

Aus dem Department für Pathobiologie
der Veterinärmedizinischen Universität Wien

Institut für Parasitologie

(LeiterIn: Dipl.EVPC Univ.-Profⁱⁿ Drⁱⁿ med.vet. Anja Joachim)

**Zeckenpopulationen in österreichischen Städten und dem daraus resultierenden,
potenziellen Infektionsrisiko für Mensch und Tier**

Diplomarbeit

Veterinärmedizinische Universität Wien

vorgelegt von

Anne-Cécile Zeller

Wien, im März 2021

Betreuer:

Priv-Doz. Dr. rer. nat. Georg Gerhard Duscher

AGES - Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH

Institut für Parasitologie

Department für Pathobiologie der Veterinärmedizinischen Universität Wien

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Motivation	1
1.2	Nullhypothese	2
1.3	Alternativhypothese	2
1.4	Praktischer Teil	2
1.5	Literaturrecherche	3
1.6	Die Zecke	3
1.6.1	Entwicklungszyklus am Beispiel von <i>Ixodes ricinus</i> (Holzbock)	7
1.6.2	Zwischenwirte des Holzbocks	8
1.6.3	Klassifizierung der Zecken	9
1.6.4	Übertragbare Krankheiten	10
1.6.5	Relevante Krankheiten für Menschen	10
1.6.6	Relevante Krankheiten für Tiere	13
2	Material und Methoden	17
2.1	Praktischer Teil	17
2.1.1	Material	17
2.1.2	Flagg-Methode	18
2.1.3	Drag-Methode	19
2.1.4	Konservieren und Lagern	19
2.1.5	Typisierung und PCR-Pool-Einteilung	20
2.2	Literaturrecherche	20
3	Ergebnisse aus dem eigenen Sammelversuch	22
4	Diskussion	28
4.1	Vorkommen von Zecken	28
4.2	Gründe für geringe Zeckenmengen bei Sammelversuchen	29
4.3	Kontaktrate	31
4.4	Risikobewertung	33
4.5	Prävalenz und Exposition	34
4.6	Verbauung	36
4.7	Grünflächen	36

4.8	Verfügbarkeit von Wirten	40
4.9	Vergleich von Sammelergebnissen.....	42
5	Zusammenfassung.....	45
5.1	Deutsch	45
5.2	Englisch	47
6	Abbildungs-/ Tabellenverzeichnis.....	49
	Literaturverzeichnis.....	Error! Bookmark not defined.

Danksagung

Ich möchte mich allgemein bei all denjenigen bedanken, die mich während der Erstellung der Diplomarbeit kräftig unterstützt und motiviert haben.

Besonderer Dank gilt dabei meinem Betreuer Herrn Dr. rer. nat. Priv.-Doz. Georg Duscher, der mein Projekt von Anfang an unterstützt hat, auch als der praktische Teil nicht ganz reibungslos verlief war er immer erreichbar und um Alternativen und Lösungen bemüht. Herr Dr. rer. nat. Priv.-Doz. Duscher hat sich stets Zeit für mein Projekt genommen, hatte immer ein offenes Ohr und konnte mir viele Tipps geben.

Des Weiteren bedanke ich mich bei meinen Freunden, die mich stets kräftig motivierten oder durch hartnäckiges Nachfragen anspornten, ein paar Mal mehr auf Zeckenjagd zu gehen.

Ich danke meiner Familie, die stets die Augen nach neuen Artikeln zu meinem Thema offenhielt. Meiner Schwester, mit der ich immer offen und ehrlich sprechen konnte und auch meinen Eltern, die mich immer sowohl psychisch als auch finanziell unterstützt haben, und keinen Zweifel daran hatten, dass auch ich einmal die Diplomarbeit fertigstelle.

Doch vor allem danke ich meinem Mann Finn für die zahlreichen Momente, in denen er mich ausgehalten, motiviert und aufgebaut hat, weil er immer an mich glaubte.

1 Einleitung

1.1 Motivation

Zecken sind allgegenwärtig.

Oft leben sie unbemerkt in unserer Umgebung. Wer eine Zecke an sich oder seinem Haustier entdeckt erschrickt schnell. Durch Unwissenheit und viele Mythen entsteht vor den kleinen Lebewesen schnell eine große Angst.

Keiner weiß so richtig wie sie funktionieren, keiner möchte sich mit diesen Tieren richtig auseinandersetzen. Jedoch weiß fast jeder, dass Zecken die „Bösen Krankheitsüberträger“ sind. Aber ist das wirklich so?

Und variiert das vielleicht nicht von Jahr zu Jahr oder von Ort zu Ort?

Ich selbst bin auf dem Land aufgewachsen und hatte früh mit dem Thema „Zecke“ zu tun.

Vor allem in ländlichen Gegenden wird einem sehr schnell beigebracht, sich regelmäßig nach dem Spaziergang abzusuchen, nicht unbedingt durch dichtes Gestrüpp zu gehen, und Zecken beim Herausziehen nicht zu quetschen oder zu lange zu stressen.

In städtischen Gebieten scheint die Hysterie vor Zecken so gut wie verflogen zu sein. Zeckenstiche scheinen dort eine untergeordnete Rolle zu spielen.

Zecken- Das ist doch nur etwas, das es auf dem Land gibt.

Das scheint auf den ersten Blick logisch: Viel Stadt → wenig Grün → wenig Zecken. Aber ist das denn auch so? Und enthalten diese Zecken dann auch weniger Krankheitserreger?

Ich wollte mich mit dem Thema Zeckenpopulationen in österreichischen Städten und den daraus resultierenden, potenziellen Infektionsrisiken auseinandersetzen. Ich möchte einige Mythen unter die Lupe nehmen und außerdem an Hand von vorangegangenen Studien vergleichen, ob tatsächlich die Gefahr eines Zecken-Stiches, und somit einer potenziellen Infektion von Haustieren in der Stadt geringer ist als in anderen Gegenden.

Die Resultate sollen komprimiert auf das Wichtigste, und leicht verständlich sein, damit jeder sich am Ende sein eigenes Bild machen kann.

1.2 Nullhypothese

Die Nullhypothese dieser Arbeit lautet:

In städtischen Regionen Österreichs und auf dem Campus der Veterinärmedizinischen Universität Wien gibt es keine Zecken oder weniger Zecken als in anderen Regionen.

1.3 Alternativhypothese

Für diese Arbeit wurde folgende Alternativ-Hypothese formuliert:

In städtischen Regionen Österreichs und auf dem Campus der Veterinärmedizinische Universität Wien gibt es gleich viele Zecken wie in anderen Regionen.

Mit wissenschaftlich fundierten Recherchen wird erläutert, ob und welche Populationsgrößen von Zecken in Wien gefunden werden können, speziell auf dem Campus der Veterinärmedizinischen Universität Wien. Zudem wird untersucht, ob und welche Erreger sie in sich tragen. Somit kann bestimmt werden, ob auf diesem hoch frequentieren Gelände ein potenziell höheres Risiko einer Ansteckung von durch Zecken übertragbaren Krankheiten gegeben ist.

1.4 Praktischer Teil

Im praktischen Teil war ursprünglich geplant, eine repräsentative Menge an Zecken auf dem Campus der Veterinärmedizinischen Universität Wien zu sammeln und anschließend sowohl zu typisieren als auch auf Krankheitserreger zu untersuchen. Die Kartierung des Campusgeländes ermöglicht hierbei genau zu erfassen, in welchen Regionen (z.B. Hundezonen oder Gestrüpp) die meisten Zeckenfunde gemacht werden können.

Durch den erfolglosen Versuch, Zecken auf dem Campus der Veterinärmedizinischen Universität Wien zu sammeln wurde das Projekt erweitert und neue Gebiete wurden hinzugenommen. Erfolgsversprechender schien die gut besuchte (Hunde)-Wiese in Hirschstetten.

1.5 Literaturrecherche

Nachdem das Sammeln von Zecken weder am Campus noch in anderen Gegenden Wiens gelang wurde die Literaturrecherche erweitert.

Die Recherche soll zeigen, ob in österreichischen Städten weniger Zecken mit weniger Erregern zu finden sind als in anderen Gegenden. Anschließend wird besprochen, wie dem Befall von Zecken vorgebeugt werden kann und somit Mensch und Tier ein Stück weit vor den übertragbaren Krankheitserregern geschützt werden können.

1.6 Die Zecke

Zecken (*Ixodida*) gehören zur Klasse der sog. Spinnentiere (*Arachnida*), genauer zur Unterklasse der Milben (*Acari*) (Deplazes et al. 2013, Gern 2005, Schulze et al. 2001, Wendt et al. 2019).

Sie leben parasitär und benötigen daher ein Wirbeltier als Wirt um Blut zu saugen. Nur so können sie überleben und ihren Lebenszyklus fortführen (Gern 2005, Wendt et al. 2019).

Zecken haben einen zwei-geteilten, linsenförmigen Körper. Dieser besteht aus dem mit Mundwerkzeugen und Tastorganen ausgestatteten Kopfteil (*Gnathosoma*) und dem beintragenden Rumpf (*Idiosoma*). Sowohl die Nymphe als auch die adulte Zecke besitzt acht Beine, die Larven sechs Beine (Deplazes et al. 2013, Gern 2005, Wendt et al. 2019).

Die Mundwerkzeuge bestehen aus einem Stechrüssel (*Hypostom*) und zwei Kieferklauen (*Cheliceren*), mit denen sie Blutkapillaren beschädigen, und das austretende Blut aufsaugen zu können. Somit gehören Zecken zu den sogenannten Pool-Feedern. Zudem besitzen Zecken noch ein Paar Tastorgane (*Pedipalpen*) (Boulanger et al. 2019, Deplazes et al. 2013, Gern 2005, Wendt et al. 2019).

Die Schildzecke besitzt dorsal auf dem *Idiosoma* das namensgebende Schild (= *Scutum*). Bei männlichen Tieren wird der gesamte Rumpf davon bedeckt, bei weiblichen nur ca. die Hälfte (AGES - Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit 2020a, Boulanger et al. 2019, Gern 2005, Vogelgesang 2017).

Ixodidae gelten in der Human- und Veterinärmedizin als wichtigster Vektor für übertragene Krankheiten wie Borrelien, FSME-Viren, Anaplasmen, Rickettsien oder Babesien (AGES - Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit 2020a, Boulanger et al. 2019, Wendt et al. 2019).

In Österreich sind derzeit 18 heimische Zeckenarten beschrieben. Am häufigsten sind dabei *Ixodes ricinus* mit einer Häufigkeit von fast 95 % (AGES - Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit 2020a). Auch *Dermacentor reticulatus* und *Haemaphysalis concinna* kommen derzeit vor (Abb. 1). Eine Studie mit 713 gesammelten Zecken verdeutlicht das hohe Vorkommen von *I. ricinus* mit 94,4 % (Abb. 1).

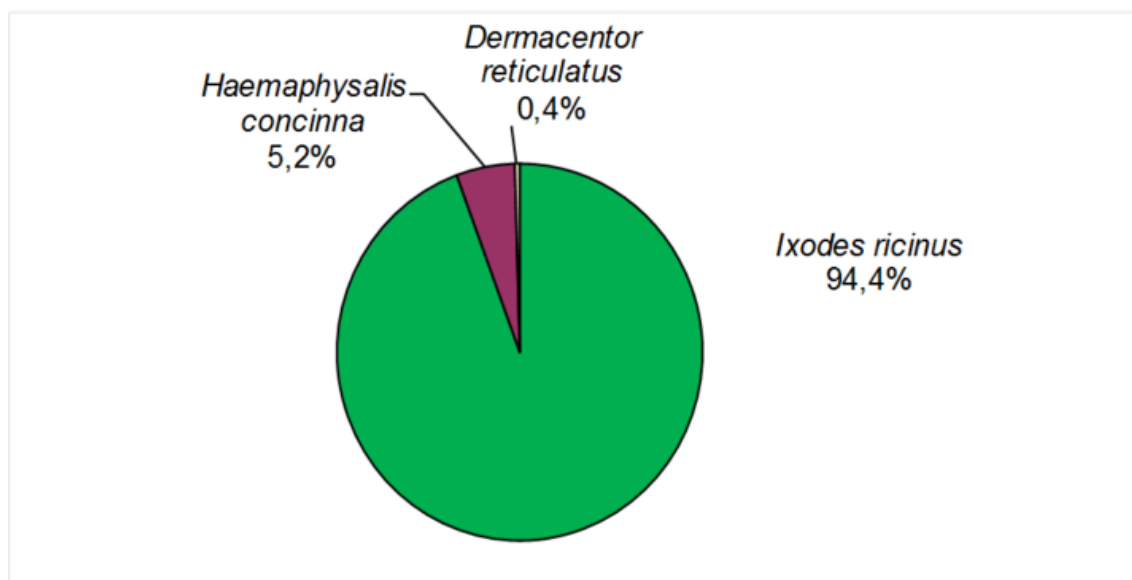


Abbildung 1 - Zusammensetzung der Arten von 713 gefangenen Zecken aus dem Freiland (AGES - Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit 2020a)



Abbildung 2 - v.l.n.r.: *I. ricinus* (Holzbock), *D. reticulatus* (Bunt- oder Auwaldzecke), *H. concinna* (Reliktzecke) (AGES - Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit 2020a)

Sowohl Auslandsaufenthalte von Haustieren als auch das Vorkommen von Zugvögeln und der fortschreitende Klimawandel ermöglichen jedoch ebenso die Einschleppung weiterer, nicht-heimischer Zeckenarten.

Zecken bevorzugen eine feuchte, windstille Umgebung mit Temperaturen von ca. 7 °C bis 15 °C (Dautel 2010, Schulz 2013, Wendt et al. 2019). Obwohl Zecken robust sind, vertragen die meisten Arten keine längere, direkte Sonneneinstrahlung. Auch lange Kälteperioden gehen meist letal aus, wobei der ein oder andere starke Frost mit Temperaturen von bis zu -15 °C den Tieren nichts ausmacht (Aspöck et al. 2010, Dautel 2010). Die Verbreitungsgebiete sind damit jedoch nach Norden und Süden begrenzt (Schulz 2013). Jahre mit besonderen Wetterbedingungen können sich auf die Populationsgröße auswirken (Schulz 2013). Auch innerhalb eines Jahres gibt es Präferenzen der jeweiligen Arten. So ist die Auwaldzecke eher kälterobust und tritt meist als erste auf. Darauf folgt der gemeine Holzbock. Während der heißen Sommermonate ist vor allem die Reliktzecke aktiv, wobei die Aktivität der anderen stark zurückgeht. In den kühleren Monaten kann die Bunt- oder Auwaldzecke wieder vermehrt entdeckt werden (Abb. 3).

