.

DONGUS, H. (2013): Zecken: Urgestein und Überlebenskünstler. – *MSD Tiergesundheit news* **1**: 2-3.

EFSA (EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY) (2010): Scientific Opinion on Geographic Distribution of Tick-Borne Infections and their Vectors in Europe and the other Regions of the Mediterranean Basin. – *EFSA Journal* **8** (9): 1723. 280 pp.

ESTRADA-PENA, A. & F. JONGEJAN (1999): Ticks feeding on humans: a review of records on human-biting Ixodoidea with special reference to pathogen transmission. – *Experimental and Applied Acarology* **23**: 685-715.

GÄBLER, C. (1995): Bundesversuchswirtschaft Königshof. Forsteinrichtungswerk, Allgemeiner Teil. – Rettenegg. 172 pp.

GRAY, J.S., H. DAUTEL, A. ESTRADA-PENA, O. KAHL & E. LINDGREN (2009): Effects of Climate Change on Ticks and Tick-Borne Diseases in Europe. – Interdisciplinary Perspectives on Infectious Diseases. Hindawi Publishing Corporation. 12 pp.

GRIMALDI, D. & M.S. ENGEL (2005): Evolution of the Insects. – Cambridge University Press, Cambridge, New York, Melbourne, Madrid, Cape Town, Singapore, Sao Paulo. 755 pp.

HABEDANK, B., J.-F. GRAF, H. BRIEGEL & T. HIEPE (2006): Arthropoda. – In: HIEPE, T., R. LUCIUS & B. GOTTSTEIN (Hrsg.): Allgemeine Parasitologie: 142-187. Parey, MVS Medizinverlag, Stuttgart. 477 pp.

HARVELL, C.D., C.E. MITCHELL, J.R. WARD, S. ALTIZER, A.P. DOBSON, R.S. OSTFELD & M.D. SAMUEL (2002): Climate Warming and Disease Risks for Terrestrial and Marine Biota. – *Science* **296**: 2158-2162.

HILLYARD, P.D. (1996): Ticks of North-West Europe. – *Synopses of the British Fauna (New Series)* **52**: 1-131.

HORNOK, S. (2009): Allochronic seasonal peak activities of *Dermacentor* and *Haemaphysalis* spp. under continental climate in Hungary. – *Veterinary Parasitology* **163**: 366-369.

KAHL, O. & H. DAUTEL (2008): Zur Biologie und Ökologie von Zecken und ihrer Ausbreitung nach Norden. – In: LOZÁN, J.L., H. GROß, G. JUDRITZKY, L. KARBE & K. REISE (Hrsg.): Warnsignal Klima: Gesundheitsrisiken – Gefahren für Pflanzen, Tiere & Menschen: 215-218. 384 pp.

KIFFNER, C., C. LÖDIGE, M. ALINGS, T. VOR & F. RÜHE (2011): Attachment site selection of ticks on roe deer, *Capreolus capreolus*. – *Experimental and Applied Acarology* **53**: 79-94.

KILIAN, W., F. MÜLLER & F. STARLINGER (1994): Die forstlichen Wuchsgebiete Österreichs. Eine Naturraumgliederung nach waldökologischen Gesichtspunkten. – Forstliche Bundesversuchsanstalt, Wien. 60 pp.

KRANTZ, G.W. (2009): Form and Function. – In: KRANTZ, G.W. & D.E. WALTER (Hrsg.): A Manual of Acarology: 5-53. Texas Tech University Press, 3. Auflage, Lubbock, Texas. 807 pp.

KRENN, H.W. & H. ASPÖCK (2010): Bau, Funktion und Evolution der Mundwerkzeuge blutsaugender Arthropoden. – In: ASPÖCK, H. (Hrsg.): Krank durch Arthropoden. *Denisia* **30**: 81-108. 888 pp.

KRENN, H.W. & H. ASPÖCK (2012): Form, function and evolution of the mouthparts of blood-feeding Arthropoda. – *Arthropod Structure & Development* **41**: 101-118.

LATSCHA, H.P. & U. KAZMAIER (2008): Chemie für Biologen. – Springer Verlag, 3. Auflage, Berlin, Heidelberg. 735 pp.

LUCIUS, R. & B. LOOS-FRANK (2008): Biologie von Parasiten. – Springer Verlag, 2. Auflage, Berlin, Heidelberg. 552 pp.

MATERNA, J., M. DANIEL & V. DANIELOVA (2005): Altitudinal distribution limit of the tick *Ixodes ricinus* shifted considerably towards higher altitudes in Central Europe: Results of three years Monitoring in the Krkonose Mts. (Czech Republic). – *Central European Journal of Public Health* **13** (1): 24-28.

MORTIMER, C. & U. MÜLLER (2007): Chemie. Das Basiswissen der Chemie. – Georg Thieme Verlag, 9. Auflage, Stuttgart. 766 pp.

MUTSCHMANN, F. (2006): Parasitosen der Reptilien. – In: SCHNIEDER, T. (Hrsg.): Veterinärmedizinische Parasitologie: 739-769. Paul Parey Verlag, 6. Auflage, Berlin. 785 pp.

