



Die approbierte Originalversion dieser Hochschulschrift
finden Sie an der Universitätsbibliothek der
Veterinärmedizinischen Universität, Wien

Aus dem Department für Pathobiologie
der Veterinärmedizinischen Universität Wien
(Departmentsprecher: Univ.Prof. Dr.rer.nat. Armin Saalmüller)

Institut für Parasitologie
(Leiterin: Univ.Prof. Dr.med.vet. Anja Joachim)

Tick Removal - Vergleich von fünf verschiedenen Zeckenentfernungsgeräten

Diplomarbeit
zur Erlangung der Würde eines
Diplomtierarztes
der Veterinärmedizinischen Universität Wien

vorgelegt von
Klaus Robisch

Wien, im November 2010

Betreuer: Dr.rer.nat. Georg Duscher

Begutachter: Univ.Prof. Dr.med.vet. Anja Joachim

INHALTSVERZEICHNIS

1.	EINLEITUNG	1
1.1.	Fragestellung	1
1.2.	Literaturübersicht.....	2
1.2.1.	Zecken	2
1.2.2.	Durch Zecken übertragbare Krankheitserreger und deren Übertragungszeiten	5
1.2.3.	Bestimmung der Saugdauer	9
1.2.4.	Zeckenentfernung	10
2.	MATERIAL UND METHODEN	21
2.1.	Verwendete Geräte	21
2.2.	Ablauf der Probensammlung	24
2.3.	Beurteilung unter dem Mikroskop, Gewichtsbestimmung.....	25
2.4.	Datenauswertung	28
3.	ERGEBNISSE	30
3.1.	Probenmenge	30
3.2.	Vergleich der drehenden mit den ziehenden Geräten.....	31
3.3.	Gesamtbeurteilung der einzelnen Geräte.....	38
3.4.	Einzelbeurteilung der Geräte in Abhängigkeit von der Saugdauer	39
3.5.	Beurteilung der Mundwerkzeuge	43
3.6.	Versagen eines Gerätes.....	46
4.	DISKUSSION	47
4.1.	Vergleich der drehenden mit den ziehenden Geräten.....	47
4.2.	Beurteilung der Geräte in den einzelnen Kategorien.....	48
4.3.	Gesamtbeurteilung der einzelnen Geräte.....	51
4.4.	Einzelbeurteilung der Geräte in Abhängigkeit von der Saugdauer	51
4.5.	Beurteilung der Mundwerkzeuge	52
5.	ZUSAMMENFASSUNG	54
6.	SUMMARY	56
7.	LITERATURVERZEICHNIS.....	59
8.	ANHANG.....	63

1. Einleitung

1.1. Fragestellung

Die richtige Entfernung von Zecken wird seit langem intensiv und teilweise noch immer sehr kontroversiell diskutiert. Bei der von den verschiedensten Personengruppen ausgeführten Zeckenentfernung kommen so genannte Passivmethoden (Auftragen von Alkohol, Benzin, Olivenöl, Vaseline etc. sowie Gefrier- und Hitzeverfahren) und die mechanische Entfernung mittels unterschiedlichster Zeckenentfernungsgeräte zum Einsatz. Während die meisten Passivmethoden erwiesenermaßen als ungeeignet gelten bzw. andere, vielleicht zukunftsversprechende Verfahren wie der Cryospray (LANSCHUETZER et al., 2003) noch unzureichend getestet sind und damit Erfahrungswerte fehlen, kommt damit der mechanischen Zeckenentfernung die größte Bedeutung zu. Am Wirt festsitzende Zecken können einerseits lokal, vor allem an sehr empfindlichen Körperstellen (z.B. Augenlid), zu Schmerzen und Beeinträchtigung des Wohlbefindens führen und andererseits für Mensch und Tier gefährliche Krankheitserreger übertragen. Somit ist auf jeden Fall eine Entfernung der Zecken vom Wirt von großer Bedeutung. Der Großteil der durch Zecken übertragbaren Krankheitserreger wird erst nach einer Latenzzeit nach Anheftung am Wirt übertragen. Dadurch kann bei rascher und zuverlässiger Zeckenentfernung das Übertragungsrisiko gemindert werden. Ebenso sollte eine möglichst vollständige Entfernung der angehefteten Zecke gewährleistet sein. Dazu müssen die mechanischen Zeckenentfernungsgeräte so konzipiert sein, dass die Zecken leicht zu fassen und zu fixieren sind. Im Hinblick darauf kann die mangelnde Kooperationsbereitschaft des zu behandelnden Tieres ein Problem darstellen. Tiere befinden sich bei der Untersuchung in einer Stresssituation und zeigen häufig nervöses Verhalten. Letzteres kann dazu führen, dass die Zecken nicht so leicht mit dem jeweiligen Gerät gefasst werden können. In dieser Studie wurden fünf mechanische Zeckenentfernungsgeräte hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit geprüft. Neben der Untersuchung des Verletzungsgrades der Mundwerkzeuge wurden noch weitere Kriterien zur Beurteilung der einfachen und vollständigen Entfernung der Zecken evaluiert. So wurde die Reaktion des Tieres beim Herausnehmen, die benötigte Zeit zum Entfernen der Zecke, die Schwierigkeit die Zecke zu fassen, der nötige Kraftaufwand beim Entfernen und die Bedienung des jeweiligen Gerätes erhoben und ausgewertet.

1.2. Literaturübersicht

1.2.1. Zecken

Die wichtigste Schildzeckengattung in Europa ist *Ixodes*. Weltweit kommen ca. 250 *Ixodes*-Arten vor, 15 davon in Mitteleuropa. Von den ca. 165 Arten der Gattung *Haemaphysalis* sind nur 3 in West- und Mitteleuropa heimisch, *H. punctata*, *H. concinna* und *H. inermis*. Die meisten der etwa 80 Arten der Gattung *Rhipicephalus* kommen in Afrika vor; in Europa sind hauptsächlich die Arten der *Rhipicephalus sanguineus*-Gruppe von Bedeutung. Zur Gattung *Dermacentor* zählen etwa 35 weit verbreitete Arten in Asien, Europa, Afrika und der Neuen Welt. Ein charakteristisches Merkmal der Gattung *Hyalomma*, welche 25 Arten umfasst, sind die Augen (ECKERT, 2008).

Ixodes ricinus (Holzbock)

Nüchtern beträgt die Größe der Weibchen 3,0 - 3,6 mm, sie besitzen ein schwarzes Rückenschild (Scutum), die restliche Dorsalfläche (Alloscutum) ist orangefarben. Vollgesogen sind die Weibchen ca. 1 cm lang und stahlblau. Die Männchen sind 2,4 - 2,8 mm lang, wobei die gesamte Dorsalfläche vom schwarzen Scutum bedeckt ist. Nüchterne Nymphen sind 1,3 - 1,5 mm lang, nüchterne Larven sind ca. 0,5 mm lang, wobei sowohl Larven als auch Nymphen ein schwarzes, kleines Scutum und ein gräuliches Alloscutum besitzen.

I. ricinus ist 3-wirtig, wobei der Saugakt bei den Larven 2 - 3 Tage, bei den Nymphen bis zu 5 Tage und bei den Weibchen 1 bis maximal 3 Wochen dauert. Die männlichen Zecken saugen nur geringe Mengen an Blut, die Kopulation erfolgt meistens direkt auf dem Wirt. Das vollgesogene Weibchen legt, nachdem es vom Wirt abgefallen ist, ca. 3000 Eier unter Blätter und andere Pflanzenteile am Boden. Eine Generation dauert ca. 2 - 3 Jahre, wobei jedes nüchterne Stadium mindestens 1 Jahr überleben kann.

I. ricinus ist an feuchte Umgebung (über 75 % rel. Luftfeuchtigkeit) angepasst und kommt daher hauptsächlich in Laub- und Mischwäldern mit einer Kraut- und Strauchzone sowie auf Extensivweiden und dicht bewachsenen Parks und Hausgärten vor. *I. ricinus* ist in

Mitteleuropa zwischen März und November (ab 7 - 10 °C) aktiv, wobei 2 Aktivitätsgipfel vorhanden sind, der erste von Mai bis Juni und der zweite kleinere im September. Die hungrigen Stadien wandern während der Aktivitätsphase an Pflanzen hoch (bis in ca. 80 cm Höhe) und warten dort auf einen Wirt.

Das Wirtsspektrum von *I. ricinus* umfasst ca. 200 Wirbeltierarten. Die Larven verbleiben in Bodennähe und befallen Kleinsäuger (Waldmaus, Rötelmaus,...) und Vögel, aber auch größere Säuger. Die Nymphen befallen hauptsächlich Rehe und den Menschen sowie Kleinsäuger, Vögel und Reptilien. Bevorzugte Wirte der Adulten sind Reh, Fuchs und Marder sowie Schafe, Rinder, Hunde und Menschen.

I. ricinus weist als Prädilektionsstellen bei Weidetieren die Inguinal- und Perinealregion, die Innenfläche der Hinter- und Vorderbeine und den Kopf, bei Hunden den Kopf (Ohren) und beim Menschen die Arme und Beine auf. Bei Kindern befinden sich die Zecken meistens auf dem Kopf, und zwar besonders am Haaransatz am Nacken und hinter den Ohren (ECKERT, 2008).

Ixodes hexagonus (Igelzecke)

I. hexagonus weist eine rotbraune bis blaugraue Färbung auf. Die adulten Weibchen sind im nüchternen Zustand ca. 3 - 4 mm lang, vollgesogen beträgt ihre Länge bis zu 13 mm. Die Männchen erreichen eine Länge von ca. 3,5 - 3,8 mm. Auffallend sind die langen Tarsi und die namensgebende, fast hexagonale Form des Scutum (SCHNIEDER et al., 2006). Diese Art ist ebenfalls 3-wirtig und befällt verschiedenste Wirte, auch den Menschen, sehr selten Schafe, Rinder oder Pferde. *I. hexagonus* ist an das Mikroklima in den Bauten oder Nestern ihrer bevorzugten Wirte (Igel, Fuchs, Iltis, Dachs und Hund) gut angepasst. Häufig findet man diese Zecken bei Jagd- und Hofhunden, welche Kontakt zu Igelnestern hatten. Die Männchen befallen normalerweise keinen Wirt, sondern verbleiben in dessen Lager, um sich dort mit den vollgesogenen Weibchen zu paaren. Alle Stadien sind ganzjährig aktiv (ECKERT, 2008).

Haemaphysalis punctata

Es handelt sich hierbei um blasse oder braun-rötliche Zecken ohne Pigment, wobei die Weibchen 3,0 - 3,5 mm, bzw. vollgesogen bis 10 mm und die Männchen 2,8 - 3,2 mm groß sind. *H. punctata* ist eine 3-wirtige Zecke, wobei die Larven und Nymphen Vögel und Kleinsäuger und die Adulten Schafe und Rinder sowie manchmal auch Ziegen, Pferde, Cerviden, Hasen, Igel und Musteliden befallen. Die Zecken sind hauptsächlich im Frühjahr und Sommer aktiv (ECKERT, 2008).

Rhipicephalus sanguineus s.s. (Braune Hundezecke)

Die Weibchen sind nüchtern 3 - 3,8 mm und vollgesogen bis 10 mm lang und besitzen eine rötliche Färbung. Die Männchen, welche ein verstärktes viertes Beinpaar aufweisen, sind dunkelbraun und 3 - 3,8 mm lang. Nymphen erreichen eine Länge von 1,4 - 1,6 mm.

Rh. sanguineus ist eine 3-wirtige Zecke, wobei alle Stadien mit nur wenigen Ausnahmen nur Hunde befallen. Die mittlerweile fast weltweite Verbreitung erfolgte durch Hunde. Südlich der Alpen ist diese Zeckenart hauptsächlich im Freien, nördlich der Alpen vor allem in Gebäuden (Tierheime, Hundepensionen, Tierarztpraxen,...) und geschützten Zwingern anzutreffen. Im Winter gehen sie, mit Ausnahme ausreichend warmer Räume, in eine Diapause.

Rh. sanguineus ist gut an Hunde angepasst und verursacht bei diesen häufig nur sehr geringe Hautreaktionen. Am Menschen parasitiert diese Zeckenart nur selten (ECKERT, 2008).

Dermacentor marginatus (Schafzecke)

Die Weibchen sind in nüchternem Zustand 4,6 - 5,4 mm und vollgesogen bis 15 mm lang, die Männchen erreichen eine Länge von 4,8 - 5,8 mm.

D. marginatus ist 3-wirtig, wobei Larven und Nymphen Kleinsäuger und gelegentlich Vögel befallen. Die Adulten parasitieren in erster Linie auf Schafen, aber auch Rinder, Pferde, Hunde, Igel und Menschen werden befallen. Aktivitätsgipfel bei den Larven ist der Juni, bei

den Nymphen der Juli. Die Hauptaktivitäten der adulten Zecken sind im März und April sowie im September und Oktober zu verzeichnen. Die vollgesogenen Weibchen gehen im Herbst in eine Diapause über und beginnen dann erst im darauf folgenden Frühjahr mit der Eiablage.

Prädilektionsstellen sind beim Schaf der Nacken und der Rücken, wobei die Wolle in diesem Bereich durch den Zeckenkot braun verfärbt wird. *D. marginatus* kommt hauptsächlich in warmen und trockenen Gebieten vor (ECKERT, 2008).

Dermacentor reticulatus

Diese Art besitzt im Unterschied zu *D. marginatus* einen nach hinten gerichteten Sporn am hinteren Rand des zweiten Palpengliedes. *D. reticulatus* ist 3-wirtig, wobei die Larven und Nymphen Kleinsäuger, selten auch Vögel, und die Adulten Cerviden, Füchse, Hasen, Igel, Hunde, Pferde, selten auch auf Rinder, Schafe und Menschen befallen. Die Aktivitätsgipfel dieser Art liegen im März bis Juni und im August bis November. *D. reticulatus* kommt hauptsächlich auf feuchten Wiesen- und Waldflächen vor (ECKERT, 2008).

Hyalomma marginatum

Es handelt sich hierbei um eine 2-wirtige, große, braune Zecke wobei die Weibchen eine Länge von 5,0 - 6,5 mm (nüchtern) bzw. bis zu 20 mm (vollgesogen) erreichen. Die Männchen besitzen ein dunkles Schild und werden 4,0 - 5,6 mm lang. Larven und Nymphen befallen Vögel, die Adulten parasitieren südlich der Alpen Haustiere (Hunde, Rinder etc.) sowie Füchse, Wildschweine und Hasen (ECKERT, 2008).

1.2.2. Durch Zecken übertragbare Krankheitserreger und deren Übertragungszeiten

Borrelia burgdorferi sensu lato

Ixodes ricinus, eine in Europa weit verbreitete Zeckenart, ist ein wichtiger Vektor für Spirochäten aus dem *Borrelia burgdorferi sensu lato* (s.l.)-Komplex (KRUPKA et al., 2007).

Dieser Komplex ist der Erreger der Lyme-Borreliose. Er umfasst unter anderem die Genospezies *B. burgdorferi afzelii*, *B. burgdorferi garinii* und *B. burgdorferi sensu stricto*. Bei *B. b. afzelii* und *B. b. garinii* handelt es sich um die vorherrschenden europäischen Spezies. Überträger dieser Krankheitserreger sind in Mitteleuropa alle drei Stadien des Holzbocks, *I. ricinus* (HEILE et al., 2007).