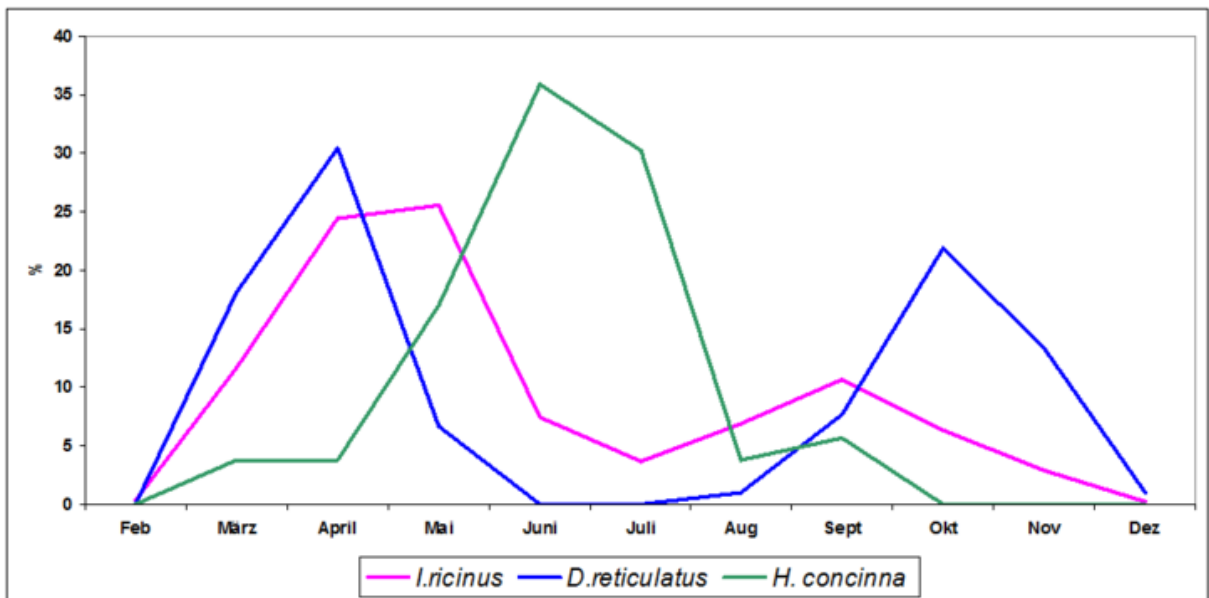


Abbildung 3 - Drei Zeckenarten zu verschiedenen Zeitpunkten im Jahr (insgesamt 689 Zecken gesammelt von 83 Hunden) (AGES - Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit 2020a, Duscher et al. 2013)

Auffällig ist, dass die kältetolerante Familie der *D. reticulatus* im Frühjahr bereits in hoher Anzahl vertreten ist und spät im Jahr nochmal einen zweiten Peak erlebt (Abb. 3). Der Kurvenverlauf von *I. ricinus* ähnelt dem von *D. reticulatus*, wobei sie etwas schwächer und zeitverzögert ausfällt. Demnach ist *I. ricinus* ein paar Wochen später aktiv als *D. reticulatus*, dafür aber in die Sommermonate hinein deutlich länger (Abb. 3) (Boulanger et al. 2019). Gegen Ende des Jahres ist *I. ricinus* nach wie vor aktiv, jedoch in einer viel geringeren Anzahl als *D. reticulatus*. *H. concinna* ist sowohl am Anfang als auch am Ende des Jahres nicht sehr aktiv. Doch vor allem in den heißen Monaten erlebt es einen starken Peak (Abb. 3).

1.6.1 Entwicklungszyklus am Beispiel von *Ixodes ricinus* (Holzbock)

In jedem Entwicklungsstadium nimmt die Zecke eine Blutmahlzeit zu sich. Im Laufe ihres Lebens kommt sie auf insgesamt drei Blutmahlzeiten (Stanek 2009). Dabei kann die Zecke bis auf das 20- bis 100-fache ihrer Größe anschwellen (Boulanger et al. 2019). Anschließend lässt sie sich auf den Boden fallen, wo sie verdaut und sich zum nächsten Stadium häutet, oder sich auf die Eiablage vorbereitet (Boulanger et al. 2019). Eine weibliche Zecke legt 3000-5000 Eier pro Eiablage ab. Je nach Umwelteinflüssen und Nahrungsangebot kann der Lebenszyklus einer Zecke drei bis sechs Jahre dauern. Nach der Eiablage stirbt das Weibchen ab und der Zyklus beginnt von vorn (Abb. 4, Abb. 5) (Bundesforschungsanstalt für Viruskrankheiten der Tiere 2003, Stanek 2009).

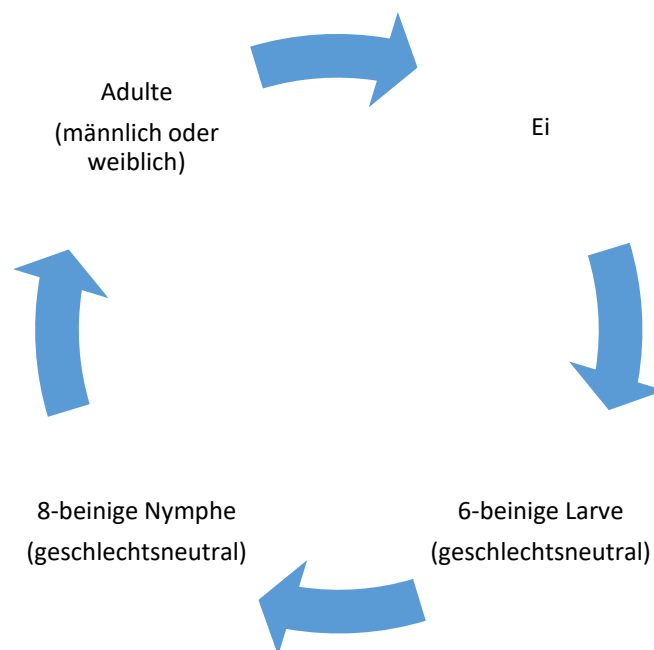


Abbildung 4 - Lebenszyklus einer Zecke, modifiziert (Boulanger et al. 2019)



Abbildung 5 - Drei Zeckenstadien des Holzbockes v.l.n.r.: Larve, Nymphe, adultes Männchen und adultes Weibchen (AGES - Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit 2020a, Duscher et al. 2013)

1.6.2 Zwischenwirte des Holzbocks

Zecken sind durch ihre parasitäre Lebensweise auf Wirte angewiesen, an denen sie ihre Blutmahlzeit einnehmen können (Boulanger et al. 2019, Wendt et al. 2019). So befallen die Larven heimischer Zecken (z.B. Holzbock) häufig Kleinsäuger, welche in unmittelbarer Nähe auf dem Erdboden zu finden sind (Abb. 6). Die gehäutete Larve, jetzt Nymphe, sucht sich einen weiteren Wirt zur Blutmahlzeit. Dies können wieder Kleinsäuger, aber auch Vögel und bereits Hunde, Füchse oder Katzen sein (Abb. 6). Nach der weiteren Differenzierung zu männlichen oder weiblichen Zecken sucht sich die Zecke für ihre dritte Blutmahlzeit einen weiteren Wirt. In der Regel sind häufig Kleinsäuger, Hunde, Füchse, Katzen, aber auch bereits größere Säugetiere betroffen (Abb. 6).

Grundsätzlich bevorzugen kleinere Stadien auch kleinere Wirte, es gibt jedoch keine obligaten Wirt-Spezifikationen. Wichtig hierbei ist, dass in jedem Stadium für die Blutmahlzeit auch Menschen in Frage kommen (Boulanger et al. 2019) (Abb. 6).

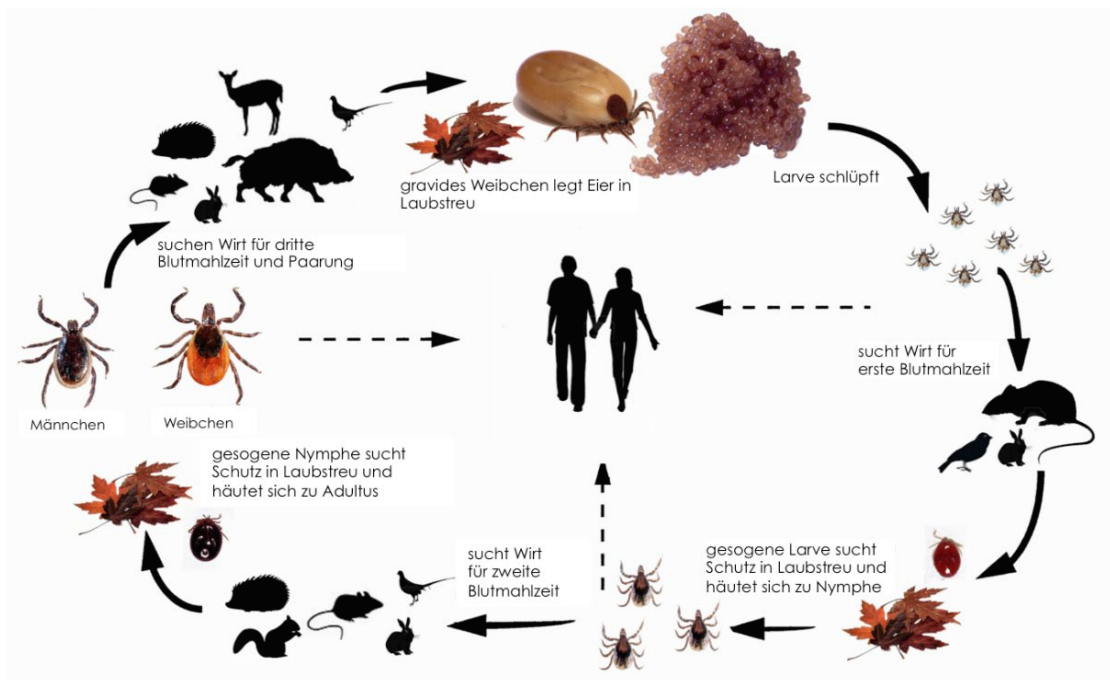


Abbildung 6 - Lebenszyklus von *I. ricinus* (Karlsruher Institut für Technologie 2013)

1.6.3 Klassifizierung der Zecken

Weltweit sind 3 Familien, 14 Gattungen und ca. 896 verschiedene Arten von Zecken bekannt, die an Mensch und Tier parasitieren (Deplazes et al. 2013, Wendt et al. 2019).



Abbildung 7 - Klassifizierung von Zecken (Bayrhuber et al. 2012, Beyer 2011, Vögerl 2013)

1.6.4 Übertragbare Krankheiten

In Österreich ist die Übertragung von Borreliose und Frühsommer-Meningoenzephalitis für den Menschen, sowie Anaplasmosen, Babesiose oder Rickettsiose bei Haustieren von großer Bedeutung (Duscher et al. 2013, Stanek 2009, Wendt et al. 2019) (Tab. 1).

Tabelle 1 - Übersicht möglicher Krankheitserreger von *Ixodes ricinus* (Stanek 2009)

Krankheitserreger	Erkrankung	Betroffene Zellen, Organe
VIREN		
FSME-Virus	FSME (Frühsommer-Meningoenzephalitis)	Zentralnervensystem
BAKTERIEN		
<i>Anaplasma phagocytophilum</i>	HGA (humane granulozytäre Anaplasmosen)	Neutrophile Granulozyten
<i>Borrelia burgdorferi sensu lato</i>	Lyme-Borreliose	Haut, Nervensystem, Herz, Muskel- und Skelettsystem, Augen, selten andere Organe
<i>Coxiella burnetii</i>	Q-Fieber	Monozyten, Makrophagen
<i>Ehrlichia</i> spp.	Ehrlichiose, primär tierpathogen	Monozyten, Granulozyten
<i>Francisella tularensis</i>	Tularämie	Haut, Lunge, systemisch
<i>Rickettsia</i> spp.	Rickettsiose	Endothel
<i>Rickettsia helvetica</i>	?	
<i>Bartonella</i> spp.e.	Bartonellose	Regionale Lymphknoten
PROTOZOEN		
<i>Babesia</i> spp.	Babesiose	Erythrozyten

1.6.5 Relevante Krankheiten für Menschen

Das FSME-Virus gilt als einer der wichtigsten, zeckenübertragenen Erreger. Es ist ein behülltes Einzelstrang-RNA-Virus. Es gehört zur Familie der sogenannten Flavi-Viren (Wendt et al. 2019). In Europa ist vor allem der Subtyp „western tick-borne encephalitis virus“ vertreten. Österreich gilt als Risikogebiet, keines der Bundesländer ist frei von FSME. Im Jahr 2018 wurden in Österreich 154 FSME Fälle registriert. Die meisten davon verzeichneten OÖ, Tirol, Steiermark, Salzburg. Als Vektor gilt vor allem *Ixodes ricinus* (Gemeiner Holzbock). In 2019 waren es 106 registrierte Fälle, wohingegen die Zahl im Jahr 2020 auf insgesamt 215 stieg (Prof. Dr. J. Aberle et al. 2020, 2021).

Das Virus und die resultierenden Erkrankungen sind nicht nur für Menschen gefährlich, sondern auch für unsere Haustiere, wenn auch selten. Dafür müssen sie allerdings zusätzliche Krankheiten und/oder eine Immunschwäche aufweisen (Bundesverband Praktizierender Tierärzte e.V. 2021-02-26T10:18:46.000Z).

Das FSME Virus ist in der Humanmedizin ein immer wiederkehrendes und ernster werdendes Problem. In einem Review von Bogovic aus 2015 wird aufgeführt, dass FSME derzeit in 27 europäischen Ländern als endemisch gilt. Die meisten Fälle werden dabei in Slowenien, Estland, Lettland und Litauen verzeichnet (Bogovic und Strle 2015). Es wird beschrieben, dass die Hauptreservoir des Virus kleine Nagetiere darstellen. Hauptvektor sind hierbei *Ixodes ricinus* (Bogovic und Strle 2015). Es kann vermutet werden, dass in diesen Ländern die Schädlingsbekämpfung nicht so ausgeprägt ist wie in anderen Ländern Europas. Deswegen kann das Virus vermehrt über Zecken, welche zuerst an Nagtieren und anschließend an Menschen parasitieren, übertragen werden.

Das Review Paper von Bogovic aus 2015 bezieht sich u.a. auf die Studie von Süss aus 2011. Neben der Biologie des FSME Virus wird hier auch über geographische Ausbreitung und Übertragungswege diskutiert. In der Studie konnte festgestellt werden, dass sich das Vorkommen von FSME seit 1990 von Mitteleuropa aus in alle Richtungen ausbreitet (Tab. 2, Tab. 3).

Tabelle 2 - FSME Fälle in 19 europäischen Ländern von 1990 bis 2009 (Süss 2011)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Austria ^a	89	128	84	102	178	109	128	99	62	41	60
Croatia	23	60	27	76	87	59	57	25	24	26	18
Czech R. ^a	193	356	338	629	613	744	571	415	422	490	719
Denmark									1	4	3
Estonia ^a	37	68	163	166	177	175	177	404	387	185	272
Finland ^a	9	?	14	25	16	23	10	19	17	12	41
France	2	1	2	5	4	6	1	1	2	5	0
Germany ^a	?	44	142	118	306	226	114	211	148	115	133
Hungary ^a	222	288	206	329	258	234	224	99	84	51	45
Italy	0	0	2	2	8	6	8	8	11	5	15
Latvia ^a	122	227	287	791	1366	1341	716	874	1029	350	544
Lithuania ^a	9	14	17	198	284	426	309	645	548	171	419
Norway ^a									1	1	1
Poland ^a	8	4	8	249	181	267	257	201	209	101	170
Russia ^a	5486	5225	6301	7893	5596	5982	9548	6539	6987	9955	5931
Slovak R. ^a	14	24	16	51	60	89	101	76	54	57	92
Slovenia ^a	235	245	210	194	762	260	406	274	136	150	190
Sweden ^a	54	75	83	51	116	68	44	76	64	53	133
Switzerland ^a	26	37	66	44	97	60	62	123	68	112	91
Total (without Russia)	1043	1571	1665	3030	4513	4093	3185	3550	3267	1929	2947
Overall Total	6529	6798	7966	10923	10109	10075	12733	10089	10254	11884	8878

^a Registration of TBE cases in these countries has been mandatory.