NOELJV (2013): Homepage des Niederösterreichischen Landesjagdverbandes. – www.noeljv.at. Abruf: 15.8.2013.

NOSEK, J. (1971): The Ecology, Bionomics and Behaviour of *Haemaphysalis* (*Haemaphysalis*) *concinna* Tick. – *Zeitschrift für Parasitenkunde* **36**: 233-241.

NOSEK, J & W. SIXL (1972): Central-European Ticks (Ixodoidea). Key for determination. – *Mitteilungen der Abteilung für Zoologie am Landesmuseum Joanneum* **1** (2): 61-92.

PENZLIN, H. (2005): Lehrbuch der Tierphysiologie. – Spektrum Akademischer Verlag, 7. Auflage, Heidelberg. 964 pp.

PFISTER, K. (2006a): Arthropodenbefall bei Wiederkäuern. – In: SCHNIEDER, T. (Hrsg.): Veterinärmedizinische Parasitologie: 235-292. Paul Parey Verlag, 6. Auflage, Berlin. 785 pp.

PFISTER, K. (2006b): Arthropodenbefall bei Hund und Katze. – In: SCHNIEDER, T. (Hrsg.): Veterinärmedizinische Parasitologie: 521-560. Paul Parey Verlag, 6. Auflage, Berlin. 785 pp.

PICHON, B., A. ESTRADA-PENA, O. KAHL, A. MANNELLI & J.S. GRAY (2006): Detection of animal reservoirs of tick-borne zoonoses in Europe. – *International Journal of Medical Microbiology* **296**: 129-130.

PROSL, H. & E. KUTZER (1986): Zur Verbreitung der Braunen Hundezecke *Rhipicephalus sanguineus* (Latreille 1806) in Österreich und deren Bekämpfungsmöglichkeiten. – *Mitteilungen der Österreichischen Gesellschaft für Tropenmedizin und Parasitologie* **8**: 173-179.

RADDA, A., I. BURGER, G. STANEK & G. WEWALKA (1986): Austrian hard ticks as vectors of *Borrelia burgdorferi*. – *Zentralblatt für Bakteriologie, Mikrobiologie und Hygiene*. Series A **263**: 79-82.

RANDOLPH, S.E. (2008): The impact of tick ecology on pathogen transmission dynamics. – In: BOWMAN, A.S. & P. NUTTALL (Hrsg.): Ticks. Biology, Diseases and Control: 40-72. Cambridge University Press, Cambridge. 506 pp.

REHBEIN, S. (2006): Arthropodenbefall bei Einhufern. – In: SCHNIEDER, T. (Hrsg.): Veterinärmedizinische Parasitologie: 347-358. Paul Parey Verlag, 6. Auflage, Berlin. 785 pp.

SAUBERER, N. & G. GRABHERR (1995): Fachliche Grundlagen zur Umsetzung der FFH-Richtlinie in Österreich. – Umweltbundesamt, Reports 115. 95 pp.

SIXL, W. (1970): Das Auftreten von *Hyalomma aegyptum* in Österreich. – *Mitteilungen des Naturwissenschaftlichen Vereins für Steiermark* **100**: 453-454.

SIXL, W. (1972): Drei weitere Zeckenarten in Österreich. – *Mitteilungen der Abteilung für Zoologie am Landesmuseum Joanneum* **1**: 51-52.

SIXL, W. & J. NOSEK (1972): Zur medizinischen Bedeutung der Zecken Österreichs. – *Mitteilungen der Abteilung für Zoologie am Landesmuseum Joanneum* **1** (2): 29-50.

SONENSHINE, D.E. (1991): Biology of Ticks. Volume 1. – Oxford University Press, New York, Oxford. 447 pp.

SONENSHINE, D.E. (1993): Biology of Ticks. Volume 2. – Oxford University Press, New York, Oxford. 465 pp.

STANEK, G. (2002): Durch Zecken übertragene Krankheitserreger in Mitteleuropa. – *Denisia* **6**: 477-496.

STANEK, G. (2005): Durch Zecken übertragene Krankheitserreger (Tick-Transmitted Diseases). – *Antibiotikamonitor* **18** (5): 1-30.

STANEK, G. (2009): Büchse der Pandora: Krankheitserreger in *Ixodes ricinus*-Zecken in Mitteleuropa. – *Wiener Klinische Wochenschrift* **121**: 673-683.

STANEK, G. (2010): Borreliosen. – In: ASPÖCK, H. (Hrsg.): Krank durch Arthropoden. *Denisia* **30**: 605-624. 888 pp.

STÜNZNER, D., Z. HUBÁLEK, J. HALOUZKA, I. WENDELIN, W. SIXL & E. MARTH (2006): Prevalence of *Borrelia burgdorferi* sensu lato in the tick *Ixodes ricinus* in the Styrian Mountains of Austria. – *Wiener Klinische Wochenschrift* **118/21-22**: 682-685.