Das Auftreten der Lyme-Borreliose steigt signifikant an, nachdem die Saugdauer der Zecken 72 Stunden überschreitet (SOOD et al., 1997 in KIDD et al., 2003). Sowohl die Zeckenart als auch die Wirtstierart haben einen Einfluss auf die Transmissionszeit: Bei einer Studie an Gerbils wurde *B. burgdorferi* s.l. von *I. ricinus* bereits nach 16,7 Stunden an Saugzeit übertragen. (KAHL et al., 1998). Hingegen benötigen *I. pacificus*-Nymphen mindestens 48 Stunden für die Übertragung von *B. burgdorferi* s.l. auf Mäuse (PEAVEY et al., 1995 in KIDD et al., 2003). Die Übertragungsrate von *B. burgdorferi* s.l. durch *I. scapularis*-Nymphen auf Mäuse ist ab einer Zeitdauer von 48 (11,8 % - 12,5 %) - 72 (70,6 % - 78,9 %) Stunden Anheftungsdauer sehr effektiv. Hingegen führt eine Anheftungsdauer von nur 24 Stunden zu keiner Transmission (DES VIGNES et al., 2001). Bei *Ixodes dammini*-Nymphen konnte ein Übertragen von *B. burgdorferi* s.l. innerhalb der ersten 24 Stunden Saugzeit auf 1 von 6 syrischen Goldhamstern und auf keine von 8 Weißfußmäusen festgestellt werden. Nach 48 Stunden waren bereits 3 der 6 Hamster und 2 der 8 Mäuse infiziert. Zecken, die bis zur Vollendung der Blutmahlzeit auf den Wirten verblieben, infizierten 5 der 6 Hamster und alle 8 Mäuse (PIESMAN et al., 1987).

Erregerbedingte Unterschiede in der Geschwindigkeit der Transmission konnten ebenso in einer Studie nachgewiesen werden: *B. b. afzelii* wurde von *I. ricinus* in 14 % der Fälle innerhalb von 24 Stunden und in 50 % der Fälle innerhalb von 48 Stunden auf Mäuse übertragen, wogegen *B. burgdorferi* s.s. auf keine der Mäuse innerhalb der ersten 48 Stunden übertragen wurde (CRIPPA et al., 2002 in KIDD et al., 2003).

Ebenso ist von Bedeutung, dass Nymphen von *Ixodes scapularis* *B. burgdorferi* deutlich häufiger übertragen als Adulte. Ungesogene Larven sind nur sehr selten infiziert. Eine effiziente Übertragung dieses Erregers erfordert eine Mindesthaftdauer der Zecke am Wirt von 24 - 48 Stunden (LO RE III et al., 2004).

Die Transmissionszeit wird auch durch den „Sättigungszustand“ der Zecke beeinflusst: Halb gesogene *I. scapularis*-Zecken, deren initiale Saugphase innerhalb der ersten 24 - 48 Stunden unterbrochen wurde, können bei einer erneuten, zweiten Saugphase den Erreger *B. burgdorferi* s.l. sehr rasch (in weniger als 24 Stunden) und mit einer sehr hohen Erfolgsrate (83 - 100 %) übertragen (SHIH, 1993 in KIDD et al., 2003). Krankheitserreger müssen sich in ausreichender Anzahl im Bereich der Speicheldrüsen bzw. Speichelgänge der Zecken befinden, um übertragen zu werden (KIDD et al., 2003). Dies ist auch der Grund für die zeitlich verzögerte Übertragung von *B. burgdorferi* s.l. durch saugende Zecken: Die Borrelien befinden sich anfangs für gewöhnlich im Mitteldarmlumen der Zecken und werden von dort über die Hämolymphe und Speicheldrüsenalveolen zu den Speichelgängen transportiert. Die Zeitdauer des Transportes beträgt 36 bis 48 Stunden (KAHL et al., 1998). Des Weiteren müssen Änderungen der Oberflächenstruktur von *B. burgdorferi* s.l. stattfinden, damit dieser Erreger von der Zecke auf den Wirt übertragen werden kann. Die Expression des Oberflächenlipoproteins OspA wird in der initialen Saugphase reduziert. Gleichzeitig kommt es zu einer Steigerung der Expression des Oberflächenlipoproteins OspC (SINGH et al., 2003).

Anaplasma phagocytophilum

A. phagocytophilum ist ein obligat intrazelluläres Bakterium. Es ist der Auslöser der caninen Anaplasmose bei Hunden. Dieser Erreger wird unter anderem durch *I. ricinus* übertragen (HEILE et al., 2007). Die erfolgreiche Transmission von *Anaplasma phagocytophilum* durch *I. scapularis*-Nymphen auf Mäuse ist bereits innerhalb der ersten 24 Stunden in 2 von 3 Fällen nachweisbar (DES VIGNES et al., 2001). Hingegen beschreibt eine andere Studie mit Mäusen, in welcher ebenso *I. scapularis*-Nymphen verwendet wurden, dass innerhalb der ersten 30 Stunden nur 1 von 28 Mäusen mit *Anaplasma phagocytophilum* infiziert wurde. Ab einer Zeitdauer von mehr als 36 Stunden war jedoch eine erfolgreiche Übertragung bei mehr als zwei Drittel von 25 Mäusen nachweisbar (KATAVOLOS et al., 1998).

Babesia spp.

Verschiedene Babesia-Unterarten rufen die Babesiose der Hunde hervor: *Babesia canis canis* wird von *D. reticulatus*, *B. canis vogeli* von *Rh. sanguineus* und *B. canis rossi* von *Haemaphysalis leachi* übertragen. In Mitteleuropa sind nur die *B. canis canis*-Infektionen von Bedeutung. *D. reticulatus* überträgt diesen Erreger transovariell (HEILE et al., 2007).

Der Befall der Speicheldrüsen der Zecken durch *B. canis canis* und deren Entwicklung zu einem infektiösen Stadium (Sporozoit) erfolgt nicht sofort, sondern wird erst durch eine nervöse Stimulation verschiedener Organe ausgelöst. Nach Anheften der Zecke am Wirt werden die so genannten Kineten frei, welche über die Hämolymphe in die Speicheldrüsen der Zecken eindringen und sich dort vermehren. *B. canis canis* wird daher frühestens nach einer 48 Stunden dauernden Blutmahlzeit übertragen. Eine Ausnahme stellen die männlichen Zecken dar, sie können, nachdem sie mehrmals Blut (auch auf verschiedenen Wirten) gesaugt haben, die infektiösen Stadien sofort übertragen (HEILE et al., 2007).

Die Vermehrung eines Erregers innerhalb der Speicheldrüsen ist häufig für die Entstehung von infektiösen Konzentrationen notwendig. Dies beeinflusst das Übertragungsrisiko (KIDD et al., 2003): *Babesia microti* konnte in einer Studie mit Hamstern erst nach 48 Stunden Saugzeit in den Speicheldrüsen von *Ixodes*-Zecken nachgewiesen werden, was sich auf die Übertragung des Erregers auf die Hamster auswirkte: Nach 36 Stunden Saugzeit wurde eine Übertragungsrate von nur 9 % nachgewiesen, nach 54 Stunden hingegen waren es bereits 50 % (PIESMAN et al., 1980 in KIDD et al., 2003).

Ehrlichia canis

Bei dieser Bakterienart handelt es sich um einen intrazellulären Blutparasiten, der durch *Rh. sanguineus* übertragen wird (KRUPKA et al., 2007).

Übertragungszeiten von *E. canis*: Angaben zu den minimalen Übertragungszeiten von Ehrlichien liegen zurzeit nicht vor. Da Ehrlichien aber zur selben Gattung wie die

Anaplasmen gehören, erfolgt die Transmission vermutlich auch innerhalb von 24 Stunden nach Beginn des Saugaktes (HEILE et al., 2007).

FSME-Virus

Beim Erreger der Frühsommermeningoenzephalitis (FSME) handelt es sich um ein Virus aus der Familie der Flaviviren. Überträger dieses Virus ist in Europa in den meisten Fällen der Gemeine Holzbock, *I. ricinus* (DOBLER, 2010). Die Übertragung findet bereits innerhalb der ersten Minuten nach „andocken“ der Zecke am Wirt statt (DOBLER, 2010).

1.2.3. Bestimmung der Saugdauer

Die Abschätzung der Saugdauer der Zecke am Wirt erfolgt durch verschiedene Indexsysteme.

a) Scutal-Index nach MEINERS und Kollegen (2006)

Eine zuverlässige, schnelle und einfache Methode zur Bestimmung der Saugdauer einer entfernten Zecke stellt das Messen des sogenannten „Scutal Index“ dar. Dieser errechnet sich aus der Division der Länge des Alloscutums zur Breite des Scutums. Durch die Berechnung des Scutal-Index ist es möglich, Risikogruppen in Bezug auf eine Borrelientransmission zu bestimmen: Ein Scutal-Index von unter 1,1 (bei *Ixodes ricinus*-Nymphen) bedeutet in 93,2 % der Fälle eine Saugdauer von weniger als 24 Stunden. Diese Zeitspanne stellt im Sinne der Übertragung von Borrelien ein niedriges Risiko dar. Hingegen bedeutet ein Index von über 1,1 in 85,6 % der Fälle eine Saugdauer von 36 Stunden und damit ein hohes Risiko bezüglich der Borrelientransmission.

b) Coxal-Index und Scutal-Index nach GRAY und Mitarbeiter (2005)

Sowohl der Coxal-Index (Verhältnis der Breite des Scutums zum Abstand der basalen Coxen des vierten Beinpaars) als auch der Scutal-Index (hier: Verhältnis der Breite des Scutums zur

Länge des Idiosomas (=Länge des Scutum und des Alloscutums) können für die Bestimmung der Saugdauer der Zecke am Wirt und zur Abschätzung des Risikos der Erregerübertragung herangezogen werden. Zur Bestimmung der Saugdauer innerhalb der ersten 24 Stunden erweist sich der Coxal-Index als genauer, mit zunehmender Saugdauer ist dann der Scutal-Index zuverlässiger. Die gemeinsame Anwendung beider Indices würde sich für die Risikoeinschätzung der Erregerübertragung eignen (GRAY et al., 2005).

1.2.4. Zeckenentfernung

Übersicht

Eine Vielzahl von Techniken stehen zur mechanischen und chemischen Entfernung von angehefteten Zecken zur Verfügung (Tabelle 1).

Tabelle 1: Verwendete Geräte/Substanzen für die mechanische/chemische Zeckenentfernung

Mechanische Entfernung	Chemische Entfernung
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Drehende Geräte: <ul style="list-style-type: none"> ❖ Zeckenzange ❖ Tick Twister ❖ Lasso ❖ Tick Solution ➤ Ziehende Geräte: <ul style="list-style-type: none"> ❖ Pinzetten unterschiedlichster Ausführung ❖ Selbstarretierende Moskitoklemme ❖ Zeckenkarte ❖ Tick Nipper ❖ Pro Tick Remedy ❖ Ticked Off ➤ Shave-Exzision: <ul style="list-style-type: none"> ❖ Skalpell ❖ Einmalrasierer ➤ Schlingen/Knotentechnik: <ul style="list-style-type: none"> ❖ Nahtmaterial ❖ Zahnseide ❖ Baumwollfaden 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Auf der Hautoberfläche: <ul style="list-style-type: none"> ❖ Benzin ❖ Nagellackentferner ❖ Isopropylalkohol ❖ Methylalkohol ❖ Olivenöl ❖ Vaseline ❖ Antiparasitika (z.B.: Fipronil) ❖ Chlordimeform ❖ Flüssiger Stickstoff (Cryospray) ❖ Lidocaingel ➤ Subcutan: <ul style="list-style-type: none"> ❖ Lidocain ❖ Epinephrin ❖ Chlorprocain

Bedeutung der vollständigen Zeckenentfernung

Eine komplette Entfernung der angehefteten Zecken ist von großer Wichtigkeit. Durch eine unvollständige mechanische Entfernung der Zecken vom Wirt kommt es häufig zu

Fremdkörperreaktionen (VINER, 2006 und HABIF, 1996 in GAMMONS et al., 2002). Hingegen beschreiben LANSCHUETZER und Kollegen (2003), dass im Fall von in der Haut verbleibenden Mundwerkzeugen die Entfernung des Hypostoms nicht notwendig ist, da Fremdkörperreaktionen nach Zeckenstichen kaum auftreten.

Erregerübertragung: RAUTER und Mitarbeiter (2003) weisen darauf hin, dass Kompression der Zecken beim Entfernen ein wichtiger Faktor ist. Hier können allenfalls vorhandener Erreger übertragen werden, indem der Darminhalt der Zecke in den Stichkanal inokuliert wird. Hingegen ist laut ZENNER und Kollegen (2006) nicht erwiesen, dass diese Kompression zu einem erhöhten Risiko der Übertragung von Erregern durch die Zecke auf den Wirt führt. Auch PIESMAN und Kollegen (2002), konnten keinen signifikanten Unterschied bei der Erregerübertragung zwischen Kompression oder Fixierung im Bereich der Mundwerkzeuge feststellen. Ein Abdrehen des Kopfes der Zecke sollte vermieden werden, da das zu einer Freisetzung eventuell vorhandener infektiöser Sekrete führen kann. Weiters sollen Zecken niemals mit bloßen Händen angefasst und entfernt werden. (GAMMONS et al., 2002).

Chemische Entfernung (Passivmethoden)

Eine Lokalbehandlung mit Antiparasitika wie zum Beispiel Fipronil führte zu einer Abtötung und einem Abfallen der Zecke innerhalb von 24 Stunden. Diese Methode ist für Gebiete mit fehlender oder sehr geringer Durchseuchung der Zeckenpopulation mit human- und tierpathogenen Erregern gut geeignet (VINER, 2006). Auch BRIAULT (2006) vertritt die Meinung, dass eine Behandlung mit Fipronil in der Regel mit dem geringsten Schaden für den Wirt verbunden ist. Das mechanische Entfernen der Zecke soll hingegen zu Fremdkörperreaktionen und Abszessbildung führen. LANSCHUETZER und Kollegen (2003) schlagen zur Abtötung und Entfernung von Zecken den „Cryospray“ vor. Mit diesem wird flüssiger Stickstoff auf die betroffene Hautstelle aufgetragen und die schockgefrorene und tote Zecke kann leicht und „fast immer“ auch vollständig entfernt werden.

Bei der alleinigen Anwendung von chemischen Substanzen zur Zeckenentfernung ließen sich mit topisch angewandtem Chlordimeform in verschiedenen Konzentrationen gute Ergebnisse bei adulten Zecken erreichen. In einer Studie wurde die Wirkung dieser Substanz auf Nymphen und Adulte von *Amblyomma americanum*, *Rh. sanguineus* und *Dermacentor andersoni*, die an Meerschweinen angesetzt wurden, getestet. Dabei lösten sich bei einer Konzentration von 0,5 - 1 % 83,9 - 85,5 % der Adulten von *A. americanum* und bei einer Konzentration von 0,125 - 0,25 % alle Adulten von *Rh. sanguineus* und *D. andersoni* innerhalb der Einwirkzeit von 2 Stunden ab. Die Effektivität bei den Nymphen erwies sich als geringer. Bei einer Konzentration von 0,25 % ließ sich das beste Ergebnis erreichen: 52,5 % der Nymphen lösten sich ab. (GLADNEY et al., 1974).