Tabelle 3 - Fortführung von Tab. 2 (Süss 2011)

2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
54	60	82	54	100	84	45	86	79
27	30	36	38	28	20	12	20	?
411	647	606	500	642	1029	542	630	816
1	1	4	8	4	?	2	1	1
215	90	237	182	164	171	140	90	179
33	38	16	31	17	18	20	23	26
0	2	6	7	0	6	7	10	?
253	226	278	274	431	546	238	285	313
76	80	114	89	52	56	62	70	64
19	6	14	23	22	14	4	34	32
303	153	365	251	142	170	171	181	328
298	168	763	425	242	462	234	220	617
0	2	1	2	3	3	13	9	8
205	126	339	262	174	316	233	202	335
6339	5150	4770	4235	4551	3510	3098	2817	3721
76	62	74	70	28	91	46	77	71
260	262	282	204	297	373	199	246	307
128	105	105	160	130	163	190	224	211
107	53	116	138	206	259	113	127	118
2467	2111	3438	2718	2682	3781	2271	2535	3505
8806	7261	8208	6953	7233	7291	5369	5352	7226

Ein Artikel von Kunze und Böhm aus 2014 gibt ein Update zur aktuellen Lage zum Thema FSME und dessen Schutzimpfung in Österreich. Mittlerweile gelten 85 % der in Österreich lebenden Menschen als geimpft. Selbst bei unregelmäßigen Impfintervallen beträgt der Schutz noch 90 % (Kunze und Böhm 2015).

Weitere Erreger sind Borrelien. Sie gehört zu den Spirochäten, genauer zur der Gattung *Borrelia* (Gern et al. 1998, Kahl et al. 1998). *Ixodes ricinus* gilt als der wichtigste Vektor bei der Übertragung von *Borrelia burgdorferi* (Kahl et al. 1998). Bis zu 35 % der Schildzecken können mit dem Erreger infiziert sein (Wendt et al. 2019). Die Borrelien befinden sich im Darm der Zecke und können nach einer etwa 16 Stunden andauernden Blutmahlzeit auf das Wirtstier übertragen werden (Kahl et al. 1998). Die Borreliose ist die häufigste durch *Ixodes ricinus* Zecken übertragene Infektionskrankheit auf der nördlichen Hemisphäre. Sie wird in Mitteleuropa und in den skandinavischen Ländern besonders häufig beobachtet. Aufgrund der Klimaerwärmung dehnt sich das Verbreitungsgebiet der infizierten Zecken kontinuierlich nach Norden aus. Ab ca. sieben Grad Celsius Bodentemperatur werden *Ixodes ricinus* bereits aktiv (Wendt et al. 2019).

Gegen Borreliose ist derzeit keine Schutzimpfung verfügbar. Die Erkrankung ist jedoch mit den richtigen Antibiotika gut behandelbar (AGES - Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit 2020b, Stanek 2009).

1.6.6 Relevante Krankheiten für Tiere

Der Erreger der Anaplasrose ist das kleine, gramnegative und pleomorphe Stäbchen-Bakterium *Anaplasma phagocytophilum*, welches obligat intrazellulär ist und zu den sogenannten Rickettsien gehört (Wendt et al. 2019). Anaplasmen stellen sich als kleine maulbeerartige Einschlüsse dar. In der Tiermedizin ist der Krankheitserreger seit 1932 bekannt. Als häufigster Vektor in Europa gilt der Gemeine Holzbock (*Ixodes ricinus*).

Eine Schutzimpfung gibt es derzeit weder für Mensch noch Tier (AGES - Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit 2020b, Stanek 2009, Wendt et al. 2019)

In einer Studie von Stanek aus 2009 wurden verschiedene Gebiete Österreichs beprobt und die gesammelten Zecken anschließend auf *Anaplasma phagocytophilum*- und *Borrelia burgdorferi* sensu lato-Positivität untersucht. Interessant hierbei ist, dass in der Wiener Lobau der prozentual zweithöchste Anteil an *Anaplasma phagocytophilum*-positiven Zecken zu finden war (Abb.8). Lediglich in Adnet wurden mehr Tiere aus dieser Gruppe gefunden. Bei *Borrelia burgdorferi*-positiven Zecken war Thüringen in Vorarlberg am stärksten betroffen (Abb. 8).

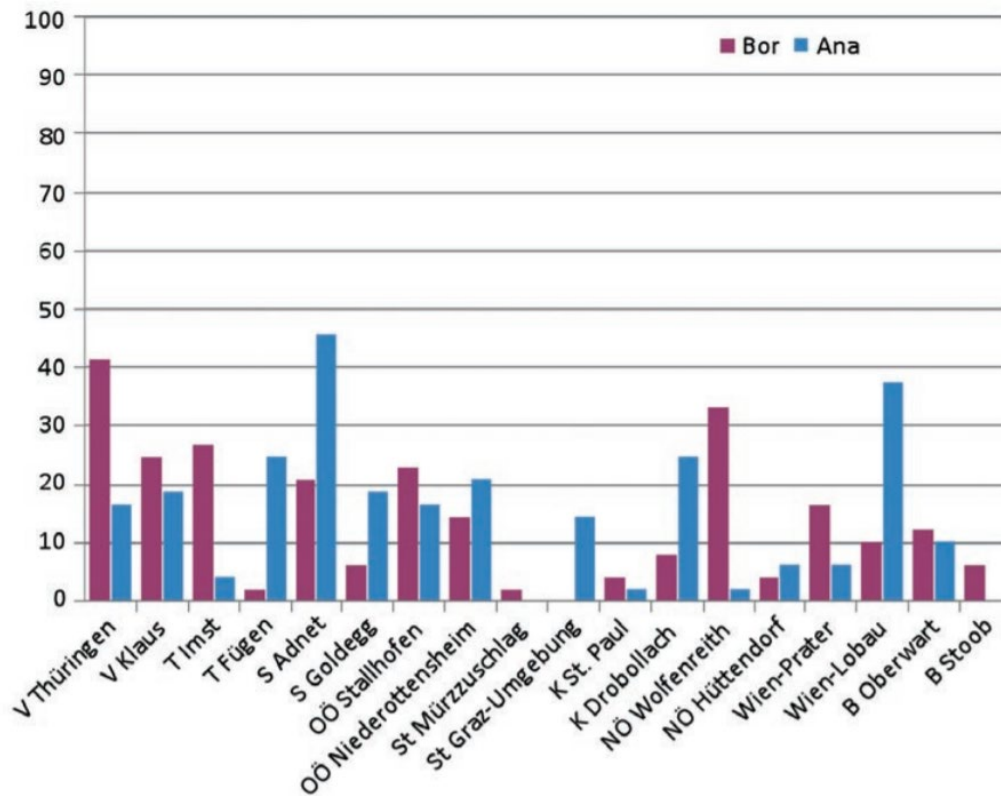


Abbildung 8 - Anteil (%) von *Anaplasma phagocytophilum*- und *Borrelia burgdorferi sensu lato*-positiven Zecken aus allen Sammelgebieten (Ergebnisse einer PCR-Analyse im Rahmen eines EU-Projekts; [31, 38]). Ana *Anaplasma*, Bor *Borrelia*; V Vorarlberg, T Tirol, S Salzburg, OÖ Oberösterreich, St Steiermark, K Kärnten, NÖ Niederösterreich, B Burgenland (Stanek 2009)

In der gleichen Studie von Stanek aus 2009 wurden die gesammelten Zecken anschließend auf *Rickettsia* spp.- und *Babesia* spp. -Positivität getestet. Interessant hierbei ist, dass die gesammelten Tiere in nahezu allen Gegenden zu über 70 % den Erreger *Babesia* spp. in sich trugen (Abb. 9). Der Anteil an *Rickettsia* spp.- positiven Tieren variierte stark, wobei die Wiener Lobau mit ca. 65 % zusammen mit Adnet an erster Stelle stand (Abb. 9).

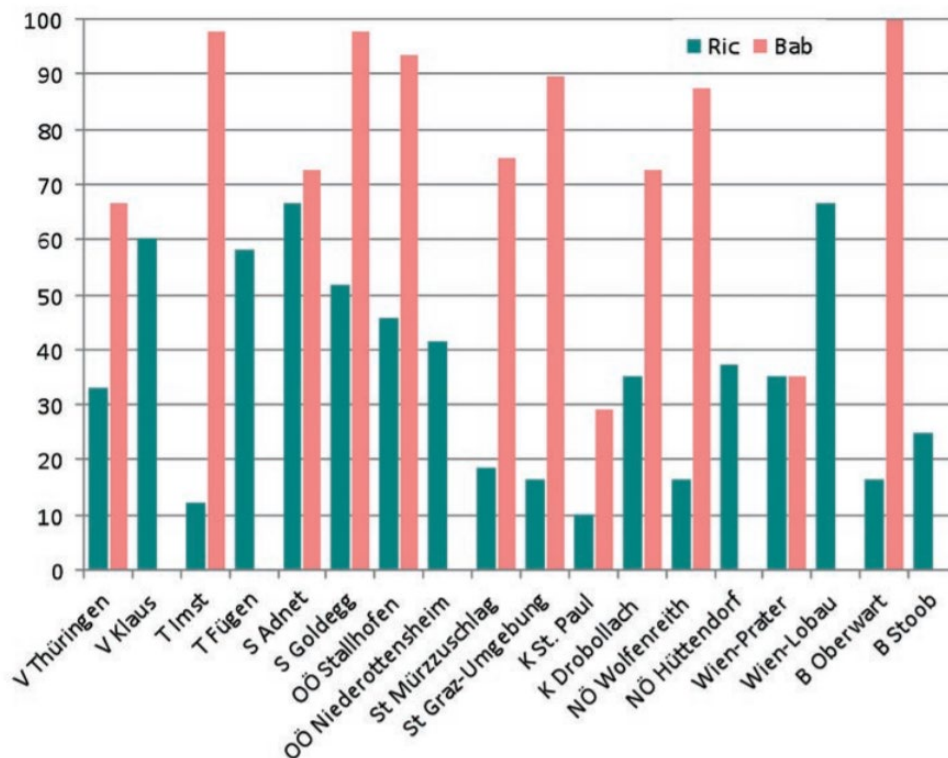


Abbildung 9 - Anteil (%) von *Rickettsia* spp.- und *Babesia* spp.- positiven Zecken aus allen Sammelgebieten (Ergebnisse einer PCR-Analyse im Rahmen eines EU-Projekts; [31, 54, 58]). Bab *Babesia*, Ric *Rickettsia*; V Vorarlberg, T Tirol, S Salzburg, OÖ Oberösterreich, St Steiermark, K Kärnten, NÖ Niederösterreich, B Burgenland (Stanek 2009)

Es gibt mehrere pathogene Arten von Babesien. Im Allgemeinen sind Babesien einzellige Parasiten, die in den Erythrozyten gefunden werden können. Sie gehören zum Stamm der *Apicomplexa* (Marco et al. 2017, Wendt et al. 2019). Der häufigste Überträger in Europa ist der Gemeine Holzbock (*Ixodes ricinus*) (Wendt et al. 2019). Die Bunt- oder Auwaldzecke

(*Dermacentor reticulatus*) ist einer der Hauptüberträger von *Babesia canis*, dem Erreger der Babesiose des Hundes („Hundemalaria“) (Marco et al. 2017).

Für Menschen ist derzeit keine Schutzimpfung vorhanden. Hunde konnten bis 2017 als Non-Core-Komponente gegen *Babesia canis* geimpft werden, diese Impfung wurde jedoch nur für Risikopatienten oder in Risikogebieten empfohlen. Es besteht derzeit EU-weit keine Zulassung und die Impfung ist in den aktuellen Leitlinien zur Impfung von Kleintieren nicht mehr aufgeführt (AGES - Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit 2020b, Prof. Dr. K. Hartmann et al. 2021, Stanek 2009).

2 Material und Methoden

2.1 Praktischer Teil

2.1.1 Material

Für die Beprobung der verschiedenen Sektoren eines Gebietes wird eine 1x1 m große Flagge aus weißem Stoff benötigt. Diese wird an einem ca. 150 cm langen und ca. 2 cm dicken Stab aus z.B. Bambus befestigt.

Außerdem werden eine geeignete Pinzette und mehrere Probengefäße benötigt.

Es empfiehlt sich ein Log-Buch mitzuführen, in welchem der genaue Fundort, das Datum, die Uhrzeit und evtl. die Wetterverhältnisse inkl. Temperatur festgehalten werden können.

Während der Beprobung sollte die Temperatur über 7 °C liegen (Schulz 2013). Wenig Wind und trockene Wetterverhältnisse sind optimal. Die relative Luftfeuchtigkeit sollte mind. 70-80 % betragen (AGES - Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit 2020a, Gern 2005, Schulz 2013).



Abbildung 10 - Material für das Sammeln von Zecken

2.1.2 Flagg-Methode

Die bevorzugte Methode zum Einsammeln der Zecken nennt sich „Flaggen“ (Englisch: Flag-die Fahne/Flagge) (Abb. 11).

Dabei wird die Flagge innerhalb eines definierten Sektors seitlich der beprobenden Person ein paar Mal über die Vegetation gestreift und im letzten Streichzug auf die oben liegende Seite gewendet (Schulze et al. 2001, Vogelgesang 2017).

Anhaftende Zecken können durch den hellen Stoff leicht identifiziert, und mit Hilfe einer Pinzette eingesammelt werden.

Die Zecken werden in mehrere Probengefäße überführt, jeweils ca. 10 Stück pro Behältnis. Die Beschriftung der Gefäße erfolgt direkt nach jedem beprobten Sektor. In den Gefäßen sollte sich jeweils ein Stück Grün-Pflanze befinden, welches gewährleistet, dass den Tieren genügend Luftfeuchtigkeit zur Verfügung steht.



Abbildung 11 - Flagg-Methode (Katharina Brugger 2018)

2.1.3 Drag-Methode

Die Drag-Methode wird meistens mit der oben beschriebenen Flagg-Methode kombiniert. Dabei wird die Flagge an einer Haltevorrichtung festgehalten und ein paar Meter hinter sich hergezogen. Die weiteren Schritte sind identisch mit denen der Flagg-Methode (Schulze et al. 2001).

2.1.4 Konservieren und Lagern

Nach dem Beprobieren der verschiedenen Sektoren werden die Zecken samt Gefäß unverzüglich, bzw. so schnell wie möglich bei -20 °C eingefroren (Duscher et al. 2013).

Sie können dann über einen längeren Zeitraum gelagert, und bei Bedarf verwendet werden.

2.1.5 Typisierung und PCR-Pool-Einteilung

Das Typisieren der Zecken findet mittels Mikroskops statt. Die Zecken werden pro Behältnis jeweils in einer Petrischale zusammen untersucht und nach Familie in Gruppen sortiert. Dies ist wichtig für die spätere Analyse der Ergebnisse.

Anschließend werden sogenannte Pools erstellt. Das heißt die Zecken werden getrennt nach Familie bzw. Stadium und Fundort zur Beprobung der DNA in einem Sammelgefäß untergebracht.

2.2 Literaturrecherche

Um die eigenen Ergebnisse zu unterstreichen oder zu widerlegen wird eine Literaturrecherche durchgeführt. Ziel ist es herauszufinden, ob in vorherigen Studien gezeigt werden konnte, dass in städtischen Regionen keine oder gleich viele Zeckenpopulationen (oder generell Zecken mit Krankheitserregern) gefunden werden können, als in anderen Regionen wie zum Beispiel auf dem Campus der Veterinärmedizinischen Universität Wien. Weiters wird untersucht, welche Erreger vorkommen. Daten zur geographischen Ausbreitung von Zecken in ganz Österreich und Europa werden zudem analysiert und diskutiert.

Mit Hilfe verschiedener Suchprogramme wird im Internet nach relevanter Literatur zu dem Thema gesucht. Vorzugsweise werden Studien mit ähnlichem Inhalt wie aus dieser Arbeit gesucht. Auch Paper aus dem Ausland sind dabei interessant.