SZÉLL, Z., Z. SRÉTER-LANCZ, K. MÁRIALIGETI & T. SRÉTER (2006): Temporal distribution of *Ixodes ricinus*, *Dermacentor reticulatus* and *Haemaphysalis concinna* in Hungary. – *Veterinary Parasitology* **141**: 377-379.

TOWNSEND, C.R., J.L. HARPER & M.E. BEGON (2003): Ökologie. – Springer Verlag, 2. Auflage, Berlin, Heidelberg, New York. 647 pp.

WALOCHNIK, J. & H. ASPÖCK (2010): Zecken, Babesien und Babesiose – die Rindermalaria beim Menschen. – In: ASPÖCK, H. (Hrsg.): Krank durch Arthropoden. *Denisia* **30**: 717-731. 888 pp.

WEHNER, R. & W. GEHRING (2007): Zoologie. – Georg Thieme Verlag, 24. Auflage, Stuttgart, New York. 954 pp.

WESTHEIDE, W. & R. RIEGER (Hrsg.): Spezielle Zoologie, Teil 1: Einzeller und Wirbellose Tiere. – Elsevier GmbH, Spektrum Akademischer Verlag, 2. Auflage, München. 976 pp.

ZAMG (2013): Homepage der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik. – www.zamg.ac.at. Abruf: 24.4.2013.

6. Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Übersichtskarte des Untersuchungsgebiets (rot umrandet). Quelle: HFVBN. 22
Abb. 2: Charakteristische Jungwuchsfläche im Untersuchungsgebiet (v.a. Eiche, Hainbuche, Linde, Buche). Quelle: G. Schebeck. 24
Abb. 3: Landschaftsform im Osten des Untersuchungsgebiets (abwechselnde Wiesen-, Strauch- und Waldflächen). Quelle: G. Schebeck. 24
Abb. 4: Altholzbestand aus Rotbuche und Hainbuche. Quelle: G. Schebeck. 25
Abb. 5: Mehrschichtiger Bestand aus Eiche und Hainbuche. Quelle: G. Schebeck. 25
Abb. 6: Imago (männlich) von *Ixodes ricinus* (dorsal). Quelle: M. Schebeck. 35
Abb. 7: Imago (männlich) von *Ixodes ricinus* (ventral). Quelle: M. Schebeck. 35
Abb. 8: Imago (weiblich) von *Ixodes ricinus* (dorsal). Quelle: M. Schebeck. 36
Abb. 9: Imago (weiblich) von *Ixodes ricinus* (ventral). Quelle: M. Schebeck. 36
Abb. 10: Nymphe von *Ixodes ricinus* (dorsal). Quelle: M. Schebeck. 37
Abb. 11: Nymphe von *Ixodes ricinus* (ventral). Quelle: M. Schebeck. 37
Abb. 12: Imago (männlich) von *Haemaphysalis concinna* (dorsal). Quelle: M. Schebeck. 39
Abb. 13: Imago (männlich) von *Haemaphysalis concinna* (ventral). Quelle: M. Schebeck. 39
Abb. 14: Imago (weiblich) von *Haemaphysalis concinna* (dorsal). Quelle: M. Schebeck. 40
Abb. 15: Imago (weiblich) von *Haemaphysalis concinna* (ventral). Quelle: M. Schebeck. 40
Abb. 16: Nymphe von *Haemaphysalis concinna* (dorsal). Quelle: M. Schebeck. 41
Abb. 17: Nymphe von *Haemaphysalis concinna* (ventral). Quelle: M. Schebeck. 41
Abb. 18: Imago (männlich) von *Dermacentor reticulatus* (dorsal). Quelle: M. Schebeck. 43
Abb. 19: Imago (weiblich) von *Dermacentor reticulatus* (dorsal). Quelle: M. Schebeck. 43
Abb. 20: Imago von *Dermacentor reticulatus* (ventral). Quelle: M. Schebeck. 44
Abb. 21: Arttypische Ausformung der Coxen des 1. Beinpaares von *Dermacentor reticulatus*. Quelle: M. Schebeck. 44
Abb. 22: Arttypische Ausformung der Mundwerkzeuge (dorsal) von *Dermacentor reticulatus*. Quelle: M. Schebeck. 44
Abb. 23: Boxplot-Darstellung der mittleren Befallszahlen mit Zecken der Wirtstierarten Reh, Rothirsch und Wildschwein (n = 127). 45
Abb. 24: Boxplot-Darstellung der mittleren Befallszahlen mit Zecken der Wirtstierart Rothirsch (n = 8). 46
Abb. 25: Boxplot-Darstellung der mittleren Befallszahlen mit Zecken der Wirtstierart Reh (n = 93). 47

Abb. 26: Boxplotdarstellung der mittleren Befallszahlen mit Zecken der Wirtstierart Wildschwein (n = 26).....48
Abb. 27: Mittlere Befallsrate der Wildtierart Reh mit Zecken/Kalenderwoche (KW) (n = 93).....50

7. Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Absolute und relative Anteile der untersuchten Wildtierspezies. 27