Auch das Auftragen von Lidocain-Gel 2 % auf festgesogene *Ixodes*-Zecken führte zu einer Loslösung der intakten und augenscheinlich toten Zecken nach einer Einwirkzeit von 5 Minuten. Die Zecken konnten von der Anheftungsstelle abgewischt werden, die Entfernung mittels Pinzette war nicht notwendig (KARRAS, 1998). Hingegen hatte ein subkutan infiltrierte Lokalanästhetikum keinen Einfluss auf die rasche Entfernung von festgesogenen Zecken: Die subkutane Injektion von verschiedenen Lokalanästhetika (Lidocain 1 %, Lidocain 1 % mit Epinephrin 1:200.000 und Chlorprocain 1 %) direkt unter die Anheftungsstelle der Zecke am Wirt (Laborkaninchen) führte zu keiner spontanen Loslösung der Zecke innerhalb einer Stunde (LEE et al., 1995). Allerdings führte laut STORER und Kollegen (2003) die Infiltration von Lokalanästhetika zu mehreren Vorteilen: Die Zecke wird immobilisiert, die Mundwerkzeuge werden gelockert und die Stichstelle wird schmerzfrei gemacht. Das Ergebnis der anschließenden mechanischen Entfernung der Zecke mittels langsamen, vertikalen Zuges durch eine feine Pinzette ist eine komplette, atraumatische und leichte Extraktion.

Die Anwendung von Benzin, Nagellackentferner und Methylalkohol auf angehefteten Nymphen und Adulten von *I. ricinus* wurde in einer weiteren Studie (DE BOER et al., 1993) an Schafen und Schweinen untersucht. Diese Substanzen führten zu keiner Loslösung der Zecken innerhalb von 30 - 60 Minuten ab dem Auftragen der Substanzen. Des Weiteren führt die Verwendung von Benzin zur Abtötung und Entfernung von Zecken zu einem signifikant erhöhten Risiko der Übertragung von Borrelien. Grund dafür könnte die Regurgitation von

infektiösem Darminhalt der Zecke sein (SCHWARTZ et al., 1990). Ähnliche Ergebnisse wie DE BOER und Mitarbeiter (1993) erzielte NEEDHAM (1985) in einer Studie: Das Auftragen von Vaseline, Nagellackentferner oder Isopropylalkohol 70%ig beziehungsweise das Anbrennen der Zecke mit einem glühenden Streichholz für 5 - 10 Sekunden führte zu keinem Loslösen von *Dermacentor variabilis* innerhalb von 2 bzw. 24 Stunden. SHAKMAN (1984) beschrieb eine kombinierte Anwendung von Vaseline und mechanischer Entfernung mittels Pinzette. Nach dem Bedecken der Zecke mit Vaseline wurde nach 10 Minuten die Zecke mit einer Pinzette zu entfernt. Der positive Einfluss von Vaseline auf das Abtöten bzw. Entfernen von Zecken innerhalb von Minuten scheint aber fraglich zu sein. Mit Hilfe diese Methode soll die Zecke erstickt werden. Die Respirationsrate einer Zecke beträgt nur 3 - 15 Züge pro Minute, daher sind oben genannten Substanzen sehr ineffektiv (NEEDHAM, 1985, DE BOER et al., 1993 und TEECE et al., 2002).

BENFORADO (1984) beschrieb die Verwendung eines mechanischen Verfahrens mit gleichzeitigem Einsatz von Hitze bei der Zeckenentfernung. Mit Hilfe einer Klinge eines Taschenmessers, einer Münze und eines Feuerzeuges können angeheftete Zecken auf folgende Weise entfernt werden: Mit dem Feuerzeug wird ein Teil der Münze erhitzt und anschließend wird diese auf die Dorsalseite der Zecke gedrückt- nachdem zwischen der Ventralseite der Zecke und der Haut die Klinge des Messers geschoben wurde. Sobald sich die Beine der Zecke bewegen, wird diese hochgeklappt, sodass sie sich im rechten Winkel zur Haut befindet. Anschließend wird die sich noch immer zwischen Klinge und der Münze befindliche Zecke langsam nach oben gezogen, bis sie loslässt.

Da in den Phasen der Speichelproduktion und der Regurgitation die meisten Erreger effizient übertragen werden (KIDD et al., 2003) und eine Wärmestimulation zu einer vermehrten Speicheldrüsensekretion führt, ist der Einsatz von Hitze bei der Zeckenentfernung allerdings kontraproduktiv. Schon die Bestrahlung angehefteter Zecken mit Infrarotlicht für nur 1 - 2 Minuten bei Temperaturen von 35 - 40 °C ist ausreichend, um zu einer Sekretion zu führen (BARKER et al., 1973).

Mechanische Entfernung - Gerätevergleich

Vergleich des Tick Twisters mit drehenden und ziehenden Geräten: Die mechanische Entfernung von Zecken erfolgt in 2 Stufen: Das Erfassen und Halten der Zecke und die anschließende Entfernung. Der erste Schritt kann entweder durch die Fixierung der Zecke mittels 2 Zangenschenkel, die aneinander gepresst werden (folgend als Gerät vom Typ „A“ bezeichnet.) erfolgen, oder die Zecken werden mit Hilfe eines schmalen Spaltes fixiert (folgend als Typ „B“ bezeichnet). Die Entfernung erfolgt durch Zug (Typ „1“) oder durch Rotation (Typ „2“). Die Entfernung durch Rotation um die Achse des Zeckenkörpers erlaubt eine Loslösung der Mundwerkzeuge der Zecke vom Wirtsgewebe und vermeidet den Widerstand bei der Entfernung, welcher durch die Dentikel am Hypostom entsteht. Es gibt verschiedene Geräte, welche die eine mit der anderen Methode verbinden. In folgender Studie von ZENNER und Mitarbeiter (2006) nahmen 18 Tierarztpraxen und Kliniken in Frankreich teil. Die Zecken wurden von Hunden und Katzen der die Praxen/Kliniken besuchenden Tierbesitzer entfernt. Dabei wurden folgende Geräte von den Tierbesitzern getestet: Eine Zeckenzange (A2), eine „Zeckenkarte“ (B1) und ein sogenannter Tick Twister (B2). Die Ergebnisse zeigten keine signifikanten Unterschiede im Erfolg oder Versagen zwischen den Geräten auf. Allerdings war der Tick Twister in den Kategorien „benötigte Zeit zur Entfernung“, „Erfassen der Zecke“, „Kraftaufwendung“, „Reaktion des Tieres“ und „Zustand der Mundwerkzeuge“ deutlich besser als eines oder als die beiden anderen Geräte. Einzig bei der Fixierung der Zecke waren keine signifikanten Unterschiede zwischen den drei Geräten feststellbar. In derselben Studie wird der Tick Twister auch mit einer chirurgischen Pinzette verglichen. Tierärzte konnten mittels Tick Twister deutlich schneller die Zecken entfernen, das Erfassen war leichter und die Kraftaufwendung geringer. Auch die Mundwerkzeuge wiesen bei jenen Zecken, welche durch den Tick Twister entfernt wurden, weniger Schaden auf. Bei all den genannten Parametern waren die Unterschiede signifikant, nur im Erfolg bzw. Versagen der Zeckenentfernung unterscheiden sich beide Geräte nicht (ZENNER et al., 2006). Ähnlich gute Ergebnisse erzielt der dem Tick Twister entsprechende „Tire Tic“-Zeckenhaken. Dieser führte bei der Entfernung von 30 *Ixodes ricinus*-Zecken (1 Larve, 21 Nymphen, 8 adulte Weibchen) durch Dermatologen zu folgendem Ergebnis: Zwölf Zecken wurden mit vollständigen Mundwerkzeugen entfernt, beim Rest waren diese abgebrochen.

Die benötigte Zeit zur Entfernung lag unter 15 Sekunden, es kam zu keiner Schmerzauslösung und die Schwierigkeit der Entfernung war gering (SAMSOËN et al., 2003).

Vergleich der Tick Solution mit Pinzetten: Die Tick Solution ist von der Funktionsweise der Zeckenzange ähnlich. Bei einer Studie zur Entfernung von Braunen Hundezecken (*Rh. sanguineus*, diese Zeckenart weist ein kurzes Hypostom auf) von acht streunenden Hunden wurden drei verschiedene Pinzetten (Jeweler's Pinzette, halb gebogene Pinzette und anatomische Pinzette) mit dem kommerziell erhältlichen Zeckenentfernungsgerät „Tick Solution“ verglichen. Die Tick Solution erwies sich als am wenigsten effektiv in der Entfernung von Zecken, da signifikant mehr Versuche zur Entfernung notwendig waren. Ebenso resultierten aus der Entfernung der Zecken mit der Tick Solution die meisten geschädigten Zecken, wobei hier nur ein geringer Unterschied zu den Pinzetten nachweisbar war. Einzig bei der Schonung des Wirtsgewebes schnitt die Tick Solution am besten ab, wobei auch hier keine signifikanten Unterschiede feststellbar waren. Das beste Gesamtergebnis erzielte die halb gebogene Pinzette (BOWLES et al., 1992).

DE BOER und Mitarbeiter (1993) verglichen in einer Studie ebenfalls das gerade Herausziehen der Zecken mit einer stumpfen Pinzette und die Entfernung mittels Rotation der Zecke um die eigene Achse mit der Tick Solution. Bei der Entfernung durch Rotation wiesen die Nymphen signifikant häufiger einen beschädigten Allgemeinzustand auf als in der Gruppe, welche durch geraden Zug entfernt wurden. Allerdings war der Anteil an verbliebenen Mundwerkzeugen in der Haut des Wirtes in der Rotationsgruppe viel niedriger. In dieser war ebenso sehr auffällig, dass bei den Mundwerkzeugen immer nur die Spitze des Hypostoms fehlte. Bei den mit Pinzetten entfernten Nymphen fehlte häufig das gesamte Capitulum, inklusive des Hypostoms und der Cheliceren. Bei den Adulten (Weibchen) wiesen die durch Rotation entfernten Zecken ebenfalls signifikant öfter einen beschädigten Allgemeinzustand auf. Aber auch hier war der Anteil der in der Haut verbliebenen Mundwerkzeuge deutlich kleiner als bei jenen Zecken, welche mit der Pinzette entfernt wurden.

Vergleich von Zeckenkarten mit Pinzetten: Die Geräte Pro Tick Remedy und Ticked Off sind von der Funktionsweise her der Zeckenkarte ident. Die kommerziell erhältlichen Zeckenentfernungsgeräten (Pro-Tick Remedy, Tick Nipper, Ticked Off) stellen eine Alternative bei der Zeckenentfernung zu einer halb gebogenen Pinzette dar. Der Tick Nipper weist dasselbe Funktionsprinzip wie die Pinzette auf, die Geräte Pro Tick Remedy und Ticked Off hingegen fixieren die Zecke in einem V-förmigen Spalt. Die Zecke wird durch eine Bewegung nach vorne und oben entfernt. In einer Studie wurden die vier genannten Geräte an sowohl tief in der Haut verankerte (*A. americanum*) als auch nur oberflächlich festsitzende Zecken (*D. variabilis*) getestet. Die Zecken wurden von Laborkaninchen in einer universitären Einrichtung durch unerfahrene Anwender entfernt. Bei der Entfernung von adulten *A. americanum* schnitten der Tick Nipper und Ticked Off etwas besser ab, da sie zu keiner Beschädigung der Mundwerkzeuge führen. Adulte *D. variabilis* werden mit allen drei kommerziell erhältlichen Geräten ohne Schäden an den Mundwerkzeugen entfernt, während die Pinzette bei einigen Zecken zu abgerissenen Mundwerkzeugen führt. Zur Entfernung von Nymphen von *A. americanum* erweist sich die Pinzette im Unterschied zu den drei Vergleichsgeräten als äußerst ineffektiv, da bei 95 % der mit der Pinzette entfernten Nymphen die Mundwerkzeuge in der Haut verbleiben (STEWART et al., 1998).

Entfernung der Zecken mittels Shave-Exzision: Eine einfache Methode zur Entfernung von Zecken durch eine medizinisch geübte Person stellt die Shave-Exzision dar. Hierbei wird die Zecke mit einem Skalpell direkt an der Hautoberfläche tangential abgetragen. Ungeübte Laien können statt des Skalpells Einmalrasierer verwenden: mit mäßigem Druck auf die Haut wird der Rasierer nach caudal über die Zecke gezogen. Aufgrund eventuell entstehender Mikrotraumen der Haut sollte anschließend eine Desinfektion der betroffenen Hautpartie durchgeführt werden. Die Zecken werden mit dieser Methode entweder aus der Haut herausgezogen oder direkt an der Hautoberfläche abgeschnitten. Dabei wird der Zeckenkörper mit den potenziell infektiösen Organen entfernt. Vorhandener Zement beziehungsweise Teile des Hypostoms fallen später von selbst ab oder können auch mit einer Injektionsnadel entfernt werden. Bei mechanischen Verfahren bleibt immer das Risiko bestehen, dass Teile des Hypostoms in der Haut verbleiben. Dies ist durch den Verankerungsmechanismus der Zecken

in der Haut bedingt. Folglich dürfte die Gefahr einer anschließenden Fremdkörperreaktion nach der Zeckenentfernung mit einem Skalpell, Einmalrasierer oder einer Pinzette ungefähr gleich groß sein (MÖHRLE, 2002). KEILIG und Mitarbeiter (2002) bezweifeln hingegen die Anwendbarkeit der „Shave-Exzision“ für Laien: Die Entfernung von Zecken mittels Skalpell oder Einmalrasierer ist nur von medizinisch vorgebildeten Personal durchführbar und somit für den Normalbürger nicht geeignet.

Entfernung der Zecken mittels Knoten/Schlingentechnik: Für die Entfernung angehefteter Zecken kann man ein „Lasso“ verwenden: Eine möglichst reißfeste, nicht zu harte Nähseide wird in einer Schlinge um die Zecke gelegt. Durch Zuhilfenahme einer Pinzette oder Schere wird die Schlinge so positioniert, dass sie direkt im Bereich des Kopfes der Zecke zu liegen kommt. Nach Zuziehen der Schlinge wird die Zecke samt Kopf entfernt (MÜLLER, 2003). Auch CELENZA und Mitarbeiter (2002) beschreiben eine sogenannte „Knoten-Methode“: Mit dieser wird mit einem Nahtmaterial (Seide), Zahnseide oder einem Baumwollfaden ein einfacher, offener Knoten zwischen Haut und Zecke über den Zeckenkopf gelegt, anschließend wird die Schlinge zugezogen und mit festem Zug wird die Zecke entfernt. Bei dieser effektiven und einfachen Methode wird die gesamte Zecke samt Mundwerkzeugen entfernt. COLYAR (2006) verwendet dieselbe Technik, allerdings wird hier eine empfohlene Zugdauer von 3 - 4 Minuten für die Loslösung der Zecke angegeben: Für die Entfernung der angehefteten Zecken kommt eine Schlinge aus einem Polyfilament-Nahtmaterial zum Einsatz. Die Schlinge wird über die Zecke gelegt, hautnah vorsichtig zugezogen und danach werden die beiden Enden der Schlinge fest nach oben gezogen. Führt diese Technik zu keinem Erfolg beziehungsweise wenn Teile der Zecke in der Haut verbleiben, sollte die Zecke mittels Stanzbiopsie entfernt werden.