Die verwendeten Portale werden notiert und es wird ebenfalls vermerkt, welche Suchbegriffe verwendet und zielführend waren. Die genauen Zeitangaben der Suche werden hierbei außer Acht gelassen.

Die für die Recherche verwendeten Suchportale waren folgende:

- Google Scholar
- Scopus
- PubMed
- VetMed Seeker
- Citavi

Die für die Literaturrecherche verwendeten Suchbegriffe lauteten unter anderem:

Zecke und Klassifizierung; Zeckenarten und Gattung; Zecke Lebenszyklus; Ticks and temperature; Zecken in Österreich; Zecken in Wien; Ticks und city; Ticks in austrian cities; Ticks in european cities ; Zeckenpopulationen; Zeckenübertragene Infektionskrankheiten; Tick borne diseases; Tick pathogens, Tick population, Akarizide/Acaricides; Zeckenausbreitung; Zecken Europa/Ticks Europe; Zeckenkrankheiten; Zeckenprophylaxe; Zecken sammeln; FSME; Ehrlichiose, Babesiose; Anaplasmosis; Rickettsiose; Borreliose; Zecken Vektor; Zecken Transportmittel; Vögel transportieren Zecken

3 Ergebnisse aus dem eigenen Sammelversuch

Der Versuch, in Wien anhand der Flagg-Methode Zecken zu sammeln, verlief erfolglos. Auf dem Campus der Veterinärmedizinischen Universität Wien wurde pro Sektor jeweils ca. 20-40 Minuten geflaggt, in Hirschstetten ca. 30-60 Minuten. Zusammen mit Priv-Doz. Dr. rer. nat. Georg Gerhard Duscher konnten vier Zecken gesammelt werden. Ziel war es, zwischen 500 und 1000 Tiere zu fangen.

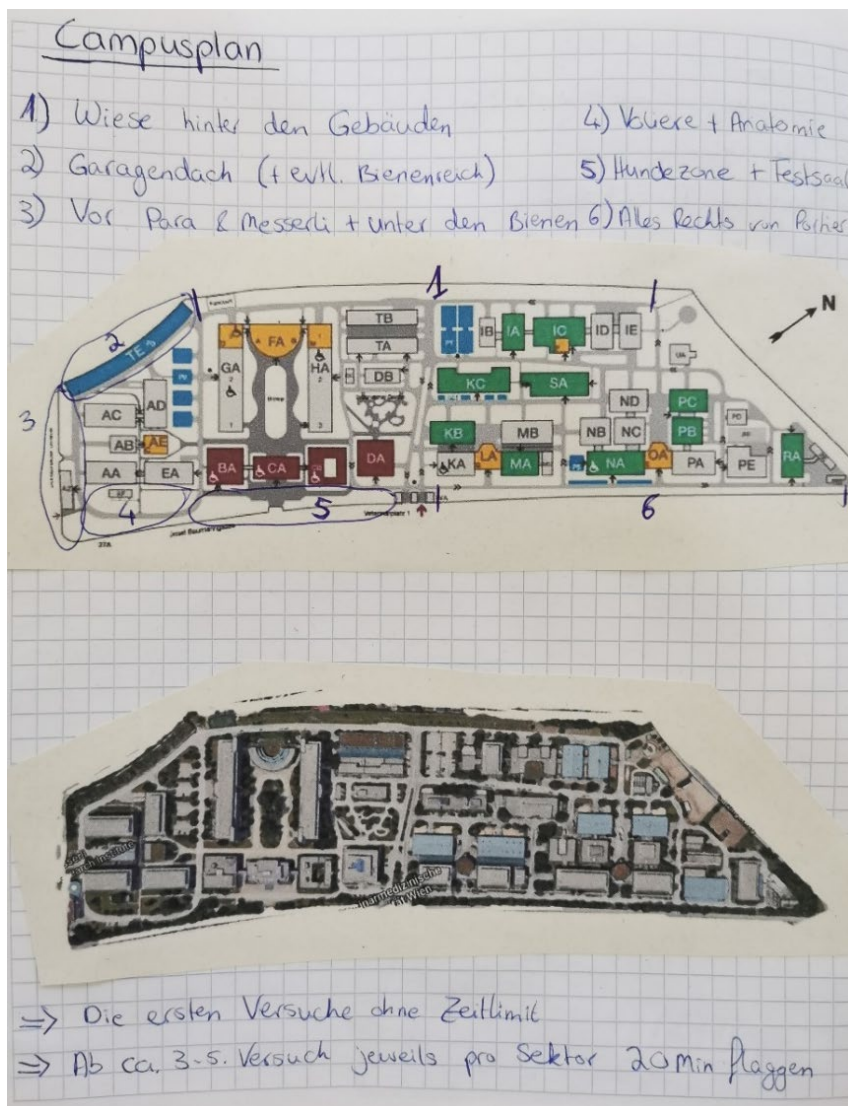


Abbildung 12 - Campusplan der Veterinärmedizinischen Universität Wien, eingeteilt in Sektoren

Die Wetterverhältnisse waren zu Beginn des Projektes suboptimal für Zecken. An einigen Tagen war es windig. An anderen Tagen lag die Temperatur unter sieben Grad Celsius. Es wurde angenommen, dass es noch zu früh in der Jahreszeit für Zecken ist, da die Wetterverhältnisse noch zu stark schwanken und die Temperaturen nicht konstant über zehn Grad Celsius waren.

Nachdem auch an optimalen Tagen das Flaggen ohne Erfolg verlief, gab es eine kleine Optimierung am Flaggen-Stoff. Damit sollten die Zecken sich durch den menschlichen Körpergeruch, bzw. den Geruch von Hunden angezogen fühlen, aktiviert werden und eher anheften. So wurde die Flagge für ein paar Nächte im Bett aufbewahrt und zwischendurch zwischen getragener Kleidung aufbewahrt. Die Flagge wurde versuchsweise für eine Nacht in ein Hundebett gelegt.

Die Umsetzung der Flagge-Methode wurde noch einmal gewechselt, doch auch nach zahlreichen „Übungsläufen“ konnten nicht mehr Zecken gesammelt werden als davor.

Daraufhin wurde der Sammelort erweitert. Auf dem Campus der Veterinärmedizinischen Universität konnten insgesamt vier Zecken gefangen werden. Es wurde nach einem weiteren Ort in Wien gesucht, der nicht zu weit entfernt ist und sowohl Wohngebiet als auch Natur enthält. In Hirschstetten gibt es noch viele Felder und einiges an Gebüsch, welches für Zecken ein gutes Habitat bietet. Es gibt sowohl regen Wildwechsel als auch zahlreiche Hunde, die sich in dieser Gegend bewegen.

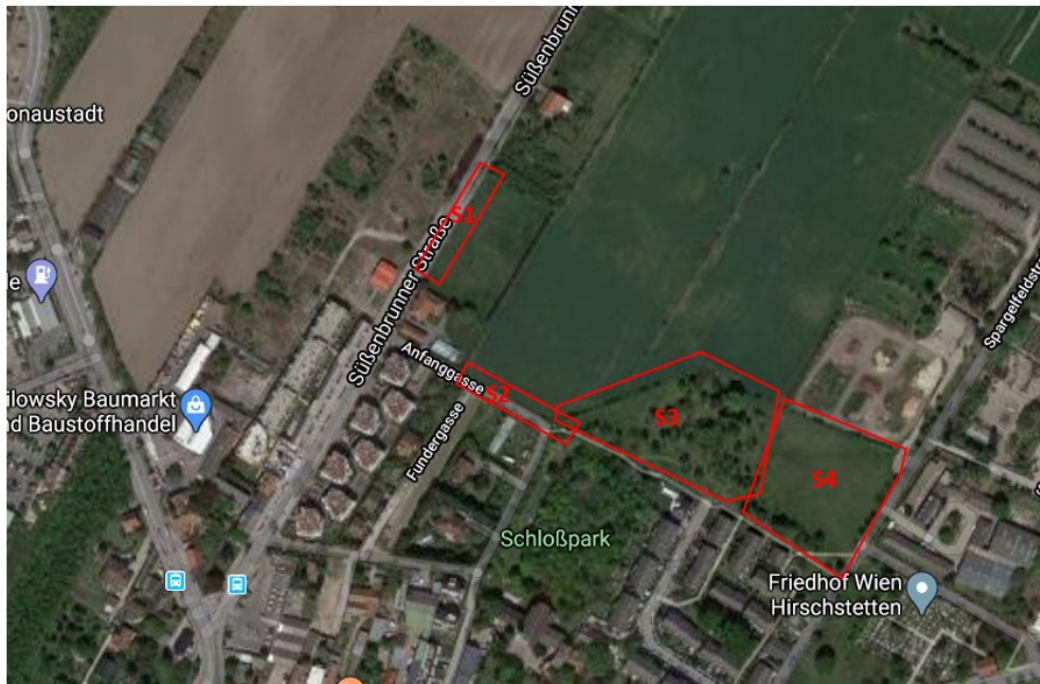


Abbildung 13 - Übersicht der geflaggen Sektoren in Hirschstetten (Google Maps 2020)

Auch dieses Areal wurde in verschiedene Sektoren eingeteilt, Sektor eins befindet sich am Straßenrand einer befahrenen Straße, Sektor zwei verläuft entlang eines Wohngebäudekomplexes, auf der anderen Straßenseite befindet sich dichtes Gestrüpp und ein Feld. Sektor drei ist eine Wiese mit einigen Bäumen. Das Gebiet ähnelt einem Stadtpark und wird sowohl von Menschen mit Hunden als auch Familien ohne Tiere besucht. Des Weiteren findet dort nachts ein regelmäßiger Wildwechsel statt, da Schalenwild in dieser Gegend häufig gesichtet wird. Sektor vier ist eine weitläufige, grüne Wiese, die ebenfalls von vielen Spaziergängern und Hundehaltern aufgesucht wird. Auch hier können regelmäßig wilde Tiere beobachtet werden.

Ein Erfolg in der Suche nach Zecken in Hirschstetten / Anfangsgasse blieb aus. Auch nachts war es nicht möglich, Zecken einzusammeln.

Tabelle 4 - Zusammenfassung der eigenen Flagg-Daten

Datum	Standort	Menge an Zecken
17.03.2019	Campus VetMed Wien, Sektor 2,3,4,5	0
17.03.2019	Campus VetMed Wien, Sektor 2,3,4,5	0
20.03.2019	Campus VetMed Wien, Sektor 2,3,4,5	0
21.03.2019	Campus VetMed Wien, Sektor 3,4	4
04.04.2019	Campus VetMed Wien, Sektor 4,5	0
05.04.2019	Campus VetMed Wien, Sektor 6	0
03.05.2019	Campus VetMed Wien, Sektor 6	0
04.05.2019	Campus VetMed Wien, Sektor 3,4	0
05.05.2019	Campus VetMed Wien, Sektor 3,4	0
10.05.2019	Campus VetMed Wien, Sektor 4,5	0
11.05.2019	Campus VetMed Wien, Sektor 4,5,6	0
12.05.2019	Campus VetMed Wien, Sektor 2,3	0
21.05.2019	Campus VetMed Wien, Sektor 5	0
21.05.2019	Hirschstetten / Anfangsgasse Sektor 3	0

25.05.2019	Hirschstetten / Anfangsgasse Sektor 3, 4	0
26.05.2019	Hirschstetten / Anfangsgasse Sektor 3,4	0
29.05.2019	Hirschstetten / Anfangsgasse Sektor 1	0
01.06.2019	Hirschstetten / Anfangsgasse Sektor 2	0
02.06.2019	Hirschstetten / Anfangsgasse Sektor 1,2,3,4	0
13.06.2019	Hirschstetten / Anfangsgasse Sektor 3,4	0
14.06.2019	Hirschstetten / Anfangsgasse Sektor 3,4	0
28.06.2019	Hirschstetten / Anfangsgasse Sektor 1,2	0
29.06.2019	Hirschstetten / Anfangsgasse Sektor 3,4	0
10.08.2019	Hirschstetten / Anfangsgasse Sektor 3,4	0
17.08.2019	Hirschstetten / Anfangsgasse Sektor 2,3	0
08.09.2019	Hirschstetten / Anfangsgasse Sektor 3,4	0
06.10.2019	Hirschstetten / Anfangsgasse Sektor 1,2	0

Es wurde an zwölf Tagen auf dem Campus der Veterinärmedizinischen Universität geflaggt. Zusätzlich wurde der Sammelversuch auf 14 Flagg-Tage in Hirschstetten erweitert.

Das ergibt eine Tageszahl von insgesamt 26 Tagen und eine Gesamt-Stundenzahl von 35,25 Stunden. Davon wurden 15 Stunden auf dem Campus und 20,25 Stunden in Hirschstetten geflaggt.

Somit kann gesagt werden, dass in diesem Versuch 0,15 Zecken pro Tag, oder 0,11 Zecken pro geflaggte Stunde gefangen werden konnten.

4 Diskussion

4.1 Vorkommen von Zecken

Die offizielle Seite des European Centre of Disease Prevention and Control (kurz „ECDC“) stellt einige geographische Karten zur Verfügung, auf denen die aktuelle Ausbreitung verschiedener Zeckenarten v.a. in Europa nachverfolgt werden kann. Die Karten werden anhand registrierter Funde laufend aktualisiert und können von jedem eingesehen werden. Eine Langzeitbeobachtung dieser Karten zeigt, dass in Europa die Zahl der insgesamt gefundenen Zecken stetig steigt und sich die Fundorte sowohl nach Süden als auch nach Norden ausbreiten (European Centre for Disease Prevention and Control 2019a, 2019b, 2019c).

Zecken der Familie *I. ricinus* sind mittlerweile in ganz Europa verbreitet (Poljak und Pfister 2012, Schulz 2013, Wendt et al. 2019). Es ist bekannt, dass sich die Verbreitung der Schildzecke von Irland über Großbritannien und dem südlichen Skandinavien über annähernd ganz Europa bis nach Nordafrika mit Marokko, Algerien und Tunesien sowie nach Russland (Wolga), Turkmenistan und den nördlichen Iran erstreckt (Deplazes et al. 2013, Poljak und Pfister 2012, Sonenshine 1993).

Bei der Definition des Diplomarbeitsthemas und Formulierung der Hypothese wurde die sehr stark vereinfachte Annahme eines Unterschiedes in der Zeckendichte zwischen „Stadt“ und „Land“ getroffen. Doch sowohl während der Literaturstudie als auch während des praktischen Teils wurde deutlich, dass diese Begriffe nicht trivial sind und sich Ballungszentren stark in ihrer Struktur und ihrem Aufbau unterscheiden. Daraus resultieren ebenso ungleiche Bedingungen zwischen verschiedenen Standorten für die Zecken, die nur mit Vorbehalt verglichen werden können. Noch viel komplexer stellt sich das ausgehende Risiko für Mensch und Tier in Bezug auf Zecken-assoziierte Erreger und Erkrankungen dar.

Dennoch ergeben sich aus einigen Studien verschiedene Parameter, die ein Vorkommen von Zecken in der Stadt begünstigen bzw. negativ beeinflussen.

In dieser Studie konnten in 35,25 Stunden des Flaggens an 26 Sammeltagen bis auf vier Zecken am 21.03.2021 keine weiteren gefunden werden. Trotz mehrmaliger Versuche zu unterschiedlichen Tageszeiten mit verschiedenen Wetterbedingungen. Die Methoden zur Beprobung wurden mehrfach optimiert, so auch die Sammelorte. Diese Umstände regten zur Überlegung an, warum die Ergebnisse so ausfielen.

Aufgrund des hohen Sammelaufwandes von insgesamt 15 Stunden an zwölf Tagen auf dem Campus der Veterinärmedizinischen Universität Wien im Zeitraum von März bis Mai, sowie insgesamt 20,25 Stunden an 14 Tagen in Hirschstetten von Mai bis Oktober kann von einer geringen Zeckendichte in diesen städtischen Gebieten ausgegangen werden.