Durchführung der Zeckenentfernung - Fixationstechniken

Laut WIEDEMANN (2003) zieht man die Zecke am besten mit einem schnellen Ruck heraus, da der „Rüssel“ (Hypostom) der Zecke kein Gewinde besitzt. COLYAR (2006) dagegen

fürte die Entfernung einer Zecke, sowohl mit einer Pinzette als auch mit einem Nahtmaterialfaden (s.o.), so durch, dass diese mit sanftem, anhaltendem Druck für 3 - 4 Minuten nach oben gezogen wird. Dies sollte zu einer Loslösung der Zecke führen. KAMMHOLZ (1986) wendete für die Entfernung von Zecken mit einer Nahtmaterialnadel einen ungleichmäßigen Zug an: Mit der Spitze einer Nahtmaterialnadel wird der Kopf der Zecke durchstochen und anschließend wird diese mit variierender Kraft hochgezogen. Die Loslösung erfolgt normalerweise innerhalb von 10 - 20 Sekunden, wenn nicht, wird die Nadel erneut eingestochen und der Vorgang nochmals wiederholt. Als Alternative zur chirurgischen Nadel bietet sich ein Angelhaken an. HOWARD und Kollegen (2006) wiederum führten die Zeckenentfernung mit einem gleichmäßigen, langsamen Zug in senkrechter Achse zur Haut folgendermaßen durch: Zur sicheren Entfernung einer angehefteten Zecke wurde diese beim Rechtshänder mit der linken Hand (und umgekehrt) vorsichtig senkrecht zur Hautoberfläche angehoben. Anschließend wird der Kopf der Zecke mit einer stumpfen, gewinkelten Pinzette hautnah erfasst. Wichtig bei der anschließenden Entfernung ist, dass kein Druck auf den Zeckenkörper ausgeübt bzw. dieser nicht versehentlich punktiert wird. Nach NEEDHAM (1985) gibt es keinen entscheidenden Unterschied im Erfolg der Entfernung von *A. americanum* in Abhängigkeit von der Anwendung und der Geschwindigkeit der Durchführung folgender Techniken: Gerades Herausziehen mit gleichbleibendem Druck, gerades Herausziehen mit einem Ruck, 2 - 3 Umdrehungen im Uhrzeigersinn und paralleles Herausziehen zur Haut - Ventralseite der Zecke nach oben - mit gleichbleibendem Druck. Von Bedeutung bei der mechanischen Entfernung von Zecken ist weniger die Art und Weise der Bewegung sondern mehr die Lokalisation der Ansatzstelle der Pinzette an der Zecke: Die Zecke soll cranial im Bereich der Mundwerkzeuge nahe der Haut gefasst werden, da durch Fixierung der Mundwerkzeuge diese stabilisiert werden und damit eher nicht abbrechen. Im Allgemeinen ist die Schwierigkeit der Entfernung von Zecken von folgenden Faktoren abhängig: (1) der Länge und Ausbildung der Mundwerkzeuge, (2) der Anzahl der Widerhaken am Hypostom, (3) der Menge des produzierten Zementes, (4) der Größe der Zecke in Bezug auf das Entwicklungsstadium und der Saugdauer und (5) der Reaktion des Wirtes auf das Anheften und Saugen der Zecke. Auch THEIS (1968) weist auf die Notwendigkeit der richtigen Fixation der Zecke für ein erfolgreiches Entfernen dieser hin. Für ein vollständiges Ablösen von *Rh. sanguineus* eignet sich eine gebogene, selbstarretierende Moskitoklemme.

Diese weist im Bereich ihrer Kontaktflächen eine Kreuzmusterung auf. Wichtig ist, dass die Zecke am Capitulum, so hautnah wie möglich, gepackt wird. Die anschließende Entfernung sollte mit vorsichtigem, festem Zug erfolgen. Mit dieser Methode wird diese mit sehr kurzen Mundwerkzeugen ausgestattete Zeckenart vollständig entfernt. Eine andere Studie zeigt auf, dass der Erfolg der Entfernung von der Ausführung und Effektivität des verwendeten Gerätes abhängig ist: Fünf Entfernungsversuche pro Gerät wurden durchgeführt. Hierfür wurden *I. scapularis*-Nymphen verwendet, welche 48 Stunden lang auf Kaninchen gesaugt hatten. Ein Entfernungsversuch war dann erfolgreich, wenn die gesamte Zecke mit einem Mal entfernt werden konnte, wobei das Fehlen bzw. Vorhandensein des Hypostoms nicht berücksichtigt wurde. Bei den Geräten Pro Tick Remedy und Tick Nipper sowie der anatomischen Pinzette führten die 5 Versuche zu jeweils 5 entfernten Zecken, mit der Zeckenzange konnten 4 von 5 möglichen Zecken entfernt werden, mit der Tick Solution 3 von 5 und mit dem Gerät Ticked Off nur 2 von 5 (PIESMAN et al., 2002).

2. Material und Methoden

2.1. Verwendete Geräte

In dieser Studie wurden fünf verschiedene Zeckentfernungsgeräte mit verschiedener Mechanik miteinander verglichen (Tabelle 2).

Tabelle 2: Verwendete Geräte zur Zeckentfernung

Drehende Geräte (A)	Ziehende Geräte (B)
Lasso	Pinzette
Tick Twister	Zeckenkarte
Zeckenzange	

Pinzette (Chirurgische Pinzette[®], Sagalain Intl.): Modifizierte Adson-Brown-Pinzette mit schmalen Schenkeln (Abbildung 1).

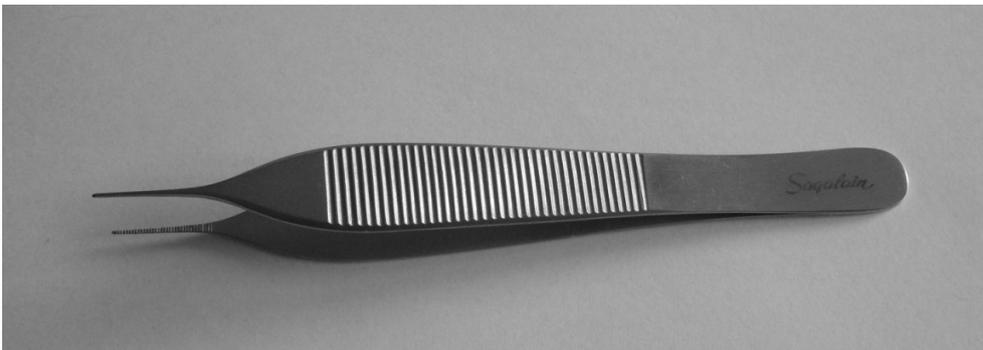


Abbildung 1: Pinzette

Zeckenkarte (TicPic[®] Zeckentferner, fakt solution GmbH): Rechteckige Plastikkarte, an einer Breitseite befindet sich eine schlitzförmige Ausziehung zur Aufnahme der Zecke. An

den gegenüberliegenden Ecken der Zeckenkarte befinden sich jeweils eine dreieckige Einziehung zur Entfernung sehr kleiner Zecken sowie Nymphen (Abbildung 2).

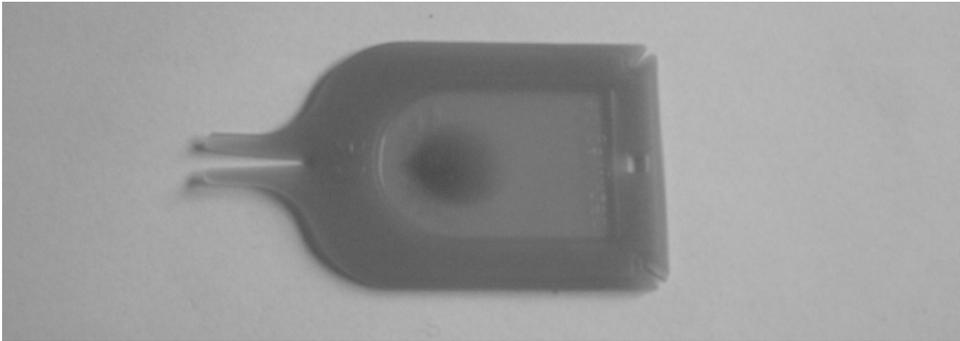


Abbildung 2: Zeckenkarte

Lasso (Trix[®] Tickremover, Innotech Healthcare AB): Hierbei handelt es sich um den sogenannten „Zeckenkuli“, welcher am einen Ende eine erweiterbare Schlaufe und am anderen Ende einen Stempel besitzt, mit welchem der Schlaufendurchmesser verändert werden kann (Abbildung 3).

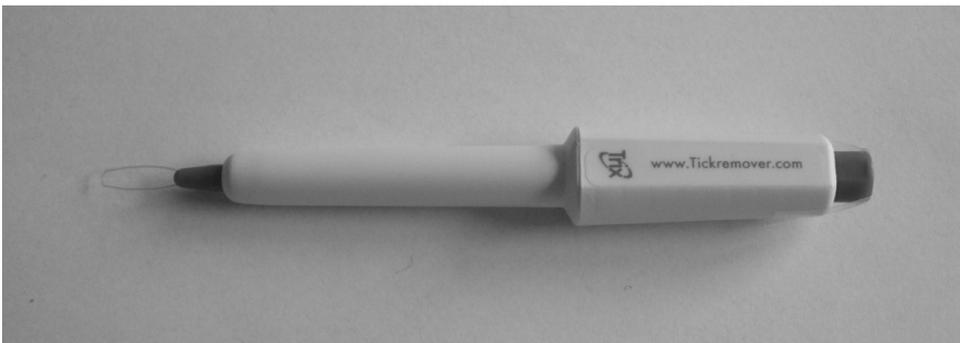


Abbildung 3: Lasso

Tick Twister (O'Tom[®] Tick Twister, H3D): Dieses Gerät gibt es in zwei Ausführungen (identische Bauweise, Größenunterschied): Das kleinere Modell ist für die Entfernung von Nymphen und frisch angesogenen adulten Zecken konzipiert, das größere Modell eignet sich für die Entfernung vollgesogener Zecken. Beide Größen haben den Anwendern zur Verfügung gestanden. Der Tick Twister weist die Form einer winzigen Brechstange auf, wobei am gebogenen Ende ein sich verjüngender Schlitz zur Erfassung der Zecke vorhanden ist (Abbildung 4).



Abbildung 4: Tick Twister

Zeckenzange (Zeckenzange[®] aus Kunststoff, WDT eG): Dieses Gerät verfügt über zwei Backen, welche durch Betätigung des Stempels am Hinterteil des Gerätes geöffnet und mittels Federkraft geschlossen werden (Abbildung 5).



Abbildung 5: Zeckenzange

Zur Bewertung der Geräte wurden durchnummerierte Formblätter (Anhang 8.1) ausgegeben. Die Lagerung der entnommenen Zecken erfolgte in äquivalent durchnummerierten Tubes (mit 2 ml 75 %igem Ethanol).

2.2. Ablauf der Probensammlung

Die Ausgabe der insgesamt 45 Gerätesets erfolgte im Zeitraum vom 10. - 30.04.2010, wobei je nach Lokalisation der Teilnehmer die Zeckenentfernungsgeräte, die Formblätter und die Plastiktubes persönlich vorbeigebracht oder mit der Post verschickt wurden. 38 Gerätesets wurden an Tierärzte, 2 an Tierpfleger und 5 an Laien ausgegeben. 24 von 45 der sich zur Verfügung stellenden TA und Laien kamen aus dem Großraum Wien, 15 Personen kamen aus Niederösterreich und die restlichen Chargen wurden nach Tirol, in die Steiermark und nach Oberösterreich verschickt.

Jede an der Studie teilnehmende Person wurde mit den fünf oben beschriebenen Geräten ausgestattet. Mit jedem Gerät sollten fünf Zecken entfernt werden. Dabei wurde keine Auswahl des Zeckenstadiums oder der Wirtsart getroffen, d. h. die Zecken (Adulte, Nymphen, Larven) konnte sowohl von einem Hund, einer Katze, einem anderen Heimtier (Kaninchen etc.) als auch von einem Menschen stammen. Die Teilnehmer wurden angewiesen, pro Zecke eines der fortlaufend nummerierten Formblätter (Anhang 8.1) zu verwenden. In diese wurden das Gerät, die Wirtsart sowie die erhobenen Informationen in den folgenden Kategorien eingetragen:

„Reaktion des Tieres beim Herausnehmen“: Keine, Tier dreht Kopf zur Stichstelle, einmaliges Winseln oder Knurren, mehrmaliges Winseln oder Knurren oder versucht zu beißen;

„Benötigte Zeit zum Entfernen“: Unter 15 Sekunden, 15 - 30 Sekunden, 30 - 60 Sekunden, mehr als 60 Sekunden;

„Wie leicht war die Zecke zu fassen?“: Sehr leicht, leicht, etwas schwierig, schwierig;

„Kraftaufwand beim Herausnehmen“: Kaum, leicht, stark, sehr stark;

„Wie war die Bedienung des Gerätes?“: Leicht, mittel, schwierig, sehr schwierig;

Zur Erleichterung des Ausfüllens bzw. der Auswertung wurde die Bewertung mittels Ankreuzens einer der vier Auswahlmöglichkeiten durchgeführt.

Die entfernte Zecke wurde anschließend jeweils in das Tube mit der dem Formblatt entsprechenden Nummer gegeben. Der Erfolg und die Durchführung der Zeckenentnahme und -aufbewahrung wurden mittels regelmäßigem telefonischen Kontakts verfolgt.

Die gesammelten Zecken wurden in unregelmäßigen Intervallen (basierend auf telefonischen Absprachen) im Zeitraum von Ende April bis Mitte Juni bei den Tierärzten bzw. Privatpersonen nach Erreichen des vollen Probenumfangs bzw. bis spätestens 30. Juni (unabhängig davon, ob die Gesamtmenge an 25 Zecken erreicht wurde oder nicht) abgeholt oder von den Teilnehmern zurückgeschickt. Auf diese Weise konnten ein Probenumfang von 525 Zecken (s. Ergebnisse 4.1) erreicht werden. Diese wurden am Institut für Parasitologie der Veterinärmedizinischen Universität Wien bei ~18 °C bis zur anschließenden im Juli und August stattfindenden mikroskopischen Beurteilung gelagert.

2.3. Beurteilung unter dem Mikroskop, Gewichtsbestimmung

Die Bewertung unter dem Mikroskop erfolgte im o.g. Institut, wobei wiederum ein Formblatt pro Zecke mit der der Zecke zugeordneten Nummer verwendet wurde. Folgende Daten wurden mittels diesem Formblatt (Anhang 8.2) festgehalten: Beurteiler, Datum der Untersuchung, Nummer der Zecke, Zeckenart, Geschlecht, Entwicklungsstadium, Zustand der Mundwerkzeuge, bestimmte Längen- und Breitenabmessungen (s.u.), Gewicht der Zecke und eine fortlaufende Nummer. Diese war notwendig, da die aus den Tubes entnommenen Zecken auf durchnummerierte Projektträger gegeben wurden, um sie 12 h nach Entnahme aus dem Alkohol abzuwiegen. Die Bestimmung der Zeckenart erfolgte nach BABOS (1964). Weiters konnten in einem Textfeld Anmerkungen bezüglich des Zustandes des Zeckenkörpers bzw. der Mundwerkzeuge gemacht werden. Auch das Vorhandensein eines angehefteten Männchens wurde hier vermerkt. Diese wurden vor dem Abwiegen entfernt.

Für die Beurteilung der Zeckenart, des Geschlechts, des Entwicklungsstadiums und der Mundwerkzeuge kam ein Stereomikroskop (Nikon[®] SMZ-10A, NIKON INSTRUMENTS EUROPE B.V.) zum Einsatz. Dabei wurde eine 7,5 bzw. 10fache Vergrößerung für die adulten Zecken gewählt. Die Nymphen wurden bei 15facher Vergrößerung beurteilt. Das Abmessen der Zecken für die Berechnung der Indices erfolgte mit einer, mit dem Mikroskop verbundenen, Kamera (ProgRes[®] C5, JENOPTIK AG) und einem Computerprogramm (ProgRes[®]CapturePro 2.7.0, JENOPTIK AG).

Die Bewertung der Mundwerkzeuge erfolgte durch Zuordnung in eine von vier Kategorien. Während die Vergabe einer 1 bzw. 4 von vornherein zweifellos möglich war, wurde für die eindeutige Zuordnung zu einer 2 oder 3 ein Hilfskriterium herangezogen. (Tabelle 3).

Tabelle 3: Bewertung der Mundwerkzeuge durch Beurteilung des Zustandes und der Versehrtheit (modifiziert nach ZENNER et al., 2006)

Kategorie	Zustand der Mundwerkzeuge	Hilfskriterien
1	Mundwerkzeuge intakt mit Spuren von Zement und/oder Wirtsgewebe	
2	Hypostom teilweise abgetrennt	Basis des Hypostoms mit zumindestens einem Dentikel vorhanden
3	Hypostom abgerissen oder an der Basis abgetrennt	Hypostom fehlt vollständig
4	Mundwerkzeuge komplett abgetrennt	Hypostom, Cheliceren und Pedipalpen fehlen

Für die Indexberechnung wurden verschiedene Zeckenmaße herangezogen (Abbildung 6).

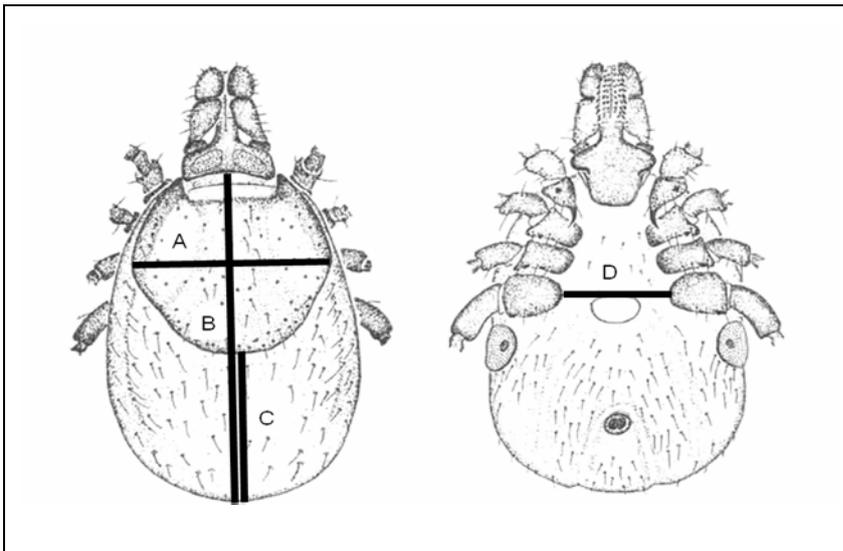


Abbildung 6: Dorsale und ventrale Ansicht von *Ixodes ricinus* (adult, weiblich) mit den für die Berechnung der Indices notwendigen Maße: A = Breite des Rückenschildes (Scutum), B = Länge des Zeckenkörpers (Idiosoma, bestehend aus Scutum und Alloscutum), C = Länge zwischen caudalem Ende des Scutums und dem caudalen Ende der Zecke (Länge des Alloscutums) und D = Abstand der Coxen des 4. Beinpaars (nach GRAY et al., 2005).

Da die Aufbewahrung von Zecken in 70%igem Alkohol zu keiner Änderung der Relationen der einzelnen Längen- und Breitenabmessungen zueinander führt (GRAY et al., 2005), konnten folgende Indices fehlerfrei berechnet werden:

Scutumindex 1 (SI1) nach GRAY und Mitarbeiter (2005): B/A

Scutumindex 2 (SI2) nach MEINERS und Kollegen (2006): C/A

Coxalindex (CI) nach GRAY und Mitarbeiter (2005): D/A

Das Gewicht wurde mindestens 12 Stunden nach Entnahme der Zecke aus dem Alkohol mittels Waage (Sartorius[®] Analytic AC 121 S, SARTORIUS AG) bestimmt.

2.4. Datenauswertung

Alle 525 Zecken wurden für folgende Bereiche der Datenauswertung herangezogen: Gesamtvergleich der drehenden mit den ziehenden Geräten in den Kategorien:

- „**Reaktion** des Tieres beim Herausnehmen“ (R)
- „Benötigte **Zeit** zum Entfernung“ (Z)
- „Wie leicht war die Zecke zu **fassen**?“ (F)
- „**Kraftaufwand** beim Herausziehen“ (K)
- „Wie war die **Bedienung** des Gerätes?“ (B)
- „Zustand der **Mundwerkzeuge**“ (M)

sowie dem Einzelvergleich aller Geräte untereinander in denselben Kategorien.

Um mögliche Unterschiede im Erfolg der Entfernung mit den verwendeten Geräten auch in Abhängigkeit vom Gesogenheitsgrad der Zecken feststellen zu können, wurde eine Teilung der Zecken mit Hilfe des SI 1 durchgeführt. Hierfür wurden nur die Weibchen von *I. ricinus* herangezogen, wodurch 470 Zecken für diese Datenauswertung zur Verfügung standen. Als cut-off wurde eine Saugdauer von 96 Stunden gewählt. Dadurch konnten zwei annähernd gleich große Gruppen gebildet werden. In die Gruppe 1 fielen somit die Zecken mit einer Saugdauer von bis zu 96 Stunden und in die Gruppe 2 jene, welche länger als 96 Stunden am Wirt gesaugt hatten. Aufgrund der auffälligen Verteilung der Werte in der Kategorie „Zustand der Mundwerkzeuge“ bei den weiblichen *I. ricinus* in Abhängigkeit von der Verwendung eines drehenden oder ziehenden Gerätes wurde eine weitere Auswertung durchgeführt, wobei hier die Bewertungsgruppen 2 und 3 zusammengefasst und der Bewertungsgruppe 4 gegenübergestellt wurden. Für die Beurteilung der Signifikanz wurde der Mann-Whitney-U-Test bzw. für die Verteilungen ein Chi²-Test angewandt.

Bei signifikanten Unterschieden zwischen den drehenden (A) und ziehenden (B) Geräten bzw. beim Einzelvergleich der Geräte wurde für die Identifizierung des besseren bzw. schlechteren Geräts der Mittelwert der Beurteilung herangezogen. Alle ermittelten Daten wurden in eine Exceltabelle übertragen und anschließend mittels Microsoft Office[®] Excel

2007 (Microsoft Corporation) bzw. mit Hilfe eines Statistikprogrammes (PASW[®] Statistics 17.0, IBM Corporation) ausgewertet.

3. Ergebnisse

3.1. Probenmenge

Von den ursprünglich 45 ausgegebenen Sets konnten 22 verwertbare Probensammlungen gewonnen werden. Insgesamt kamen alle Geräte 525 Mal zum Einsatz, wobei nicht jedes Gerät gleich oft verwendet wurde, die Pinzette 95 Mal, die Zeckenkarte 97 Mal, das Lasso 105 Mal, der Tick Twister 104 Mal, die Zeckenzange 124 Mal. Von den 525 Proben konnten 521 einer bestimmte Tierart beziehungsweise dem Menschen zugeordnet werden: 311 Zecken wurden von Hunden, 187 von Katzen, 19 von „Sonstigen“ (Igel und Marderartige) und 4 von Menschen entfernt. Bei den 525 Zecken handelte es sich 506 Mal um Adulte (500 Weibchen, 6 Männchen), der Rest waren Nymphen. 491 der 525 entfernten Zecken gehören der Art *I. ricinus* an, bei 20 handelt es sich um *I. hexagonus*. Außerdem konnte 1 Zecke als *D. reticulatus* und 2 Zecken als *H. concinna* identifiziert werden. 11 Zecken konnten aufgrund ihres schlechten Zustandes nicht bestimmt werden.

3.2. Vergleich der drehenden mit den ziehenden Geräten

In allen Kategorien, mit Ausnahme des Zustandes der Mundwerkzeuge, waren die Unterschiede zwischen den Geräten A (Lasso, Tick Twister und Zeckenzange) und Geräten B (Pinzette und Zeckenkarte) hoch signifikant (Tabelle 4).

Tabelle 4: Unterschiede in den verschiedenen Kategorien zwischen den drehenden und ziehenden Geräten mit Angabe der Mittelwerte (MW), Unterschiede: ns (nicht signifikant, $p > 0,05$), * (signifikant, $p < 0,05$) und ** (hoch signifikant, $p < 0,01$).

Kategorie	Signifikanz	Drehen MW	Ziehen MW
Reaktion des Tieres beim Herausnehmen	** ($p < 0,001$)	1,21	1,41
Benötigte Zeit zum Entfernen	** ($p < 0,001$)	1,22	1,55
Wie leicht war die Zecke zu fassen?	** ($p < 0,001$)	1,72	2,26
Kraftaufwand beim Herausnehmen	** ($p < 0,001$)	1,21	2,03
Wie war die Bedienung des Gerätes?	** ($p < 0,001$)	1,25	1,95
Zustand der Mundwerkzeuge	ns ($p = 0,554$)	2,27	2,34

Beurteilung der Geräte in den einzelnen Kategorien

Reaktion des Tieres beim Herausnehmen: Die Zeckenzange wurde am besten bewertet. Sie war signifikant besser als die Pinzette und die Zeckenkarte, zum Tick Twister und dem Lasso bestanden keine signifikanten Unterschiede. Zwischen dem Tick Twister und dem Lasso sowie zwischen der Zeckenkarte und der Pinzette gab es keine signifikanten Unterschiede (Tabellen 5 und 6).

Tabelle 5: Unterschiede zwischen den einzelnen Geräten bei der Reaktion des Tieres; Unterschiede: ns (nicht signifikant, $p > 0,05$), * (signifikant, $p < 0,05$) und ** (hoch signifikant, $p < 0,01$)

	Zeckenkarte	Lasso	Tick Twister	Zeckenzange
Pinzette	ns (p = 0,820)	** (p = 0,004)	** (p = 0,006)	** (p = 0,002)
Zeckenkarte		** (p = 0,009)	* (p = 0,012)	** (p = 0,004)
Lasso			ns (p = 0,999)	ns (p = 0,929)
Tick Twister				ns (p = 0,948)

Tabelle 6: Mittelwerte der einzelnen Geräte bei der Beurteilung der Reaktion des Tieres, aufsteigend.

Mittelwert	Gerät
1,17	Zeckenzange
1,20	Lasso
1,26	Tick Twister
1,40	Zeckenkarte
1,41	Pinzette

Benötigte Zeit zum Entfernen: Die Zeckenzange wurde am besten bewertet. Sie war signifikant besser als die Pinzette, die Zeckenkarte und der Tick Twister. Keine signifikanten Unterschiede bestanden zum Lasso. Der Tick Twister, das Lasso und die Pinzette waren signifikant besser als die Zeckenkarte, untereinander gab es keine signifikanten Unterschiede (Tabellen 7 und 8).

Tabelle 7: Unterschiede zwischen den einzelnen Geräten bei der benötigten Zeit zur Entfernung der Zecken; Unterschiede: ns (nicht signifikant, $p > 0,05$), * (signifikant, $p < 0,05$) und ** (hoch signifikant, $p < 0,01$)

	Zeckenkarte	Lasso	Tick Twister	Zeckenzange
Pinzette	** ($p < 0,001$)	ns ($p = 0,533$)	ns ($p = 0,345$)	* ($p = 0,032$)
Zeckenkarte		** ($p < 0,001$)	** ($p < 0,001$)	** ($p < 0,001$)
Lasso			ns ($p = 0,095$)	ns ($p = 0,118$)
Tick Twister				** ($p = 0,001$)

Tabelle 8: Mittelwerte der einzelnen Geräte bei der Beurteilung der benötigten Zeit zur Entfernung der Zecken, aufsteigend

Mittelwert	Gerät
1,12	Zeckenzange
1,24	Lasso
1,32	Pinzette
1,32	Tick Twister
1,80	Zeckenkarte

Wie leicht war die Zecke zu fassen?: Die Zeckenzange wurde am besten bewertet, wobei sie signifikant besser als alle anderen Geräte war. Der Tick Twister, das Lasso und die Pinzette waren signifikant besser als die Zeckenkarte, keine signifikanten Unterschiede bestanden zueinander (Tabellen 9 und 10).

Tabelle 9: Unterschiede zwischen den einzelnen Geräten bei den Schwierigkeiten des Erfassens der Zecken; Unterschiede: ns (nicht signifikant, $p > 0,05$), * (signifikant, $p < 0,05$) und ** (hoch signifikant, $p < 0,01$).

	Zeckenkarte	Lasso	Tick Twister	Zeckenzange
Pinzette	** ($p < 0,001$)	ns ($p = 0,165$)	ns ($p = 0,995$)	** ($p < 0,001$)
Zeckenkarte		** ($p < 0,001$)	** ($p < 0,001$)	** ($p < 0,001$)
Lasso			ns ($p = 0,105$)	** ($p = 0,001$)
Tick Twister				** ($p < 0,001$)

Tabelle 10: Mittelwerte der einzelnen Geräte bei der Beurteilung der Schwierigkeit des Erfassens der Zecken, aufsteigend

Mittelwert	Gerät
1,46	Zeckenzange
1,76	Lasso
1,95	Tick Twister
1,99	Pinzette
2,55	Zeckenkarte

Kraftaufwand beim Herausnehmen: Das Lasso und die Zeckenzange wurden am besten bewertet. Sie waren signifikant besser als die Pinzette und die Zeckenkarte, keine signifikanten Unterschiede bestanden zum Tick Twister. Der Tick Twister war ebenso signifikant besser als die Pinzette und die Zeckenkarte. Keine signifikanten Unterschiede gab es zwischen der Pinzette und der Zeckenkarte (Tabellen 11 und 12).

Tabelle 11: Unterschiede zwischen den einzelnen Geräten bei der benötigten Kraft zur Entfernung der Zecken; Unterschiede: ns (nicht signifikant, $p > 0,05$), * (signifikant, $p < 0,05$) und ** (hoch signifikant, $p < 0,01$).

	Zeckenkarte	Lasso	Tick Twister	Zeckenzange
Pinzette	ns ($p = 0,299$)	** ($p < 0,001$)	** ($p < 0,001$)	** ($p < 0,001$)
Zeckenkarte		** ($p < 0,001$)	** ($p < 0,001$)	** ($p < 0,001$)
Lasso			ns ($p = 0,604$)	ns ($p = 0,975$)
Tick Twister				ns ($p = 0,572$)

Tabelle 12: Mittelwerte der einzelnen Geräte bei der Beurteilung der benötigten Kraft zur Entfernung der Zecken, aufsteigend.

Mittelwert	Gerät
1,20	Lasso
1,20	Zeckenzange
1,24	Tick Twister
1,96	Pinzette
2,11	Zeckenkarte

Wie war die Bedienung des Gerätes?: Die Zeckenzange wurde am besten bewertet, wobei sie signifikant besser war als alle anderen Geräte. Der Tick Twister und das Lasso waren signifikant besser als die Zeckenkarte und die Pinzette. Zwischen den beiden erstgenannten gab es keine signifikanten Unterschiede. Die Pinzette war signifikant besser als die Zeckenkarte (Tabellen 13 und 14).