Bei anderen Flagg-Studien, z.B. in Tschechien werden im Durchschnitt eine Menge von 31 Nymphen pro Stunde in sehr guten Habitaten angegeben. Teilweise gibt es sogar Maxima von 125 Nymphen pro Stunde (Materna et al. 2008). Die in vorliegender Studie ermittelte Anzahl an Zecken blieb deutlich hinter dem Wert. Somit kann die Nullhypothese für die zwei gewählten Standorte angenommen werden: In diesen städtischen Gebieten gibt es weniger Zecken als an anderen Standorten.

Das in dieser Studie kaum Zecken gefangen werden konnten liegt vermutlich an der geringen Zeckendichte an den gewählten Standorten, andere Gründe für mögliche Misserfolge sind jedoch nicht auszuschließen.

4.2 Gründe für geringe Zeckenmengen bei Sammelversuchen

Nahe liegt, dass die jeweiligen Sammel-Methoden nicht trivial sind und ohne Übung falsch durchgeführt werden. In diesem Fall kann das allerdings ausgeschlossen werden, da von Beginn an eine Einführung durch Priv-Doz. Dr. rer. nat. Georg Gerhard Duscher durchgeführt worden ist, der ein erfahrener Zeckensammler ist.

Zudem kann die Wahl eines falschen Zeitpunktes ebenso entscheidend sein. Auch dieser Punkt ist für diese Studie nicht zutreffend, da zu vielen Zeitpunkten und unterschiedlichen Jahreszeiten gesammelt wurde.

Es ist wichtig, die optimalen Zeit - und Wetterfenster abzupassen. Zecken mögen keinen Wind oder zu warme/kalte Verhältnisse (Hillyard 1996, Poljak und Pfister 2012, Schulz 2013). Bekanntlich (auch aus der Tierarztpraxis) ist der Befall von Zecken im Frühjahr und Herbst besonders hoch. Jedoch ist dies auch fast ganzjährig möglich (Schulz 2013). Daher sollte das Flaggen von Zecken eigentlich auch bei weniger guten Klimabedingungen erfolgreich sein.

Laut Abb. 3 wäre das optimale Zeitfenster zum Flaggen von *I. ricinus* von Mitte März bis Ende Mai und von Mitte August bis Mitte September. Auch in der Studie von Poljak und Pfister wurde in diesem Zeitraum geflaggt, es konnte eine deutliche biphasische Aktivität der Zecken innerhalb eines Jahres gezeigt werden (Poljak und Pfister 2012). In dieser Studie wurde zu vielen verschiedenen Zeitpunkten gesammelt. Sowohl die Tages-als auch die Jahreszeit wurde variiert, um Erfolge zu sehen.

Auch verschiedene Standorte können einen großen Unterschied machen. In feuchten Gebieten haften Erde und Laubstücke leichter an der Flagge, die das Identifizieren der Zecken erschweren, somit wäre ein trockenes Areal von Vorteil. Ein weiterer Aspekt ist die Umgebung. Wie bereits angesprochen fühlen sich Zecken in einem sehr genau beschriebenen Habitat am wohlsten (Schulz 2013, Sonenshine 1993). Doch auch hier gilt: Grundsätzlich kann es überall in unserer Umgebung Zecken geben. Große Ansammlungen aller Stadien sind in den optimaleren Habitaten zu finden, einzelne Zecken können überall hinwandern, um einen passenden Wirt zu erreichen. Bei diesem Projekt wurde die Standort-Wahl erweitert, um verschiedene Gebiete zu untersuchen. In beiden Gebieten konnten wenig bis keine Zecken gefunden werden.

Ein weiterer Grund für einen Mangel an Zecken bei Sammelversuchen könnte eine große Menge an Wirten in starker Frequenz sein, z.B. in Hirschstetten: Schalenwild wechselt häufig dort. Auch vorangegangene, intensive Beprobungen durch andere Sammler wären eine denkbare Erklärung. So könnten bei wiederholtem Sammeln am gleichen Ort und innerhalb kurzer Zeit die meisten Tiere vom Gelände entfernt worden sein. Eine Vermehrung innerhalb eines Bestandes oder die Einschleppung neuer Tiere durch Vektoren wäre zwar möglich, braucht jedoch eine gewisse Zeit (Abb. 4, Abb. 6) (Boulanger et al. 2019, Ebermann 2004). Diese Erklärung wäre für dieses Projekt denkbar.

Aus den eigens ermittelten Ergebnissen ist es schwierig eindeutige Rückschlüsse auf die Zeckenpopulation in Wien zu ziehen. Für aussagekräftige Ergebnisse wäre eine Anzahl von mindestens 100-500 gesammelten Zecken nötig. Dennoch ist die geringe Anzahl an gesammelten Zecken ein Indiz für eine geringe Zeckendichte an den zwei ausgewählten Standorten. Zudem konnten in vorangegangenen Studien signifikante Mengen an Zecken gesammelt werden und somit ist eine Tendenz erkennbar, dass Zecken in ländlichen Gebieten vorkommen, aber zunehmend auch in Städten (Geurden et al. 2018, Rizzoli et al. 2014).

4.3 Kontaktrate

Die Biologie der Zecken beweist, dass Zecken zwar robust sind, jedoch deutliche Präferenzen zwecks Habitat haben, und auch Umwelteinflüsse einen starken Einfluss auf die Populationsgröße haben (Poljak und Pfister 2012, Schulz 2013). Daraus ist zu schließen, dass es in einer Stadt weniger Zecken geben sollte als in ländlichen Regionen. In der Stadt gibt es weniger und unpassendere Vegetation, die Luftfeuchtigkeit ist nicht optimal (Schulz 2013), und im Sommer wird es durch die vielen betonierten/asphaltierten Areale heißer als in einem Naturgebiet. Auch die Wasserreservoirs sind gering (Poljak und Pfister 2012, Schulz 2013, Sonenshine 1993).

In ländlichen Regionen gibt es mehr passende Habitats für Zecken. Durch Feuchtgebiete und viel Gestrüpp, aber auch offene Wiesen und Felder kann sich die Zecke den optimalen Ort zum Auflauern eines Wirtes oder zur Eiablage suchen (Poljak und Pfister 2012, Schulz 2013, Sonenshine 1993).

Zecken, die in der Stadt leben sind oft an die Bedingungen gewöhnt (Geurden et al. 2018, Rizzoli et al. 2014). Die Wirtssuche ist eventuell schwieriger, da Hunde an der Leine geführt, und Katzen in den Wohnungen gehalten werden. Jedoch ist die Anzahl an Haustieren in einer Stadt vergleichsweise hoch. Zudem leben nach wie vor auch einige Wildtiere in und um die Städte herum. Auch Vögel sind nützliche Wirte oder Phoresiewirte, welche die Zecken über einige Kilometer transportieren können (Ebermann 2004).

Das Risiko auf dem Land ist für freilaufende Hunde und Katzen, aber auch für Spaziergänger nicht unerheblich. Gerade die Tiere gehen gerne durchs Dickicht. Auch Pilz- und

Beerensammler tummeln sich im Gestrüpp, welches ein gutes Habitat für Zecken darstellt (Poljak und Pfister 2012, Schulz 2013, Sonenshine 1993).

Es kann diskutiert werden, ob die Anzahl der Wirte, die an einer Zecke/Zeckenpopulation vorbeikommt, auf dem Land gleich ist, wie die in der Stadt.

Auf dem Land wird das Habitat eventuell von weniger Menschen durchkreuzt, jedoch findet in der Regel ein häufiger Wildwechsel statt oder viele Tiere teilen sich dasselbe Habitat mit den Zecken. In Städten hingegen ist, je nach Stadt, Wildwechsel nur sehr begrenzt möglich, zudem befinden sich Mensch und Haustiere häufig auf angelegten Wegen und nicht direkt im Zeckenhabitat.

Die Ergebnisse der jetzigen Studie untermauern die Annahme, dass in Städten weniger Zecken gefunden werden können. Andere Studien können jedoch keinen Unterschied feststellen (Földvári et al. 2014, Poljak und Pfister 2012, Szekeres et al. 2016).

Es liegt nahe, dass Beschaffenheit und Aufbau einer Stadt maßgeblich Einfluss auf die gesamte Tierpopulation nehmen, sowohl auf potenzielle Wirte als auch auf deren Jäger.

4.4 Risikobewertung

In den untersuchten Studien konnte immer mindestens ein human- oder veterinärpathogener Erreger in den gesammelten Zecken gefunden werden. Zwar spielt die Exposition eine Rolle, jedoch könnte gesagt werden: Je höher die Zeckendichte in hochfrequentierten Arealen ist, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit eines Stiches und somit einer Infektion. Andererseits, wenn fast alle gesammelten Zecken mit Erregern infiziert waren, ist das Risiko einer Infektion an allen Fundorten und bei gleicher Exposition/Kontaktrate ähnlich hoch. Sobald es zu einem Stich kommt ist eine Infektion mit einem Erreger wahrscheinlich.

Die eigens ermittelten Daten und die erweiterte Literaturrecherche dieser Arbeit zeigen, dass sich das tatsächliche Risiko eines Stiches und einer potenziellen Infektion mit zeckenübertragenen Erregern aus mehreren Komponenten zusammensetzt. Diese greifen ineinander und bilden letztendlich einen großen Kreislauf. Zuerst ist ein Habitat mit Zeckenpopulationen, bzw. einer bestimmten Anzahl an Zecken erforderlich. Das kann bereits von Stadt zu Stadt oder Landgegend zu Landgegend unterschiedlich sein. Hierbei gilt: Je mehr Zecken und Wirte pro Gebiet, desto höher die Kontaktrate und somit auch das Risiko eines Stiches. Eine gewisse Kontaktrate zwischen Wirt und Zecke muss gegeben sein, sprich sowohl das Streifgebiet als auch die Frequenz, wie oft sich Zecke und Wirt begegnen können, sind entscheidend. Hinzu kommt die Prävalenz der Zecken, Erreger in sich zu tragen, bzw. die tatsächliche Häufigkeit, mit der Zecken zu einem Zeitpunkt Pathogene in sich tragen. Dafür müssen je nach Erreger bestimmte Voraussetzungen gegeben sein. Es ist somit schlüssig, dass je mehr Zecken mit Erregern infiziert sind, desto wahrscheinlicher ist es, dass die Wirte bei einem Stich infiziert werden. All diese Faktoren müssen als gesamtes betrachtet und bedacht werden, wenn eine Aussage dazu getroffen wird, ob es mehr Zecken auf dem Land oder in der Stadt gibt und wo das Infektionsrisiko höher ist. (Abb. 19).

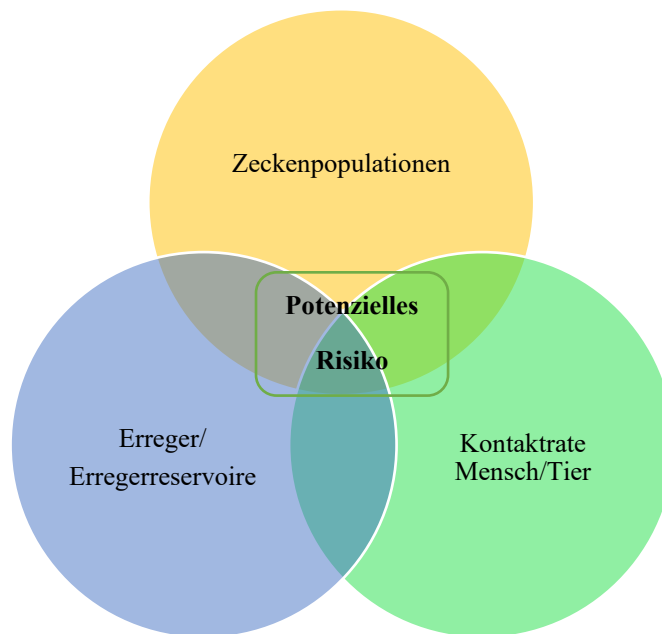


Abbildung 14 - Faktoren zur Risikobewertung

Jeder sollte über Zecken und zeckenübertragene Krankheiten Bescheid wissen. Die Menschen sollten einzelne Krankheitsbilder grob erkennen, und die potenzielle Gefahr einschätzen können (Wendt et al. 2019). Zusätzlich liegt es in der Pflicht der ÄrztInnen und TierärztInnen, über eine korrekte und zuverlässige Zeckenprophylaxe zu informieren und das korrekte Verhalten im Falle eines Stiches zu besprechen (Wendt et al. 2019).

4.5 Prävalenz und Exposition

Die Prävalenz der Zecken, Erreger in sich zu tragen, bzw. die tatsächliche Häufigkeit, mit der Zecken zu einem Zeitpunkt Pathogene in sich tragen in Kombination mit der Exposition der Wirte sind maßgeblich in der Diskussion um zu klären, wo das Infektionsrisiko höher ist.

Fakt ist, dass in ganz Mitteleuropa sowohl in Städten, als auch auf dem Land Zecken zu finden sind, und diese potenziell einige gefährliche Krankheiten übertragen können (Földvári et al. 2007, Gern et al. 1998, Geurden et al. 2018, Schulz 2013).

Zur Reduktion der Kontaktrate trägt auch die Zeckenprophylaxe bei. Menschen können sich derzeit lediglich gegen bestimmte zeckenübertragene Krankheiten impfen lassen. Bei Tieren besteht jedoch die Möglichkeit einer aktiven Prävention. Einige dieser Methoden sind heutzutage sehr verbreitet, sodass viele Tiere trotz teilweise starker Exposition oder auch Stich einer infizierten Zecke nicht erkranken.

Es gibt verschiedene Methoden zur Zeckenprophylaxe (Dadak 2018, Leschnik et al. 2013, Wendt et al. 2019). Welche Methode zum Erfolg führt oder adäquat ist muss individuell entschieden werden. Sowohl Menschen als auch Tiere können durch Impfungen geschützt werden, Tiere darüber hinaus mit diversen anderen, nicht-invasiven Präparaten.

In der Tiermedizin gibt es die Möglichkeit etwas topisch, also auf die Haut oder das Fell zu applizieren, oder oral zu verabreichen (Dadak 2018, Leschnik et al. 2013). Bei oralen Mitteln kann es sich um Tabletten, Granulat, Pasten, Boli oder Suspensionen handeln. Bei topischen Mitteln können Spot On's, Pour On's, Waschlösungen, Shampoos, Sprays, Puder, Halsbänder oder Ohrclips verwendet werden (Dadak 2018).

Welche dieser Darreichungsformen individuell für das Tier geeignet ist, sollte am besten mit fachkundigen Leuten besprochen werden.

Manche Mittel wirken repellierend, andere bei Kontakt zugleich bzw. ausschließlich abtötend auf die Zecke (Dadak 2018).

Des Weiteren können zwei Effekte in der Zeckenbekämpfung unterschieden werden. Einmal der sogenannte „knock-down“ – Effekt und einmal der „anti-feeding-Effekt“. Ersterer tötet die Zecke ab, während der zweite repellierend auf die Zecke wirkt, damit sie im besten Fall gar nicht erst anheftet (Dadak 2018).

Chemische Akarizide wirken vorwiegend neurotoxisch. Entweder durch die Beeinflussung spannungsabhängiger Na^+ -Kanäle, die Affinität zu Octopamin-sensitiven Rezeptoren im ZNS von Arthropoden, oder über die Beeinflussung GABA-gesteuerter oder Glutamat-aktivierter Cl^- -Kanäle (Dadak 2018).