Tabelle 13: Unterschiede zwischen den einzelnen Geräten bei der Bedienung dieser; Unterschiede: ns (nicht signifikant, $p > 0,05$), * (signifikant, $p < 0,05$) und ** (hoch signifikant, $p < 0,01$)

	Zeckenkarte	Lasso	Tick Twister	Zeckenzange
Pinzette	** (p = 0,001)	** (p < 0,001)	* (p = 0,023)	** (p < 0,001)
Zeckenkarte		** (p < 0,001)	** (p < 0,001)	** (p < 0,001)
Lasso			ns (p = 0,088)	** (p = 0,003)
Tick Twister				** (p < 0,001)

Tabelle 14: Mittelwerte der einzelnen Geräte bei der Beurteilung der Bedienung dieser, aufsteigend.

Mittelwert	Gerät
1,10	Zeckenzange
1,28	Lasso
1,39	Tick Twister
1,72	Pinzette
2,19	Zeckenkarte

Zustand der Mundwerkzeuge: Der Tick Twister wurde am besten bewertet. Er war signifikant besser als das Lasso, keine signifikanten Unterschiede bestanden zur Zeckenzange, der Pinzette und der Zeckenkarte. Die Zeckenkarte war signifikant besser als das Lasso (Tabellen 15 und 16).

Tabelle 15: Unterschiede zwischen den einzelnen Geräten bei dem Zustand der Mundwerkzeuge der entfernten Zecken; Unterschiede: ns (nicht signifikant, $p > 0,05$), * (signifikant, $p < 0,05$) und ** (hoch signifikant, $p < 0,01$).

	Zeckenkarte	Lasso	Tick Twister	Zeckenzange
Pinzette	ns ($p = 0,278$)	ns ($p = 0,814$)	ns ($p = 0,329$)	ns ($p = 0,550$)
Zeckenkarte		* ($p = 0,049$)	ns ($p = 0,577$)	ns ($p = 0,277$)
Lasso			* ($p = 0,033$)	ns ($p = 0,160$)
Tick Twister				ns ($p = 0,419$)

Tabelle 16: Mittelwerte der einzelnen Geräte bei der Beurteilung der Mundwerkzeuge der durch die Geräte entfernten Zecken, aufsteigend.

Mittelwert	Gerät
2,16	Tick Twister
2,22	Zeckenkarte
2,24	Zeckenzange
2,41	Lasso
2,47	Pinzette

3.3. Gesamtbeurteilung der einzelnen Geräte

Die Geräte wurden in Bezug auf die Beurteilung dieser in den einzelnen Kategorien (siehe Punkt 4.2) durch Vergabe von Noten bewertet. Am besten schnitt die Zeckenzange ab, am schlechtesten die Zeckenkarte (Tabellen 17 und 18).

Tabelle 17: Vergabe der Note 1 für das beste Gerät und der Note 5 für das schlechteste Gerät, herangezogen wurden hierbei die Mittelwerte in den Kategorien R: Reaktion des Tieres, Z: Benötigte Zeit zum Entfernen, F: Wie leicht war die Zecke zu fassen?, K: Kraftaufwand beim Herausnehmen, B: Wie war die Bedienung des Gerätes? und M: Zustand der Mundwerkzeuge.

	Pinzette	Zeckenkarte	Lasso	Tick Twister	Zeckenzange
R	5	4	2	3	1
Z	3	5	2	4	1
F	4	5	2	3	1
K	4	5	1	3	1
B	4	5	2	3	1
M	5	2	4	1	3

Tabelle 18: Mittelwerte der einzelnen Geräte bei der Gesamtbewertung und Rangvergabe, aufsteigend.

Mittelwert	Rang	Gerät
1,33	1	Zeckenzange
2,17	2	Lasso
2,83	3	Tick Twister
4,17	4	Pinzette
4,33	5	Zeckenkarte

3.4. Einzelbeurteilung der Geräte in Abhängigkeit von der Saugdauer

Die Geräte wurden in den verschiedenen Kategorien bei Unterteilung der entfernten Zecken in zwei Gruppen eingeteilt und einzeln bewertet (Gruppe 1: Saugdauer < 96h, Gruppe 2: Saugdauer > 96h).

Pinzette

Bei der Pinzette gab es keine signifikanten Unterschiede in allen Kategorien in Abhängigkeit von der Unterteilung der Zecken in zwei Gruppen (Tabelle 19).

Tabelle 19: Vergleich der Pinzette in den verschiedenen Kategorien (R: Reaktion des Tieres, Z: Benötigte Zeit zum Entfernen, F: Wie leicht war die Zecke zu fassen?, K: Kraftaufwand beim Herausnehmen, B: Wie war die Bedienung des Gerätes? und M: Zustand der Mundwerkzeuge) unter Berücksichtigung der Saugdauer der Zecken- Angabe der Mittelwerte (MW) in Gruppe 1: Saugdauer kürzer als 96 Stunden (< 96h) und Gruppe 2: Saugdauer länger als 96 Stunden (> 96h); Unterschiede: ns (nicht signifikant, $p > 0,05$), * (signifikant, $p < 0,05$) und ** (hoch signifikant, $p < 0,01$).

	MW < 96h	MW > 96h	Signifikanz
R	1,42	1,45	ns (p = 0,738)
Z	1,39	1,23	ns (p = 0,591)
F	2,21	1,73	ns (p = 0,050)
K	2,06	1,85	ns (p = 0,360)
B	1,72	1,45	ns (p = 0,182)
M	2,26	2,77	ns (p = 0,112)

Zeckenkarte

Bei der Zeckenkarte gab es signifikante Unterschiede bei der benötigten Zeit zur Entfernung der Zecken, bei den Schwierigkeiten des Erfassens der Zecken und bei der Bedienung des Gerätes in Abhängigkeit von der Unterteilung der Zecken in zwei Gruppen. Länger gesogene Zecken waren leichter zu fassen und zu entfernen, die Bedienung erschien dann einfacher und die Mundwerkzeuge waren besser erhalten (Tabelle 20).

Tabelle 20: Vergleich der Zeckenkarte in den verschiedenen Kategorien (R: Reaktion des Tieres, Z: Benötigte Zeit zum Entfernen, F: Wie leicht war die Zecke zu fassen?, K: Kraftaufwand beim Herausnehmen, B: Wie war die Bedienung des Gerätes? und M: Zustand der Mundwerkzeuge) unter Berücksichtigung der Saugdauer der Zecken- Angabe der Mittelwerte (MW) in Gruppe 1: Saugdauer kürzer als 96 Stunden (< 96h) und Gruppe 2: Saugdauer länger als 96 Stunden (> 96h); Unterschiede: ns (nicht signifikant, $p > 0,05$), * (signifikant, $p < 0,05$) und ** (hoch signifikant, $p < 0,01$)

	MW < 96h	MW > 96h	Signifikanz
R	1,33	1,38	ns (p = 0,966)
Z	2,21	1,61	* (p = 0,031)
F	2,94	2,44	* (p = 0,039)
K	2,00	2,08	ns (p = 0,819)
B	2,69	2,02	* (p = 0,012)
M	2,41	2,13	ns (p = 0,295)

Lasso

Beim Lasso gab es signifikante Unterschiede bei der benötigten Zeit zur Entfernung der Zecken in Abhängigkeit von der Unterteilung der Zecken in zwei Gruppen. Die länger gesogenen Zecken waren leichter zu fassen und zu entfernen (Tabelle 21).

Tabelle 21: Vergleich des Lassos in den verschiedenen Kategorien (R: Reaktion des Tieres, Z: Benötigte Zeit zum Entfernen, F: Wie leicht war die Zecke zu fassen?, K: Kraftaufwand beim Herausnehmen, B: Wie war die Bedienung des Gerätes? und M: Zustand der Mundwerkzeuge) unter Berücksichtigung der Saugdauer der Zecken- Angabe der Mittelwerte (MW) in Gruppe 1: Saugdauer kürzer als 96 Stunden (< 96h) und Gruppe 2: Saugdauer länger als 96 Stunden (> 96h); Unterschiede: ns (nicht signifikant, $p > 0,05$), * (signifikant, $p < 0,05$) und ** (hoch signifikant, $p < 0,01$)

	MW < 96h	MW > 96h	Signifikanz
R	1,25	1,16	ns (p = 0,318)
Z	1,34	1,13	* (p = 0,028)
F	1,86	1,67	ns (p = 0,171)
K	1,20	1,20	ns (p = 0,964)
B	1,31	1,26	ns (p = 0,637)
M	2,52	2,36	ns (p = 0,377)

Tick Twister

Beim Tick Twister gab es keine signifikanten Unterschiede in allen Kategorien in Abhängigkeit von der Unterteilung der Zecken in zwei Gruppen. (Tabelle 22).

Tabelle 22: Vergleich des Tick Twisters in den verschiedenen Kategorien (R: Reaktion des Tieres, Z: Benötigte Zeit zum Entfernen, F: Wie leicht war die Zecke zu fassen?, K: Kraftaufwand beim Herausnehmen, B: Wie war die Bedienung des Gerätes? und M: Zustand der Mundwerkzeuge) unter Berücksichtigung der Saugdauer der Zecken- Angabe der Mittelwerte (MW) in Gruppe 1: Saugdauer kürzer als 96 Stunden (< 96h) und Gruppe 2: Saugdauer länger als 96 Stunden (> 96h); Unterschiede: ns (nicht signifikant, $p > 0,05$), * (signifikant, $p < 0,05$) und ** (hoch signifikant, $p < 0,01$)

	MW < 96h	MW > 96h	Signifikanz
R	1,37	1,15	ns (p = 0,217)
Z	1,30	1,28	ns (p = 0,772)
F	1,98	1,79	ns (p = 0,274)
K	1,27	1,15	ns (p = 0,255)
B	1,28	1,43	ns (p = 0,173)
M	2,21	2,04	ns (p = 0,329)

Zeckenzange

Bei der Zeckenzange gab es einen signifikanten Unterschied bei der benötigten Zeit zur Entfernung der Zecken in Abhängigkeit von der Unterteilung der Zecken in zwei Gruppen; länger gesogene Zecken waren in kürzerer Zeit zu entfernen (Tabelle 23).

Tabelle 23: Vergleich der Zeckenzange in den verschiedenen Kategorien (R: Reaktion des Tieres, Z: Benötigte Zeit zum Entfernen, F: Wie leicht war die Zecke zu fassen?, K: Kraftaufwand beim Herausnehmen, B: Wie war die Bedienung des Gerätes? und M: Zustand der Mundwerkzeuge) unter Berücksichtigung der Saugdauer der Zecken- Angabe der Mittelwerte (MW) in Gruppe 1: Saugdauer kürzer als 96 Stunden (< 96h) und Gruppe 2: Saugdauer länger als 96 Stunden (> 96h); Unterschiede: ns (nicht signifikant, $p > 0,05$), * (signifikant, $p < 0,05$) und ** (hoch signifikant, $p < 0,01$).

	MW < 96h	MW > 96h	Signifikanz
R	1,16	1,16	ns (p = 0,925)
Z	1,20	1,04	* (p = 0,023)
F	1,45	1,49	ns (p = 1,000)
K	1,18	1,16	ns (p = 0,734)
B	1,06	1,15	ns (p = 0,136)
M	2,20	2,20	ns (p = 0,918)

3.5. Beurteilung der Mundwerkzeuge

Die Mundwerkzeuge der weiblichen *Ixodes ricinus* wurden bezüglich Ihres Zustands beurteilt, wobei das Fehlen nur des Hypostoms bzw. Teilen davon (Bewertungsgruppe 2 und 3) dem vollständigen Verlust der Mundwerkzeuge (Bewertungsgruppe 4) gegenübergestellt wurde. Intakte Mundwerkzeuge wurden am häufigsten bei der Pinzette und der Zeckenkarte

gefunden, jedoch waren auch die häufigsten vollständigen Abtrennungen der Mundwerkzeuge bei diesen Geräten zu verzeichnen (Abbildung 7).

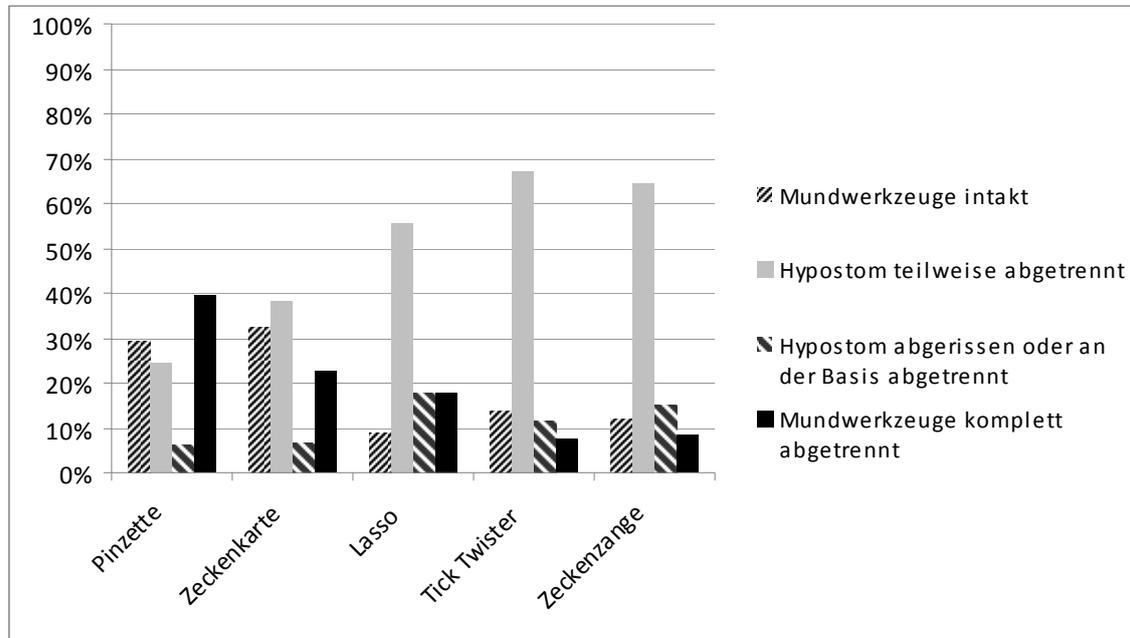


Abbildung 7: Vergleichende Darstellung der 5 verschiedenen Zeckenentfernungsgeräte: prozentuelle Verteilung der mit einer 1 bis 4 bewerteten Mundwerkzeuge der weiblichen *Ixodes ricinus*.

Bei der Auswertung der Verteilung der Mundwerkzeugbewertung für die einzelnen Geräte ergaben sich beim Chi²-Test zwischen den drehenden und den ziehenden Geräten hoch signifikante ($p < 0,001$) Unterschiede. Die teilweise Abtrennung der Mundwerkzeuge war beim Drehen häufiger zu beobachten als beim Ziehen (Tabelle 24 und Abbildung 8).

Tabelle 24: Verteilung der mit einer 1 (Mundwerkzeuge intakt), 2 und 3 (Hypostom teilweise abgetrennt und Hypostom abgetrennt oder an der Basis abgerissen) oder 4 (Mundwerkzeuge komplett abgetrennt) bewerteten Mundwerkzeuge in Abhängigkeit von der drehenden oder ziehenden Entnahmetechnik.