4.6 Verbauung

Anhand dieser Studie kann angenommen werden, dass die Verbauung einer Gegend, also ob ein Habitat ländlich oder städtisch ist, ob viel oder wenig Grünflächen vorhanden sind etc. erheblich von Bedeutung ist. In unserem Modell zur Risikobewertung greifen alle Parameter ineinander. Mit geringer Möglichkeit, dass Zecken sich überhaupt ansiedeln und überleben können, wäre somit anzunehmen, dass in Städten weniger Zecken zu finden sind als auf dem Land.

Eine Studie von Szekeres (2016) hat unter anderem Zecken auf das Vorkommen von Rickettsien untersucht. Hierzu wurden zwei verschiedene Fundorte gewählt. Zum einen ein Stadtpark, zum anderen ein beliebter Jagdplatz. Beide Areale sind hoch frequentiert. Szekeres fand heraus, dass im Stadtpark deutlich mehr Zecken, als im Jagdgebiet gefunden werden konnten, jedoch war die Diversität der Zeckenarten erkennbar unterschiedlich. So dominieren in städtischen Regionen meist *I. ricinus*, wohingegen in ländlichen Gebieten eine Reihe an verschiedenen Zecken-Arten vorkommen. Die Prävalenz zur Übertragung von Rickettsien war hierbei nicht signifikant unterschiedlich (Rizzoli et al. 2014, Szekeres et al. 2016).

4.7 Grünflächen

Anhand des Modelles zur Risikobewertung aus Abb. 19 kann, ähnlich wie für das Thema Verbauung, gesagt werden, dass die Habitate der Zecken ausschlaggebend sind. Geeignete Areale für Zecken bieten die Möglichkeit der Vergrößerung einer Population, das wiederum ermöglicht eine Erhöhung der Kontaktrate. Zudem durchkreuzen oft passende Spazier-Routen die Zecken-Habitate, oder anders herum, die Zecken haben gelernt, an welchen Orten sich mehr potenzielle Wirte aufhalten. So könnte angenommen werden, dass auf dem Land ein höheres Risiko eines Stiches und einer potenziellen Infektion besteht.

In einer Studie von Poljak und Pfister aus 2012 konnten an neun verschiedenen Sammelorten in einem Zeitraum von April – September 2009 insgesamt 9108 Zecken gefangen werden. Die Sammelorte waren vornehmlich Stadtparks, welche gärtnerisch gepflegt wurden. Als Referenz wurde auch ein ausschließlich forstwirtschaftlich genutzter Park beprobt, in Abb. 14 als „B“ bezeichnet (Poljak und Pfister 2012). Von der Gesamtanzahl der gefangenen Zecken wurden

9107 als *Ixodes ricinus* identifiziert. Die Funde aus 2009 unterteilten sich in vier fast gleichmäßig große Gruppen von Larven, Nymphen, männlichen Adulten und weibliche Adulten (Abb. 14).

Auch ein Profil der Zeckendichte der jeweiligen Standorte zu verschiedenen Zeiten im Jahr wurde durchgeführt. Dies zeigte deutlich die biphasische Aktivität von *Ixodes ricinus* an den unterschiedlichen Standorten (Abb. 15).

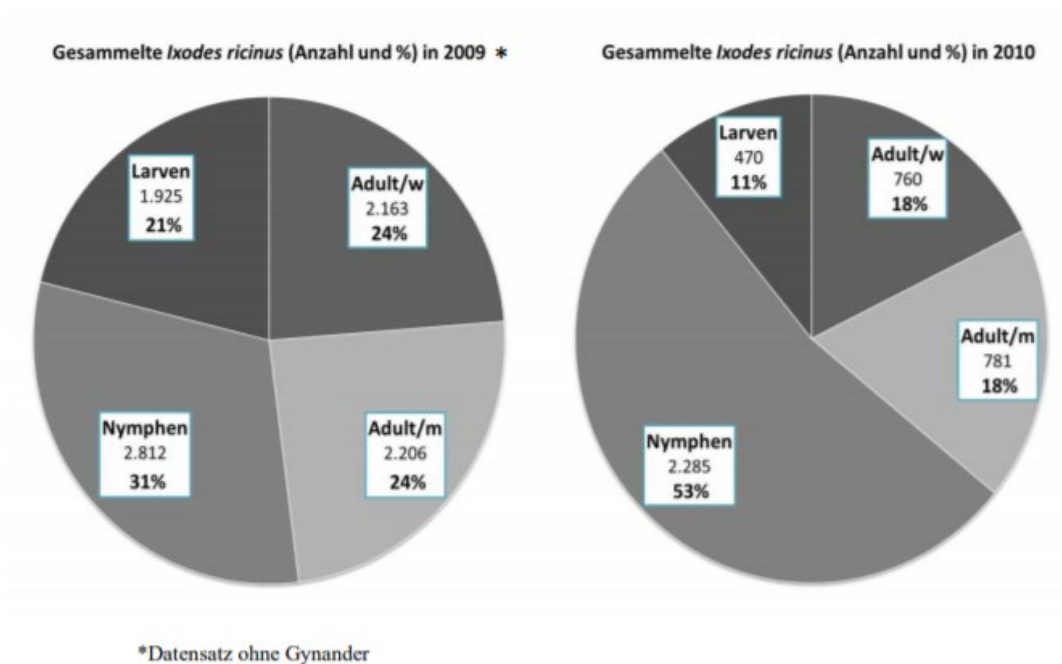


Abbildung 15 - Anzahl gefundener *Ixodes ricinus* je Entwicklungsstadium im Vergleich 2009/2010 (Poljak und Pfister 2012)

Anhand dieser Studie lässt sich sagen, dass *Ixodes ricinus* sowohl in gärtnerisch gepflegten, freizeitmäßig hoch frequentierten Stadtparks, als auch in wenig berührten, forstwirtschaftlich genutzten Parks gleichermaßen vorkommen (Abb. 15).

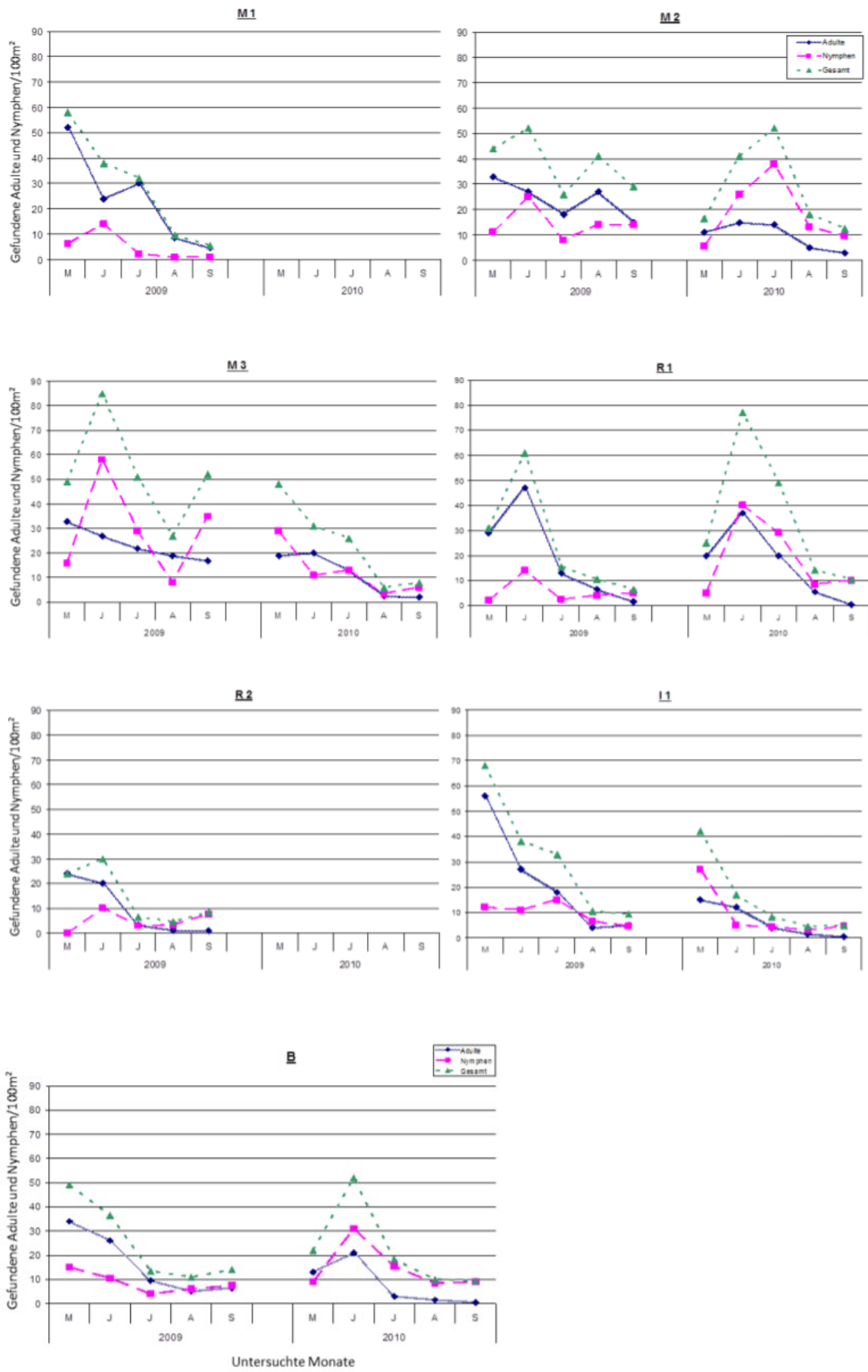


Abbildung 16 - Zeckendichte (Adulte und Nymphen/100m²) je Standort im monatlichen Vergleich 2009/2010, modifiziert/gekürzt, M1: Lagwieder Seenplatte München, M2: Englischer Garten München, M3: Nymphenburger Schlosspark München, R1: Dörnbergerpark Regensburg, R2: Donaupark Regensburg, I1: Glacis Ingolstadt, I2: Luitpoldpark Ingolstadt, A: Wittelbacher Park Augsburg, B: Schlosspark Berg am Starnberger See (Poljak und Pfister 2012)

In einer Studie von Dobler aus 2008 wurde untersucht, ob im Burgenland Zecken gefunden werden können und ob diese Rickettsien-positiv sind. Insgesamt wurden dafür 306 Zecken gesammelt und untersucht, 286 gehörten der Familie *Ixodes ricinus* und 20 Tiere der Familie *Dermacentor reticulatus* an (Tab. 5). Interessant ist die geographische Verteilung der Zecken. In dem Fall bevorzugten 132 Nymphen von *Ixodes ricinus* den Buchenwald als Habitat und 128 Nymphen den Wegrand (Tab. 5). Adulte Männchen und Weibchen waren gleichermaßen auf Buchenwald und Wegrand verteilt. Zu weiteren Funden gehörte *Dermacentor* spp., welche laut Ergebnis den Wegesrand bevorzugten. Auffällig bei dieser Studie ist, dass vor allem die Nymphen Rickettsien-positiv waren (Tab. 5) (Dobler et al. 2008). Es kann gesagt werden, dass beide dieser ländlichen Standorte gleichermaßen von Zecken besiedelt werden und der geographische Standort in dem Fall keinen Unterschied im Risiko eines Stiches macht. Was jedoch berücksichtigt werden sollte ist, dass sich Menschen und angeleinte Hunde vor allem auf Fußwegen, und somit näher am Habitat „Wegesrand“ fortbewegen. Somit könnte diskutiert werden, ob das Risiko für Mensch und Tier in diesem Fall höher ist als im Habitat „Buchenwald“.

Tabelle 5 - Zusammenfassung der gesammelten Zecken und der Rickettsien-positiven Zecken in den beiden beprobten Biotopen "Buchenwald" und "Wegrand" (Dobler et al. 2008)

	Buchenwald gesamt	Buchenwald Rickettsien-positiv	Wegrand gesamt	Wegrand Rickettsien-positiv
<i>Ixodes ricinus</i> , Nymphen	132	7	128	8
<i>Ixodes ricinus</i> , adulte ♀	9	1	4	–
<i>Ixodes ricinus</i> , adulte ♂	9	–	4	–
<i>Dermacentor</i> spp.	5	–	15	–
Gesamt	155	8	151	8

4.8 Verfügbarkeit von Wirten

Auch die Verfügbarkeit anderer Wirte ist von Bedeutung in Bezug auf die Risikobewertung. Nicht nur Menschen und Haustiere können als Wirt dienen, oft sind es Kleinsäuger wie z.B. Igel. Somit ist dafür gesorgt, dass der Kreislauf durchgehend geschlossen bleibt. Es kann diskutiert werden, in welchen Gegenden sich Igel bevorzugt aufhalten. Aus Erfahrung kann gesagt werden, dass sie mittlerweile sowohl in Städten als auch in ländlichen Gegenden häufig gesichtet werden.

Rizzoli und KollegInnen studierten 1997 den Unterschied im Befall von Schildzecken auf Igel in der Schweiz. Es wurde untersucht, ob Igel in der Vorstadt mehr Zecken mit mehr Erregern in sich tragen als in Städten (Rizzoli et al. 2014).

Tabelle 6 - Anzahl und Art der Zecken auf den gefangenen Igel (Rizzoli et al. 2014)

Animal No.	<i>Ixodes ricinus</i>				<i>Ixodes hexagonus</i>			
	larvae	nymphs	females	total	larvae	nymphs	females	total
1	26	10	1	37	34	3	8	45
2	15	26	11	52	5	5	4	14
3	176	10	3	189	246	48	15	309
4	132	80	14	226	16	23	1	40
5	0	10	2	12	4	100	6	110
6	104	3	1	108	68	18	0	86
7	163	1	1	165	0	0	0	0
8	21	0	0	21	3	3	6	12
9	0	0	0	0	5	3	2	10
10	0	0	0	0	16	0	1	17
11	0	0	0	0	32	0	0	32
12	0	0	0	0	32	0	0	32
13	0	0	0	0	0	0	17	17

Hierbei fiel auf, dass die Igel 1-8, welche in den Vorstädten gesammelt wurden, deutlich mehr Zecken mit sich trugen als die Igel 9-13, welche in der Stadt gefangen wurden (Tab. 6). In dieser Studie war kein einziger Igel aus der Stadt mit *Ixodes ricinus* befallen, hingegen einige mit den Larvenstadien von *Ixodes hexagonus* (Tab. 6). Im Labor kam heraus, dass zwölf von 13 Igel *Borrelia burgdorferi* infizierte Zecken auf sich trugen (Rizzoli et al. 2014).

Somit kann gesagt werden, dass die Zeckendichte in diesem Fall in den ländlichen, vorstädtischen Gegenden höher war als in der Stadt. Jedoch waren fast alle Igel mit Borrelien infiziert. Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Mensch oder Tier in der Vorstadt von einer Zecke befallen wird wäre somit höher. Jedoch wäre das Risiko, wenn es bereits zu einem Stich gekommen ist, mit Borrelien infiziert zu werden an beiden Orten gleich hoch.

Auch Földvári untersuchte in einer Studie aus 2011 das Vorkommen von Zecken auf Igel in einem städtischen Park. Bei insgesamt 247 Igel konnten innerhalb der zwei Sammeljahre eine Gesamtmenge von 5063 Zecken gesammelt werden (Tab. 7). Er fand heraus, dass ein Großteil der Igel mit *Ixodes ricinus* befallen war (Földvári et al. 2011).

Tabelle 7 - Zeckenarten und Stadien auf Igel aus 2009-2010 (Földvári et al. 2011)

	<i>Ixodes ricinus</i>			<i>Ixodes hexagonus</i>		<i>Ixodes larva</i>	<i>Ixodes acuminatus nymph</i>	<i>Hyalomma marginatum nymph</i>	Total
	Female	Male	Nymph	Female	Nymph				
2009	206	91	160	0	0	12	1	1	471
2010	1496	749	2044	4	53	246	0	0	4592
Total	1702	840	2204	4	53	258	1	1	5063

Zudem kann gesagt werden, dass in diesem Areal einige Igel, und somit Wirte verfügbar sind, was das Risiko eines Stiches für Menschen und Tiere erhöhen könnte. Jedoch muss auch bedacht werden, dass Igel vor allem in der Dämmerung und im Gebüsch unterwegs sind. Da Menschen selten in städtischen Parks vom angelegten Weg abkommen und eine allgemeine Leinenpflicht für Hunde besteht, sollten Mensch und Tier nur selten in dasselbe Streifgebiet wie z.B. das von Igel kommen. Es ist hingegen auch bekannt, dass Zecken sich selbst zur Wirtssuche fortbewegen, unter Umständen aus dem Gebüsch an einen Wegesrand.

In den für diese Studie untergesuchten Gebieten wie auf dem Campus, sind potenzielle Wirte wie Katzen, Hunde, Igel, usw. vorhanden (Abb. 16). Trotzdem konnten keine Zecken gefangen werden. Daraus könnte geschlossen werden, dass wenige bis keine Zecken auf dem Unigelände zu finden sind, da viele potenzielle Wirte die Zecken bereits „aufsammeln“.



Abbildung 17 - Igel auf dem Campus der Veterinärmedizinischen Universität Wien (Duscher, 2019)

4.9 Vergleich von Sammelergebnissen

In einer Studie von Vogelgesang und KollegInnen aus 2020 wurde ein Langzeit-Monitoring über die saisonale Aktivität von Zecken in Wien durchgeführt. Hierbei wurden drei verschiedene Fundorte im Zeitraum von 2017-2020 beprobt. Es handelte sich sowohl um städtische als auch ländliche und/oder landwirtschaftlich genutzte Areale.

Tabelle 8 - Art und geographischer Standort der drei Sammelorte (Vogelgesang et al. 2020)

Site	Longitude (° E)	Latitude (° N)	Altitude (m)	Land class
Klosterneuburg	16.29174	48.28761	265	Agricultural area
Kahlenberg	16.32625	48.27703	459	Broad-leaved forest
Prater	16.44240	48.19426	164	Urban area

In den Jahren 2017-2019 konnten insgesamt 634 Nymphen und 126 adulte Tiere gefangen werden. Die meisten Nymphen (349 Stück, entspricht über 50% der Gesamtzahl) konnten hierbei in Klosterneuburg gefunden werden. Im Prater konnten hingegen 210 Tiere gesammelt werden, dies entspricht ca. 30% des Gesamtfundes. Nur 75 Tiere und somit ca. 10% der

Gesamtmenge an Zecken wurde am Kahlenberg gesammelt (Abb. 16) (Vogelgesang et al. 2020). Auch bei der Anzahl an adulten Zecken war Klosterneuburg mit 87 Tieren, und somit ca. 70% der gesamten gefangenen Adulten auf Platz eins. Schlusslicht bildet der Prater mit 13 Tieren, was ca. 10% der Adulten entspricht (Abb. 17) (Vogelgesang et al. 2020).

Ebenso auffällig bei dieser Studie ist, dass sowohl bei Nymphen als auch bei adulten Zecken über 90% und somit die deutliche Mehrheit der Art *I. ricinus* angehört.

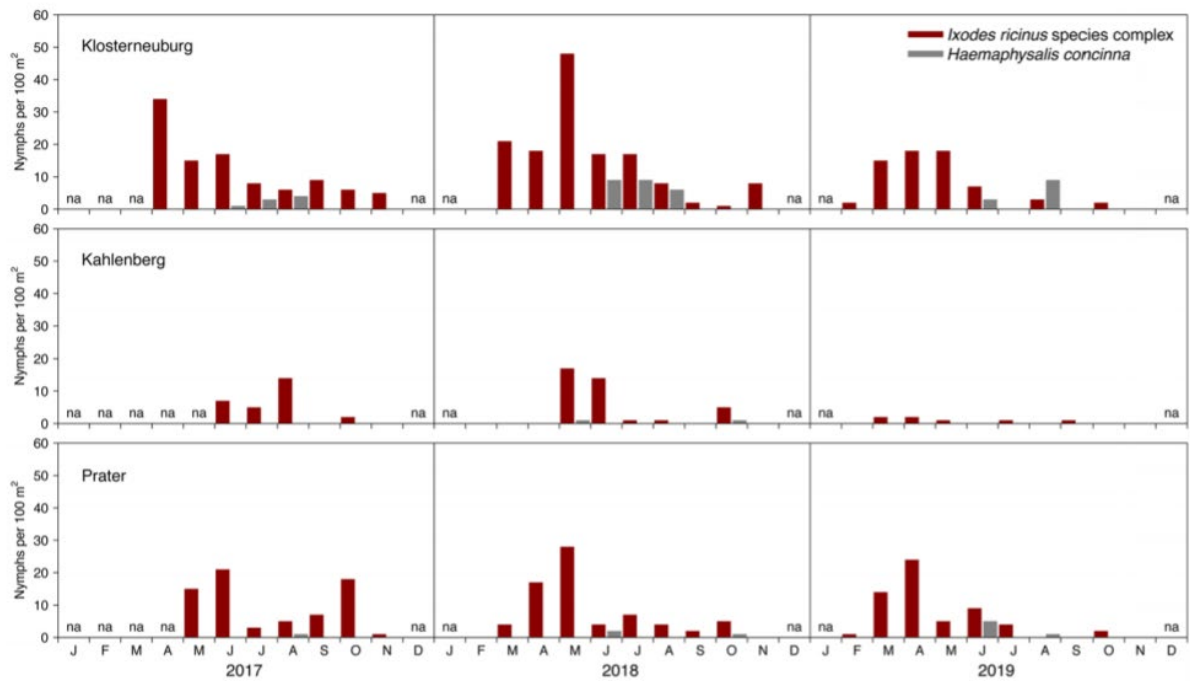


Abbildung 18 - Monatliche Dichte von Nymphen, 2017 bis 2019 (Vogelgesang et al. 2020)

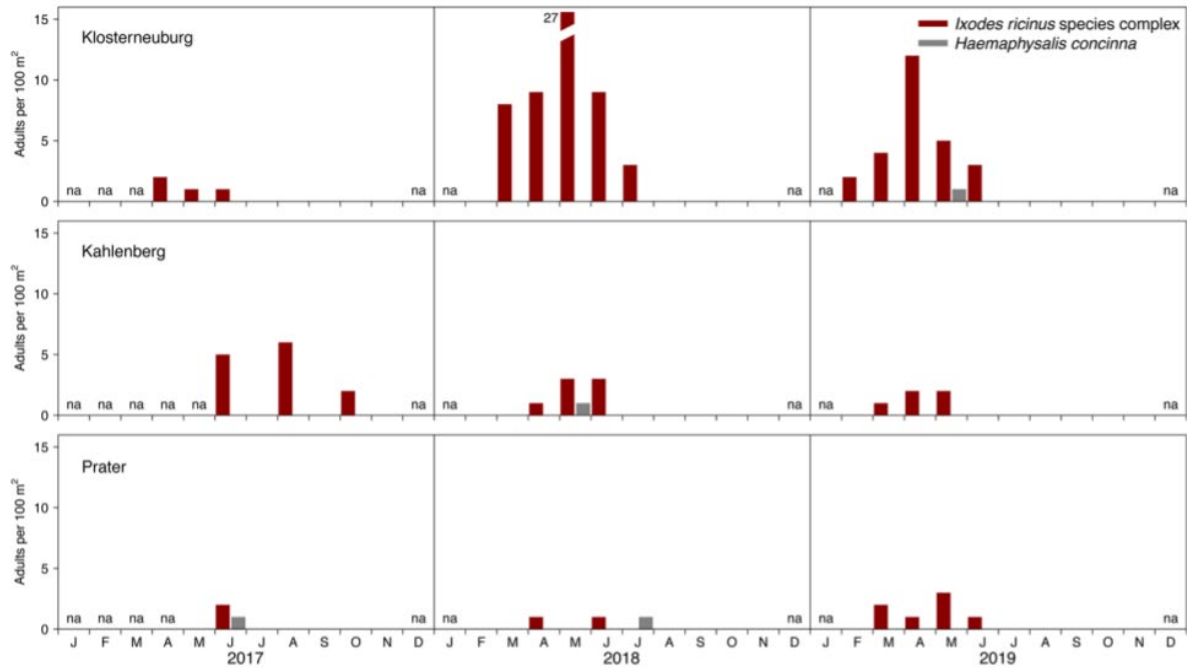


Abbildung 19 - Monatliche Dichte von Adulten, 2017 bis 2019 (Vogelgesang et al. 2020)

Auch wenn Vogelgesang und KollegInnen in einer Langzeit-Studie aus 2020 beschreiben, dass an drei verschiedenen Orten in Wien insgesamt 760 Zecken gefunden und typisiert werden konnten, kann das durch den praktischen Versuch dieser Arbeit nicht bestätigt werden.

Die Studie zeigt jedoch, dass es durchaus möglich ist, einige Zecken in Wien, und somit städtischen Regionen, zu finden. Des Weiteren muss auch erwähnt werden, dass Wien eine der begrüntesten Städte Europas und der Welt ist, teilweise deutlich grüner und naturbelassener als manche sog. „ländliche“ Gegenden. Es kommt also nicht nur auf den Vergleich „Stadt“- „Land“ an, sondern auch darauf, wie verbaut oder begrünt die jeweiligen Areale sind. Eine Standardisierung ist nur sehr schwer möglich.

5 Zusammenfassung

5.1 Deutsch

In Österreich und ganz Europa werden jährlich tausende Zecken gefunden (European Centre for Disease Prevention and Control 2019a, 2019b, 2019c). Nicht nur in ländlichen Gegenden treten sie auf. Auch in österreichischen Städten kommen verschiedene Zeckenarten vor (Rizzoli et al. 2014). In Österreich macht den Hauptanteil aller Zeckenpopulationen der Holzbock (*Ixodes ricinus*) aus (AGES - Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit 2020a).

Die relevantesten, durch Zecken übertragenen Erreger für Menschen sind das FSME-Virus und Borrelien (Rizzoli et al. 2014, Wendt et al. 2019). In der Tiermedizin sind Babesien, Anaplasmen und Ehrlichien von größter Bedeutung (Geurden et al. 2018, Rizzoli et al. 2014).

In dieser Studie wurde untersucht, ob in Wien an zwei verschiedenen Standorten Zecken gefunden werden können. Für insgesamt 35,25 Stunden an 26 Tagen wurde geflaggt. Es konnten nur vier Zecken gefunden werden. Andere Studien zeigen, dass durchaus einige Zecken in Städten gefangen werden können (Materna et al. 2008, Mathews-Martin et al. 2020, Vogelgesang et al. 2020). Sammel-Methoden sind nicht trivial und eine geringe Individuenzahl kann viele Gründe haben. Dennoch kann davon ausgegangen werden, dass eine geringe Zeckendichte an den beiden Standorten vorliegt.

Aus den eigens ermittelten Ergebnissen sind Rückschlüsse auf die Zeckenpopulation in Wien nur mit gewissem Vorbehalt möglich. In vorherigen Studien konnten signifikante Mengen an Zecken gesammelt werden und somit ist eine Tendenz erkennbar, dass Zecken in ländlichen Gebieten vorkommen, aber zunehmend auch in Städten (Geurden et al. 2018, Rizzoli et al. 2014).

Zur Risikobewertung eines Gebietes und zum Vergleich, ob Zecken vermehrt in der Stadt oder auf dem Land vorkommen wurde in dieser Studie ein Modell entworfen, welches sich aus mehreren Parametern zusammensetzt, die alle bei der Beurteilung der Ergebnisse berücksichtigt werden sollten, um eine Aussage treffen zu können. Die Ergebnisse dieser Studie untermauern die Annahme, dass in Städten weniger Zecken gefunden werden können.

Es liegt nahe, dass Beschaffenheit und Aufbau einer Stadt maßgeblich Einfluss auf die gesamte (Tier-)Population nehmen, sowohl auf potenzielle Wirte als auch auf deren Jäger. Um sagen zu können, ob die Zeckenpopulationen in der Stadt tatsächlich kleiner und mit weniger Erregern infiziert sind müsste eine größere Studie über einen längeren Zeitraum gestartet werden.

Anhand dieser Studie kann angenommen werden, dass die Verbauung einer Gegend erheblich von Bedeutung ist. Geeignete Areale für Zecken bieten die Möglichkeit der Vergrößerung einer Population, das wiederum ermöglicht eine Erhöhung der Kontaktrate. Nicht nur Menschen und Haustiere können als Wirt dienen, oft sind es Kleinsäuger wie z.B. Igel. Somit ist dafür gesorgt, dass der Kreislauf durchgehend geschlossen bleibt.

Alle Studien der Literaturrecherche zeigten eine Infektion der Zecken mit mindestens einem human- oder veterinärmedizinischen Krankheitserreger.

Es gibt verschiedene Methoden zur sog. „Zeckenprophylaxe“. Je nach Exposition und Kontaktrate sollte für jeden Mensch und jedes Tier individuell entschieden werden, welche Methoden geeignet sind.

5.2 Englisch

Every year, thousands of ticks can be found throughout Austria and Europe (European Centre for Disease Prevention and Control 2019a, 2019b, 2019c). They don't only appear in rural areas. Ticks have also made their way into our cities and few different types can be found (Rizzoli et al. 2014). The most common tick species that can be found in Austria is *Ixodes ricinus* (AGES - Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit 2020a).

The most relevant tick-borne diseases for humans are TBE and borreliosis (Rizzoli et al. 2014, Wendt et al. 2019). For animals however, babesia, anaplasma and ehrlichia seem to have the biggest relevance (Geurden et al. 2018, Rizzoli et al. 2014).

In this study, we investigated if ticks could be found in two different spots in Vienna. Ticks were collected for a total of 35,25 hours on 26 days. Only four ticks could be found. Other studies showed a significant number of ticks with counts up to thousands of individuals in different cities (Materna et al. 2008, Mathews-Martin et al. 2020, Vogelgesang et al. 2020). Sampling methods contain error and a low amount of ticks can be caused by a number of factors including weather and season. Yet it can be assumed that a low density of ticks exists in these two chosen spots in Vienna.

Based on the results of this study, a conclusion on density of ticks in Vienna must be made very carefully. During other studies it was possible to collect a significant amount of ticks. Thus, ticks exist in rural areas. However an increasing tick population in urban areas can be seen. (Geurden et al. 2018, Rizzoli et al. 2014).

Within this project a model for risk assessment of a specific area was created. This model contains different parameters, which should all be considered when evaluating and making a statement about results.

The results of this study substantiate the assumption that tick-density is lower in cities than elsewhere. It is obvious that structure and composition of cities takes a huge impact on the whole population of all creatures, not only ticks, but also potential hosts. To precisely tell if tick populations are actually smaller and less infectious a much larger study over a longer period of time should be done.

Based on this study it can be assumed that construction of an area is considerably significant. Optimal habitats for ticks offer the possibility of expanding populations, this however offers the possibility of a higher contact rate. Not only humans and their pets can be potential hosts, often small mammals like hedgehogs are suitable hosts, too. This way a continuous and well functioning life cycle is guaranteed.

All ticks, found within this field of research, contained at least one human or veterinary pathogen.

Many different methods of prophylaxis are available. Most chemical treatments will kill the tick immediately after the bite. Some drugs also have a repelling effect. An appropriate treatment should be chosen separately for each individual based on exposure and contact rate. Also a regular examination of you or your pet's body, and brushing/grooming the hair can already be an effective method for preventing tick bites (Dadak 2018, Wendt et al. 2019).