	Drehen	Ziehen
1	38	60
2 und 3	255	73
4	37	58
	$p < 0,001$	

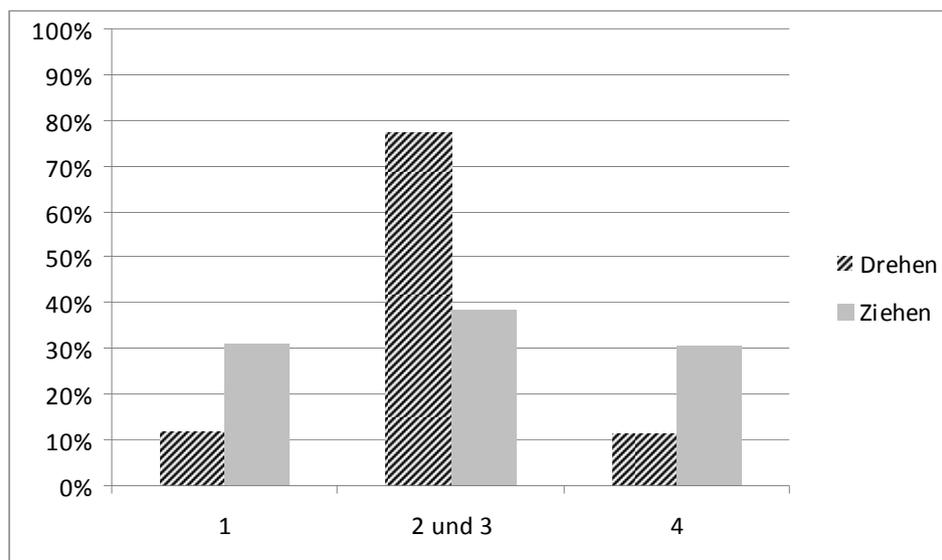


Abbildung 8: Prozentuelle Verteilung der mit einer 1 (Mundwerkzeuge intakt), 2 und 3 (Hypostom teilweise abgetrennt und Hypostom abgerissen oder an der Basis abgetrennt) oder 4 (Mundwerkzeuge komplett abgetrennt) bewerteten Mundwerkzeuge in Abhängigkeit von der drehenden oder ziehenden Entnahmetechnik.

3.6. Versagen eines Gerätes

Die Entfernung angehefteter Zecken konnte mit der Zeckenkarte 9 Mal und mit dem Tick Twister 1 Mal nicht erfolgreich durchgeführt werden. In diesen Fällen kam nach dem Versagen oben genannter Geräte eines der anderen Geräte zum Einsatz.

4. Diskussion

4.1. Vergleich der drehenden mit den ziehenden Geräten

Die drehenden Geräte erzielten in allen Kategorien, mit Ausnahme des Zustandes der Mundwerkzeuge, bessere Ergebnisse als die ziehenden Geräte. Somit erwiesen sich die erstgenannten Geräte als geeigneter für die rasche und einfache Entfernung. Die signifikant geringer ausfallenden Reaktionen des Tieres hatten auch einen Einfluss auf bestimmte Ergebnisse der weiteren Kategorien: Von einem ruhigen Tier kann eine Zecke schneller und problemloser entfernt werden. Diese bessere Patienten-Compliance sowie die leichtere Handhabung und das erfolgreichere Erfassen führten zu der signifikant schnelleren Entfernung der angehefteten Zecken mit den drehenden Geräten. Auch war der notwendige Kraftaufwand zur Entfernung der Zecken bei den nach dem Rotationsprinzip arbeitenden Geräten deutlich geringer. Obwohl das Hypostom der Zecken kein Gewinde besitzt (WIEDEMANN, 2003) und es damit unerheblich ist, ob die Zecken im oder gegen den Uhrzeigersinn herausgedreht werden, dürfte die Drehbewegung doch zu einer besseren Lockerung der in der Haut verankerten Mundwerkzeuge führen und damit den geringeren Widerstand bewirken. Diese Überlegung wird durch ZENNER und Kollegen (2006) bestätigt. Der Widerstand bei der Entfernung aufgrund der Dentikel am Hypostom wird durch Rotation der Zecke um die eigene Längsachse verringert. Dieser Entnahmeprozess erlaubt damit eine Loslösung der Mundwerkzeuge vom Wirtsgewebe. Bei der vergleichenden Gesamtbeurteilung der Mundwerkzeuge mittels Mann-Whitney-U-Test konnte im Mittel kein signifikant häufigeres Abbrechen oder Abreißen der Mundwerkzeuge in Abhängigkeit von der drehenden oder ziehenden Entfernungstechnik beobachtet werden. Dazu berichtet MÖHRLE (2002), dass es aufgrund des Verankerungsmechanismus der Zecken in der Haut kein mechanisches Verfahren gibt, bei dem nicht die Gefahr besteht, dass Teile des Hypostoms abreißen. Allerdings waren in unserer Studie bei der Verteilung der Bewertungsgruppen zwischen den drehenden und ziehenden Geräten sehr wohl signifikante Unterschiede beim Zustand der Mundwerkzeuge feststellbar.

4.2. Beurteilung der Geräte in den einzelnen Kategorien

Reaktion des Patienten beim Herausnehmen

Die Zeckenzange führte zu den geringsten Abwehrreaktionen beim Tier, wobei keine signifikanten Unterschiede zum Tick Twister und dem Lasso feststellbar waren. Die Zeckenzange war den meisten Anwendern bekannt und wurde auch schon vor der Studie für die Zeckenentfernung verwendet. Die damit vorhandene Routine im Umgang mit diesem Gerät könnte für dieses Ergebnis mitverantwortlich sein. Dies spiegelt sich ebenso in den anderen Kategorien wieder. Pinzette und Zeckenkarte führten zu signifikant stärkeren Reaktionen des Tieres, was bei der Gegenüberstellung der drehenden mit den ziehenden Geräten bereits ersichtlich wurde. Bei einer vergleichbaren Studie von ZENNER und Kollegen (2006) wurde der Tick Twister einerseits mit einer Pinzette durch Tierärzte und andererseits mit der Zeckenzange und einer Pinzette durch Tierbesitzer verglichen. Bei der Anwendung durch die Tierbesitzer wird in diesem Punkt der Tick Twister am besten bewertet. In jener genannten Studie werden die Ergebnisse des Tick Twisters in den verschiedenen Kategorien allerdings nur als „besser als eines oder beide“ der Vergleichsgeräte präsentiert, wodurch keine exakten Einzelvergleiche möglich sind.

Benötigte Zeit zum Entfernen

Mit der Zeckenzange konnten die angehefteten Zecken signifikant schneller entfernt werden als mit der Pinzette, der Zeckenkarte oder dem Tick Twister. Mit der Zeckenkarte wurde im Vergleich zu allen anderen Geräten mehr Zeit für die Zeckenentfernung benötigt. Bei unseren Ergebnissen unterschieden sich der Tick Twister und die Pinzette in diesem Punkt nicht signifikant. In der Studie von ZENNER und Kollegen (2006) hingegen konnten die Zecken durch Tierärzte mit dem Tick Twister deutlich rascher entfernt werden als mit einer Pinzette. Ebenso erzielte in derselben Studie bei der Zeckenentfernung durch die Tierbesitzer der Tick Twister die besten Ergebnisse bei der Zeitdauer der Entfernung im Vergleich zur Zeckenzange und zur Pinzette. Auch SAMSOËN und Mitarbeiter (2003) gaben an, dass mit

dem Tire Tic-Zeckenhaken, welcher dem Tick Twister entspricht, die Entfernung von Zecken innerhalb von 15 Sekunden erfolgt.

Wie leicht war die Zecke zu fassen?

Die Zeckenzange schnitt im Vergleich zu den anderen Geräten am besten ab. Die Zeckenkarte erzielt in diesem Punkt das schlechteste Ergebnis. Die Bauweise dieses Gerätes dürfte wenig geeignet sein, Zecken auch von schwer erreichbaren Stellen zu entfernen. Dies war wahrscheinlich neben individuellen Problemen durch den Benutzer der Grund für das Versagen der Zeckenkarte in neun Fällen. Zwischen dem Tick Twister, dem Lasso und der Pinzette gab es keine signifikanten Unterschiede. Demgegenüber steht wiederum die Studie von ZENNER und Kollegen (2006), in welcher der Tick Twister ein signifikant besseres Ergebnis als die Pinzette und/oder die Zeckenzange erzielt. BOWLES und Mitarbeiter (1992) verglichen ein der Zeckenzange in der Funktionsweise ähnliches Gerät (Tick Solution) mit drei verschiedenen Pinzetten. Die Tick Solution erwies sich als das am wenigsten effektive Gerät, da signifikant mehr Versuche zur Entfernung der Zecken notwendig waren. In dieser Studie wurden Braune Hundezecken (*Rhipicephalus sanguineus*) entfernt, welche im Unterschied zu *Ixodes ricinus* ein kurzes Hypostom aufweisen.

Kraftaufwand beim Herausnehmen

Mit dem Lasso und der Zeckenzange wurden die Zecken mit dem geringsten Kraftaufwand entfernt, wobei keine signifikanten Unterschiede zum Tick Twister feststellbar waren. Mit der Zeckenkarte und der Pinzette war ein signifikant höherer Kraftaufwand beim Herausnehmen der Zecken notwendig. Damit erweist sich die Drehbewegung als überlegen gegenüber der Entfernung mittels Zug.

Wie war die Bedienung des Gerätes?

Obwohl auch bei der Bedienung der Geräte die Zeckenzange das mit Abstand beste Ergebnis erzielte, konnte kein Unterschied aufgrund der Bauweise der Geräte und der Art der Fixierung festgestellt werden: Weder das Betätigen eines Stempels zur Fixation der Zecke noch das Erfassen mit einem V-förmigen Schlitz führten zu entscheidenden Vor- oder Nachteilen. Ausschlaggebend scheint auch hier wieder die Drehbewegung zu sein, welche offensichtlich zu einer besseren Bewertung jener Geräte führte.

Zustand der Mundwerkzeuge

Bei der Unversehrtheit der Mundwerkzeuge schnitt der Tick Twister am besten ab. Mit Ausnahme des Lassos bestanden aber keine signifikanten Unterschiede zu den anderen Geräten. Dieses Ergebnis spiegelt teilweise die Erkenntnisse von NEEDHAM (1985) wieder: Nicht die Art und Weise der Durchführung ist von entscheidender Bedeutung für die möglichst vollständige Entfernung der Mundwerkzeuge, sondern viel mehr, wie und vor allem wo die Zecke bei der Entfernung fixiert wird. Die Fixierung mittels Schlinge könnte dabei von einem gewissen Nachteil sein, da dabei eventuell keine vergleichbare Stabilität wie bei der Fixierung mittels Backen (Zeckenzange) oder eines Schlitzes (Tick Twister) erreicht wird. Zwischen der Zeckenkarte und der Pinzette konnte in unserer Studie kein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Auch STEWART und Kollegen (1998) kamen zu einem ähnlichen Ergebnis: Sie verglichen eine Pinzette mit Geräten, die in ihrer Funktionsweise der Zeckenkarte entsprechen. Bei der Entfernung von adulten Zecken waren keine deutlichen Unterschiede feststellbar. Die Nymphen hingegen konnten mit der Pinzette nur sehr selten vollständig entfernt werden. Interessant wäre, die Schlingen/Knotentechnik als ziehendes Zeckenentfernungssystem in eine vergleichende Studie aufzunehmen. Einige Erfahrungsberichte weisen auf die vollständige Entfernung angehefteter Zecken mittels dieser Technik hin (CELENZA et al., 2002 und MÜLLER, 2003).

4.3. Gesamtbeurteilung der einzelnen Geräte

Bei der Gesamtbeurteilung erreichten die Geräte, welche nach dem Rotationsprinzip arbeiten, eine bessere Platzierung als jene, welche die Zecken nur durch Zug entfernen. Dieses Ergebnis spiegelt sich in den oben genannten Vor- und Nachteilen der jeweiligen Geräte wieder. Auch DE BOER und Mitarbeiter (1993) und ZENNER und Kollegen (2006) ziehen ein drehendes Gerät aufgrund eines besseren Gesamtergebnisses den Pinzetten vor. Dagegen erreichte in einer Studie von BOWLES und Mitarbeiter (1992) die halb gebogenen Pinzette gegenüber einem drehenden Geräte (Tick Solution) das bessere Resultat.

4.4. Einzelbeurteilung der Geräte in Abhängigkeit von der Saugdauer

Bei der von uns durchgeführten Unterteilung der weiblichen *I. ricinus* in eine erste Gruppe mit einer Saugdauer von bis zu 96 Stunden und einer zweiten Gruppe mit einer Saugdauer von mehr als 96 Stunden konnten bei einigen Geräten Unterschiede festgestellt werden. Die Zeckenkarte erwies sich bei der Entfernung von größeren Zecken als geeigneter. Das Erfassen der Zecken sowie die Bedienung des Gerätes funktionierten in der Gruppe 2 (länger gesogene Zecken) signifikant besser und die Dauer der Entfernung war dort auch kürzer. Dieser Unterschied ist wahrscheinlich auf die Bauweise, welche eben vor allem für sehr kleine, schwer erreichbare Zecken ungeeignet ist, zurückzuführen. Ebenso erfolgte mit dem Lasso und der Zeckenzange die Entfernung der Zecken der Gruppe 2 rascher. Auch hier nahm wahrscheinlich das leichtere Erfassen der im Durchschnitt größeren Zecken einen entscheidenden Einfluss auf dieses Ergebnis. Einen Schwachpunkt könnte bei beiden Geräten eventuell das Erfassen von bereits vollgesogenen, sehr großen Zecken darstellen: Beim Lasso stellt der Schlaufendurchmesser einen limitierenden Faktor dar. Ebenso weisen die Schenkel der Zeckenzange nur einen begrenzten Zwischenraum auf. Auf diese eventuell auftretende Problematik wird auch bei ZENNER und Kollegen (2006) hingewiesen. Beim Tick Twister und der Pinzette waren hingegen keine signifikanten Unterschiede in allen Kategorien in Abhängigkeit von der Unterteilung der Zecken in die zwei Gruppen nachweisbar.

Als cut-off für die Gruppenbildung wurde, wie oben bereits erwähnt, eine Saugdauer von 96 Stunden gewählt. Dieser Wert wurde aufgrund verfügbarer Daten einer Studie zur Berechnung der Saugdauer (GRAY et al., 2005) herangezogen. Wahrscheinlich wären noch aussagekräftigere Ergebnisse in Bezug auf den Erfolg der Entfernung bei einer Unterteilung der Zecken, welche sich an einem deutlich späteren Zeitpunkt der Saugdauer orientiert, zu erwarten. Diese Annahme beruht darauf, dass die durchschnittliche Saugdauer von weiblichen *I. ricinus* 10 - 11 Tage (Duscher, pers. Mitt.), also 240 bis 264 Stunden, beträgt und die massivste Größenzunahme der Zecken erst in der finalen, 12 bis 24 Stunden dauernden, Saugphase stattfindet (ECKERT, 2008).