6 Abbildungs-/ Tabellenverzeichnis

Abbildung 1 - Zusammensetzung der Arten von 713 gefangenen Zecken aus dem Freiland (AGES - Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit 2020a).....	4
Abbildung 2 - v.l.n.r.: <i>I. ricinus</i> , <i>D. reticulatus</i> , <i>H. concinna</i> (AGES - Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit 2020a).....	5
Abbildung 3 - Vier Zeckenarten zu verschiedenen Zeitpunkten im Jahr (insgesamt 689 Zecken gesammelt von 83 Hunden) (AGES - Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit 2020a, Duscher et al. 2013).....	6
Abbildung 4 - Lebenszyklus einer Zecke, modifiziert (Boulanger et al. 2019).....	7
Abbildung 5 - Drei Zeckenstadien v.l.n.r.: Larve, Nymphe, adultes Männchen und adultes Weibchen (AGES - Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit 2020a, Duscher et al. 2013).....	8
Abbildung 6 - Lebenszyklus von <i>I. ricinus</i> (Karlsruher Institut für Technologie 2013).....	9
Abbildung 7 - Klassifizierung von Zecken (Bayrhuber et al. 2012, Beyer 2011, Vögerl 2013).....	9
Abbildung 8 - Anteil (%) von <i>Anaplasma phagocytophilum</i> - und <i>Borrelia burgdorferi sensu lato</i> -positiven Zecken aus allen Sammelgebieten (Ergebnisse einer PCR-Analyse im Rahmen eines EU-Projekts; [31, 38]). Ana <i>Anaplasma</i> , Bor <i>Borrelia</i> ; V Vorarlberg, T Tirol, S Salzburg, OÖ Oberösterreich, St Steiermark, K Kärnten, NÖ Niederösterreich, B Burgenland (Stanek 2009).....	14
Abbildung 9 - Anteil (%) von <i>Rickettsia</i> spp.- und <i>Babesia</i> spp.- positiven Zecken aus allen Sammelgebieten (Ergebnisse einer PCR-Analyse im Rahmen eines EU-Projekts; [31, 54, 58]). Bab <i>Babesia</i> , Ric <i>Rickettsia</i> ; V Vorarlberg, T Tirol, S Salzburg, OÖ Oberösterreich, St Steiermark, K Kärnten, NÖ Niederösterreich, B Burgenland (Stanek 2009).....	15
Abbildung 10 - Material für das Sammeln von Zecken (Zeller 2019).....	18
Abbildung 11 - Flagg-Methode (Veterinärmedizinische Universität Wien 2018).....	19
Abbildung 12 - Campusplan der Veterinärmedizinischen Universität Wien, eingeteilt in Sektoren (Zeller, 2019).....	22
Abbildung 13 - Übersicht der geflaggteten Sektoren in Hirschstetten (Google Maps 2020).....	24
Abbildung 14 - Anzahl gefundener <i>Ixodes ricinus</i> je Entwicklungsstadium im Vergleich 2009/2010.....	37
Abbildung 15 - Zeckendichte (Adulte und Nymphen/100m ²) je Standort im monatlichen Vergleich 2009/2010, modifiziert/gekürzt (Poljak und Pfister 2012).....	39
Abbildung 16 - Monatliche Dichte von Nymphen, 2017 bis 2019 (Vogelgesang et al. 2020).....	43
Abbildung 17 - Monatliche Dichte von Adulten, 2017 bis 2019 (Vogelgesang et al. 2020).....	44

Literaturverzeichnis

- AGES - Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit. 2020a. <https://www.ages.at/themen/ages-schwerpunkte/vektoruebertragene-krankheiten/zecken/biologie-und-zoologie/> (Zugriff 16.09.2020.096Z).
- AGES - Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit. 2020b. <https://www.ages.at/themen/ages-schwerpunkte/vektoruebertragene-krankheiten/zecken/durch-zecken-uebertragbare-krankheiten/> (Zugriff 16.09.2020.218Z).
- Aspöck H, Eckert J, Hiepe T. 2010. Krank durch Arthropoden. Johannes Eckert und Theodor Hiepe aus Anlass ihrer 80. Geburtstage, 888.
- Bayrhuber H, Hauber W, Linder H, Hrsg. 2012. Linder-Biologie. Lehrbuch für die Oberstufe. Dreiundzwanzigste., neu bearbeitete Auflage, Druck A Dritte. Braunschweig: Schroedel, 544.
- Beyer I. 2011. Natura. Biologie für Gymnasien. Erste. Aufl., [Nachdr.]. Stuttgart: Klett, 480.
- Bogovic P, Strle F. 2015. Tick-borne encephalitis: A review of epidemiology, clinical characteristics, and management. *World journal of clinical cases*, 3 (5): 430–441. DOI 10.12998/wjcc.v3.i5.430.
- Boulanger N, Boyer P, Talagrand-Reboul E, Hansmann Y. 2019. Ticks and tick-borne diseases. *Medecine et maladies infectieuses*, 49 (2): 87–97. DOI 10.1016/j.medmal.2019.01.007.
- Bundesforschungsanstalt für Viruskrankheiten der Tiere. 2003. Jahresbericht Bundesforschungsanstalt für Viruskrankheiten der Tiere. Insel Riems.
- Bundesverband Praktizierender Tierärzte e.V. 2021-02-26T10:18:46.000Z. <https://m.tieraerzteverband.de/smile/smile-tiergesundheits/hund/parasiten/zeckenkrankheiten/durch-zecken-uebertragbare-krankheiten.php> (Zugriff 26.02.2021.904Z).
- Dadak A. 2018. Antiparasitika.
- Dautel H. 2010. Zecken und Temperatur.
- Deplazes P, Eckert J, Samson-Himmelstjerna Gv, Zahner H. 2013. Lehrbuch der Parasitologie für die Tiermedizin. Dritte., überarbeitete Auflage. Stuttgart: Enke Verlag, 639.
- Dobler G, Essbauer S, Terzioglu R, Thomas A, Wölfel R. 2008. Häufigkeit des Frühsommer-Meningoenzephalitis-Virus und von Rickettsien in Zecken aus dem Burgenland (Osterreich). *Wiener klinische Wochenschrift*, 120 (19-20 Suppl 4): 45–48. DOI 10.1007/s00508-008-1074-6.
- Duscher GG, Feiler A, Leschnik M, Joachim A. 2013. Seasonal and spatial distribution of ixodid tick species feeding on naturally infested dogs from Eastern Austria and the influence

of acaricides/repellents on these parameters. *Parasites & vectors*, 6: 76. DOI 10.1186/1756-3305-6-76.

Ebermann E. 2004. Tragewirt-Gemeinschaften (Phoresie) bei Spinnentieren (Arachnida).

European Centre for Disease Prevention and Control. 2019a.

<https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/dermacentor-reticulatus-current-known-distribution-july-2019> (Zugriff 02.10.2020.567Z).

European Centre for Disease Prevention and Control. 2019b.

<https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/ixodes-ricinus-current-known-distribution-july-2019> (Zugriff 02.10.2020.561Z).

European Centre for Disease Prevention and Control. 2019c.

<https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/rhipicephalus-sanguineus-current-known-distribution-july-2019> (Zugriff 02.10.2020.814Z).

Földvári G, Jahfari S, Rigó K, Jablonszky M, Szekeres S, Majoros G, Tóth M, Molnár V, Coipan EC, Sprong H. 2014. Candidatus *Neoehrlichia mikurensis* and *Anaplasma phagocytophilum* in urban hedgehogs. *Emerging Infectious Diseases*, 20 (3): 496–498. DOI 10.3201/eid2003.130935.

Földvári G, Márialigeti M, Solymosi N, Lukács Z, Majoros G, Kósa JP, Farkas R. 2007. Hard Ticks Infesting Dogs in Hungary and their Infection with *Babesia* and *Borrelia* Species. *Parasitology Research*, 101 (S1): 25–34. DOI 10.1007/s00436-007-0608-6.

Földvári G, Rigó K, Jablonszky M, Biró N, Majoros G, Molnár V, Tóth M. 2011. Ticks and the city: ectoparasites of the Northern white-breasted hedgehog (*Erinaceus roumanicus*) in an urban park. *Ticks and Tick-borne Diseases*, 2 (4): 231–234. DOI 10.1016/j.ttbdis.2011.09.001.

Gern. 2005. Die Biologie der *Ixodes ricinus* Zecke. *Therapeutische Umschau*, 62 (11): 707–712. DOI 10.1024/0040-5930.62.11.707.

Gern L, Estrada-Peña A, Frandsen F, Gray JS, Jaenson TGT, JONGEJAN F, Kahl O, Korenberg E, Mehl R, Nuttall PA. 1998. European Reservoir Hosts of *Borrelia burgdorferi* sensu lato. *Zentralblatt für Bakteriologie*, 287 (3): 196–204. DOI 10.1016/S0934-8840(98)80121-7.

Geurden T, Becskei C, Six RH, Maeder S, Latrofa MS, Otranto D, Farkas R. 2018. Detection of tick-borne pathogens in ticks from dogs and cats in different European countries. *Ticks and Tick-borne Diseases*, 9 (6): 1431–1436. DOI 10.1016/j.ttbdis.2018.06.013.

Google Maps. 2020.

<https://www.google.de/maps/@48.2373785,16.4673016,660m/data=!3m1!1e3>.

Hillyard P. 1996. Ticks of north-west Europe. Keys and notes for identification of the species, 178.

Kahl O, Janetzki-Mittmann C, Gray JS, Jonas R, Stein J, Boer R de. 1998. Risk of Infection with *Borrelia burgdorferi* sensu lato for a Host in Relation to the Duration of Nymphal Ixodes ricinus Feeding and the Method of Tick Removal. Zentralblatt für Bakteriologie, 287 (1-2): 41–52. DOI 10.1016/S0934-8840(98)80142-4.

Karlsruher Institut für Technologie. 2013. <http://www.tick.kit.edu/94.php>.

Katharina Brugger. 2018.

<https://www.vetmeduni.ac.at/fileadmin/v/z/presseinformation/2018/Zeckensammeln.jpg>.

Kunze U, Böhm G. 2015. Frühsommer-Meningo-Enzephalitis (FSME) und FSME-Schutzimpfung in Österreich: Update 2014. Wiener medizinische Wochenschrift (1946), 165 (13-14): 290–295. DOI 10.1007/s10354-015-0362-9.

Leschnik M, Feiler A, Duscher GG, Joachim A. 2013. Effect of owner-controlled acaricidal treatment on tick infestation and immune response to tick-borne pathogens in naturally infested dogs from Eastern Austria. Parasites & vectors, 6 (1). DOI 10.1186/1756-3305-6-62.

Marco MDMF de, Hernández-Triana LM, Phipps LP, Hansford K, Mitchell ES, Cull B, Swainsbury CS, Fooks AR, Medlock JM, Johnson N. 2017. Emergence of *Babesia canis* in southern England. Parasites & vectors, 10 (1): 241. DOI 10.1186/s13071-017-2178-5.

Materna J, Daniel M, Metelka L, Harčarik J. 2008. The vertical distribution, density and the development of the tick *Ixodes ricinus* in mountain areas influenced by climate changes (The Krkonoše Mts., Czech Republic). International Journal of Medical Microbiology, 298: 25–37. DOI 10.1016/j.ijmm.2008.05.004.

Mathews-Martin L, Namèche M, Vourc'h G, Gasser S, Lebert I, Poux V, Barry S, Bord S, Jachacz J, Chalvet-Monfray K, Bourdoiseau G, Pamies S, Sepúlveda D, Chambon-Rouvier S, René-Martellet M. 2020. Questing tick abundance in urban and peri-urban parks in the French city of Lyon. Parasites & vectors, 13 (1): 576. DOI 10.1186/s13071-020-04451-1.

Poljak S, Pfister K. 2012. <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bvb:19-141313>.

Prof. Dr. J. Aberle, Prof. Dr. St. Aberle, Prof. Dr. H. Holzmann. 2020.

<https://www.virologie.meduniwien.ac.at/fileadmin/virologie/files/Epidemiologie/2020/0220.pdf>.

Prof. Dr. J. Aberle, Prof. Dr. St. Aberle, Prof. Dr. H. Holzmann. 2021.

<https://www.virologie.meduniwien.ac.at/fileadmin/virologie/files/Epidemiologie/2021/0221.pdf>.

Prof. Dr. K. Hartmann, Prof. Dr. B. Kohn, Prof. Dr. A. Moritz, Dr. K.H. Schulte, Dr. T. Steidl, Prof. Dr. R.K. Straubinger, Ph.D., Prof. Dr. U. Truyen. 2021.

https://m.tieraerzverband.de/bpt/berufspolitik/leitlinien/impfleitlinien/2021_01_01_Impfleitlinie-Kleintiere.pdf.

- Rizzoli A, Silaghi C, Obiegala A, Rudolf I, Hubálek Z, Földvári G, Plantard O, Vayssier-Taussat M, Bonnet S, Spitalská E, Kazimírová M. 2014. *Ixodes ricinus* and Its Transmitted Pathogens in Urban and Peri-Urban Areas in Europe: New Hazards and Relevance for Public Health. *Frontiers in public health*, 2: 251. DOI 10.3389/fpubh.2014.00251.
- Schulz M. 2013. Untersuchungen zur saisonalen Populationsdynamik von *Ixodes ricinus* (Ixodidae) in Süddeutschland [München, Ludwig-Maximilians-Universität, Diss., 2013]. München: Universitätsbibliothek der Ludwig-Maximilians-Universität.
- Schulze TL, Jordan RA, Hung RW. 2001. Effects of Selected Meteorological Factors on Diurnal Questing of *Ixodes scapularis* and *Amblyomma americanum* (Acari: Ixodidae). *Journal of Medical Entomology*, 38 (2): 318–324. DOI 10.1603/0022-2585-38.2.318.
- Sonenshine DE. 1993. *Biology of ticks*. New York, NY: Oxford Univ. Press, 465.
- Stanek G. 2009. Büchse der Pandora: Krankheitserreger in *Ixodes ricinus*-Zecken in Mitteleuropa. *Wiener klinische Wochenschrift*, 121 (21-22): 673–683. DOI 10.1007/s00508-009-1281-9.
- Süss J. 2011. Tick-borne encephalitis 2010: epidemiology, risk areas, and virus strains in Europe and Asia-an overview. *Ticks and Tick-borne Diseases*, 2 (1): 2–15. DOI 10.1016/j.ttbdis.2010.10.007.
- Szekeres S, van Docters Leeuwen A, Rigó K, Jablonszky M, Majoros G, Sprong H, Földvári G. 2016. Prevalence and diversity of human pathogenic rickettsiae in urban versus rural habitats, Hungary. *Experimental & applied acarology*, 68 (2): 223–226. DOI 10.1007/s10493-015-9989-x.
- Vogelgesang J. 2017. *Methodenvergleich zum Sammeln von Schildzecken*. Wien: VMU.
- Vogelgesang JR, Walter M, Kahl O, Rubel F, Brugger K. 2020. Long-term monitoring of the seasonal density of questing ixodid ticks in Vienna (Austria): setup and first results. *Experimental & applied acarology*, 81 (3): 409–420. DOI 10.1007/s10493-020-00511-4.
- Vögerl MB. 2013. *Zecken und Zecken-übertragene Infektionskrankheiten in Niederbayern und der Oberpfalz*. Ludwig-Maximilians-Universität München.
- Wendt S, Trawinski H, Braun A von, Lübbert C. 2019. Durch Zecken übertragbare Erkrankungen: Von der Lyme-Borreliose über das Q-Fieber bis zur FSME. *CME (Berlin, Germany)*, 16 (5): 53–71. DOI 10.1007/s11298-019-6903-6.