4.5. Beurteilung der Mundwerkzeuge

Aufgrund der Auffälligkeit der unterschiedlichen Verteilung (siehe Ergebnisteil 4.5, Abbildung 7) bei der Bewertung der Mundwerkzeuge der weiblichen *I. ricinus* wurden in dieser Auswertung nochmals die drehenden mit den ziehenden Geräten verglichen. Ziel dabei war es, das Fehlen des Hypostoms bzw. Teile davon (Bewertungsgruppe 2 und 3) dem vollständigen Verlust der Mundwerkzeuge (Bewertungsgruppe 4) gegenüberzustellen: Bei den drehenden Geräten wiesen zwar 77,15 % der Zecken ein teilweise oder ganz fehlendes Hypostom auf, aber nur 11,26 % der Zecken wurden so entfernt, dass die kompletten Mundwerkzeuge abrissen. Hingegen führt die Entfernung mittels ziehenden Geräten zu einer ungefähren Drittelung in Bezug auf den Zustand der Mundwerkzeuge (kein Abreißen/Hypostom fehlt teilweise oder vollständig/komplettes Abreißen der Mundwerkzeuge): 30,59 % der mit Pinzette oder Zeckenkarte entfernten Zecken weisen komplett abgerissene Mundwerkzeuge auf. Dieses Ergebnis ist insofern bedeutsam, da in einer Studie von DE BOER und Kollegen (1993) angemerkt wird, dass in Bezug auf die Gefahr der Krankheitsübertragung ein Unterschied darin besteht, ob nur das Hypostom oder die gesamten Mundwerkzeuge in der Haut verbleiben: Das Hypostom besteht hauptsächlich aus Chitin. Eine Kontamination mit Krankheitserregern ist unwahrscheinlich. Hingegen beinhalten größere Teile von in der Haut verbliebenem Zeckengewebe eventuell Pathogene. Darin ist auch das Zusammenlegen der Bewertungsgruppen 2 und 3 begründet. In der oben

genannten Studie wurde eine Pinzette mit der sogenannten „Tick Solution“ verglichen: Während die Pinzette häufig ein vollständiges Abreißen der Mundwerkzeuge verursachte, verblieb im Unterschied dazu bei der Tick Solution (vergleichbar mit der Zeckenzange) im Fall der Versehrtheit der Mundwerkzeuge nur die Spitze des Hypostoms in der Haut.

5. Zusammenfassung

Ziel dieser Arbeit war es, fünf verschiedene Zeckenentfernungsgeräte auf ihre Tauglichkeit in Bezug auf einerseits eine sichere, zuverlässige und einfache Handhabung und andererseits auf ihre Fähigkeit, festsitzende Zecken vollständig zu entfernen, zu überprüfen. Die fünf Geräte wurden von 18 Tierärzten und 4 Laien getestet. Die Anwender bekamen die Anweisung, pro Gerät 5 Zecken, unabhängig von der Wirtsspezies zu entfernen. Insgesamt konnten auf diese Weise 525 Zecken (500 Adulte, weiblich; 6 Adulte, männlich; 19 Nymphen; 491 der 525 Zecken: *Ixodes ricinus*) gewonnen werden. Die Datengewinnung erfolgte durch die Beurteilung der Geräte durch die Anwender in den Kategorien „Reaktion des Tieres“, „Benötigte Zeit zur Entfernung der Zecke“, „Wie leicht war die Zecke zu fassen?“, „Kraftaufwand bei der Entfernung der Zecke“ und „Wie war die Bedienung des Gerätes?“ sowie durch Bewertung der Zecken (u.a. „Zustand der Mundwerkzeuge“) unter einem Mikroskop. Beim Vergleich der drehenden (Lasso, Tick Twister und Zeckenzange) mit den ziehenden Geräten (Pinzette und Zeckenkarte) schnitten im Mann-Whitney-U-Test die drehenden Geräte in allen Kategorien, mit Ausnahme des Zustandes der Mundwerkzeuge, bei welchen es keine signifikanten Unterschiede gab, signifikant besser ab. Beim Einzelvergleich der Geräte in den genannten Kategorien erzielte bei der Gesamtbewertung, für die eine Mittelwertsberechnung durchgeführt wurde, die Zeckenzange das beste Ergebnis. Das Lasso belegte den 2., der Tick Twister den 3., die Pinzette den 4. und die Zeckenkarte den 5. Rang. Bei der Einzelbeurteilung der Geräte in den verschiedenen Kategorien bei Unterteilung der entfernten Zecken in zwei Gruppen (Gruppe 1: Saugdauer < 96h, Gruppe 2: Saugdauer > 96h) konnten bei der Pinzette und dem Tick Twister keine signifikanten Unterschiede in allen Kategorien festgestellt werden. Mit Lasso oder Zeckenzange wurden länger gesogene Zecken rascher entfernt. Bei der Zeckenkarte wurden in der Gruppe 2 die Zecken rascher entfernt, leichter erfasst und die Bedienung des Gerätes war einfacher. Bei der Beurteilung des Zustandes der Mundwerkzeuge der weiblichen *Ixodes ricinus* wurde die Verteilung innerhalb von 3 Gruppen (1: Mundwerkzeuge intakt, 2 und 3: Hypostom teilweise abgetrennt und Hypostom abgerissen oder an der Basis abgetrennt, 4: Mundwerkzeuge komplett abgetrennt) berechnet: Bei den drehenden Geräten wiesen zwar 77 % aller entfernten Zecken ein ganz oder teilweise abgerissenes Hypostom auf, aber nur in 11 % der Fälle fehlten die kompletten

Mundwerkzeuge. Bei den ziehenden Geräten fand eine annähernde Drittelung in dieser Kategorie statt. Bei Betrachtung aller Kriterien kann somit den Geräten, welche die Zecken mittels Rotation entfernen (Lasso, Tick Twister und Zeckenzange) gegenüber jenen, welche die Zecken durch Zug entfernen, der Vorzug gegeben werden.

6. Summary

Klaus Robisch

Tick removal- Comparison of five different tick removal devices

Key words: *Ixodes ricinus*, tick removal devices, traction versus rotation

Introduction

The easy, painless and correct removal of ticks attached to their animal or humans hosts still causes debates among acarologists, veterinary and medical specialists. Both the local irritation and the possibility of pathogen transmission by hard ticks are reasons for a quick removal of ticks upon detection. In this study 5 devices for mechanical tick removal were tested for the ease of handling and their suitability to completely remove feeding ticks.

Materials and Methods

5 types of tick removal devices with different techniques for removal (traction or rotation) and for holding and grabbing the ticks (slit, snare or apposing jaws) were compared, the modified Adson-Brown-forceps (traction), the tick card ("Zeckenkarte": slit and traction), the "Lasso" (snare for holding the tick, rotation), the „Tick Twister“ (slit and rotation) and the tick tweezer ("Zeckenzange": opposing jaws and rotation). These tools were delivered to 18 veterinarians and 4 pet owners in order to collect infested ticks from dogs, cats, other small animals or from humans. The following aspects of tick removal were evaluated: Time required to remove the tick (< 15 seconds, 15 to 30 seconds, 31 to 60 seconds or > 60 seconds), ease with which the tick was grabbed and held by the device (very easy, easy, awkward or difficult for both holding and grabbing), force needed to extract the tick (none, gentle, moderate or considerable), ease with which the device was used (easy, middle, difficult or very difficult) and reaction of the animal (none, animal turned its head, whined or growled once, whined or growled several times or attempted to bite). With the collected ticks (500 females, 6 males, 19

nymphs, predominately *Ixodes ricinus*) further examinations were performed: Using a binocular magnifier to identify the type, species, sex and development stage. Also the size and weight of the tick and the condition of the mouthparts were recorded: 1 = Mouthparts intact with possible traces of tick-origin cement, host epidermis of both, 2 = hypostome partially severed, 3 = hypostome torn or severed at the base, or 4 = mouthparts totally severed.

Results

Performing the Mann-Whitney-U-Test, comparison of the devices working with traction (forceps and tick card) with those working with rotation (Lasso, Tick Twister and tick tweezer) showed highly significant differences (rotation better than traction) in all categories except the condition of the tick's mouthparts (no differences). When compared each device with the others in all categories, all in all the tick tweezer shows the best results, followed by the Lasso (2.), the Tick Twister (3.), the forceps (4.) and the tick card (5.). Additionally, the female *I. ricinus* ticks (470) were divided into two groups (feeding duration less (group 1) or more (group 2) than 96 hours) to find out possible differences in the categories in terms of dependence on the feeding duration. The forceps and the Tick Twister showed no significant differences in this category. With both the Lasso and the Zeckenzange, the time required to remove the tick was significantly shorter in group 2. With the tick card the ticks could be removed faster, grabbed easier and this device was easier to use in group 2.

When performing the chi²-test evaluation of the condition of the mouthparts of female *I. ricinus* showed highly significant differences between devices working with rotation and those working with traction. Following results in the categories 1 = mouthparts intact with possible traces of tick- origin cement, host epidermis of both, 2 / 3 = hypostome partially severed / hypostome torn or severed at the base and 4 = mouthparts totally severed were achieved: Devices working with rotation led to 77 % of partially severed or torn hypostome and to 11 % of mouthparts totally severed. Devices working with traction led to an equal number in each category.

Discussion

Based on these results, the authors recommend removing ticks by using a rotation system. As shown above the evaluation of the five devices is also influenced by the feeding duration of the attached ticks. Further, more detailed experimentation (e.g. comparison of the removal success of “freshly” attached ticks with ticks close to repletion) is required for getting more information on this influence.

7. Literaturverzeichnis

- BABOS, S. (1964): Die Zeckenfauna Mitteleuropas. Verlag der ungarischen Akademie der Wissenschaften, Akadémiai Kiadó Budapest, p. 410.
- BARKER, R.W., BURRIS, E., SAUER, J.R., HAIR, J.A. (1973): Composition of tick oral secretions obtained by three different collection methods. *Journal of Medical Entomology* **10**, 198-201.
- BENFORADO, J.M. (1984): Removal of ticks. *Journal of the American Medical Association* **252**, 3368.
- BOWLES, D.E., MCHUGH, C.P., SPRADLING, S.L. (1992): Evaluation of devices for removing attached *Rhipicephalus sanguineus* (Acari: *Ixodidae*). *Journal of Medical Entomology* **29**, 901-902.
- BRIAULT, A. (2006): Manual removal of ticks [1]. *Veterinary Record* **159**, 641.
- CELENZA, A., ROGERS, I.R. (2002): The "knot method" of tick removal [1]. *Wilderness and Environmental Medicine* **13**, 179-180.
- COLYAR, M. (2006): Tick removal techniques. *Advance for nurse practitioners*. **14**, 26-27.
- DE BOER, R., VAN DEN BOGAARD, A.E. (1993): Removal of attached nymphs and adults of *Ixodes ricinus* (Acari: *Ixodidae*). *Journal of Medical Entomology* **30**, 748-752.
- DES VIGNES, F., PIESMAN, J., HEFFERNAN, R., SCHULZE, T.L., STAFFORD III, K.C., FISH, D. (2001): Effect of tick removal on transmission of *Borrelia burgdorferi* and *Ehrlichia phagocytophila* by *Ixodes scapularis* Nymphs. *Journal of Infectious Diseases* **183**, 773-778.
- DOBLER, G. (2010): Tick-borne meningoencephalitis: All the family doctor needs to know. *MMW-Fortschritte der Medizin* **152**, 44-47.
- ECKERT, J. (2008): *Lehrbuch der Parasitologie für die Tiermedizin*. Enke, Stuttgart, p. 632 S.
- GAMMONS, M., SALAM, G. (2002): Tick removal. *American Family Physician* **66**, 643-645+646.
- GLADNEY, W.J., ERNST, S.E., DRUMMOND, R.O. (1974): Chlordimeform: a detachment stimulating chemical for three host ticks. *Journal of Medical Entomology* **11**, 569-572.

- GRAY, J., STANEK, G., KUNDI, M., KOCIANOVA, E. (2005): Dimensions of engorging *Ixodes ricinus* as a measure of feeding duration. *International Journal of Medical Microbiology* **295**, 567-572.
- HEILE, C., HOFFMANN-KÖHLER, P., WIEMANN, A., SCHEIN, E. (2007): Transmission time of tick-borne disease agents in dogs: *Borrelia*, *Anaplasma* / *Ehrlichia* and *Babesia*. *Der praktische Tierarzt* **88**, 584-590.
- HOWARD, J., LOISELLE, J. (2006): A clinician's guide to safe and effective tick removal. *Contemporary Pediatrics* **23**, 36-41.
- KAHL, O., JANETZKI-MITTMANN, C., GRAY, J.S., JONAS, R., STEIN, J., DE BOER, R. (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**, 41-52.
- KAMMHOLZ, L.P. (1986): Variation on tick removal. *Pediatrics* **78**, 378-379.
- KARRAS, D.J. (1998): Tick removal [4]. *Annals of Emergency Medicine* **32**, 519.
- KATAVOLOS, P., ARMSTRONG, P.M., DAWSON, J.E., TELFORD III, S.R. (1998): Duration of tick attachment required for transmission of granulocytic ehrlichiosis. *Journal of Infectious Diseases* **177**, 1422-1425.
- KEILIG, W., MÖHRLE, M. (2002): Removal of ticks: Shave excision versus forceps. *Hautarzt* **53**, 826.
- KIDD, L., BREITSCHWERDT, E.B. (2003): Transmission Times and Prevention of Tick-Borne Diseases in Dogs. *Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian* **25**, 742-751.
- KRUPKA, I., PANTCHEV, N., LORENTZEN, L., WEISE, M., STRAUBINGER, R.K. (2007): Tick-transmitted, bacterial infections in dogs: Seroprevalences of *Anaplasma phagocytophilum*, *Borrelia burgdorferi* sensu lato and *Ehrlichia canis* in Germany. *Der praktische Tierarzt* **88**, 776-788.
- LANSCHUETZER, C.M., WIESER, M., LAIMER, M., EMBERGER, M., HINTNER, H. (2003): Improving the removal of intact ticks [1]. *Australasian Journal of Dermatology* **44**, 301.
- LEE, M.D., SONENSHINE, D.E., COUNSELMAN, F.L. (1995): Evaluation of subcutaneous injection of local anesthetic agents as a method of tick removal. *American Journal of Emergency Medicine* **13**, 14-16.
- LO RE III, V., OCCI, J.L., MACGREGOR, R.R. (2004): Identifying the Vector Lyme Disease. *American Family Physician* **69**, 1935-1937.

- MEINERS, T., HAMMER, B., GÖBEL, U.B., KAHL, O. (2006): Determining the tick scutal index allows assessment of tick feeding duration and estimation of infection risk with *Borrelia burgdorferi* sensu lato in a person bitten by an *Ixodes ricinus* nymph. *International Journal of Medical Microbiology* **296**, 103-107.
- MOEHRLE, M., RASSNER, G. (2002): How to remove ticks? [2]. *Dermatology* **204**, 303-304.
- MÖHRLE, M. (2002): Removal of ticks with scalpel or disposable razor. *Hautarzt* **53**, 579-580.
- MÜLLER, H.-. (2003): Removal of ticks [2]. *MMW-Fortschritte der Medizin* **145**, 14.
- NEEDHAM, G.R. (1985): Evaluation of five popular methods for tick removal. *Pediatrics* **75**, 997-1002.
- PIESMAN, J., DOLAN, M.C. (2002): Protection Against Lyme Disease Spirochete Transmission Provided by Prompt Removal of Nymphal *Ixodes scapularis* (Acari: Ixodidae). *Journal of Medical Entomology* **39**, 509-512.
- PIESMAN, J., MATHER, T.N., SINSKY, R.J., SPIELMAN, A. (1987): Duration of tick attachment and *Borrelia burgdorferi* transmission. *Journal of Clinical Microbiology* **25**, 557-558.
- RAUTER, C., HARTUNG, T. (2003): Infestation of ticks with *Borrelia*, and Lyme borreliosis in Germany. *MMW-Fortschritte der Medizin* **145**, 36-38.
- SAMSOËN, M., MOLET, B. (2003): Tire-Tic[®] hook for removing ticks: Dermatology experience. *Nouvelles Dermatologiques* **22**, 24-27.
- SCHNIEDER, T., BOCH, J., SUPPERER, R. (2006): *Veterinärmedizinische Parasitologie*. Parey, Stuttgart, p. 785 S.
- SCHWARTZ, B.S., GOLDSTEIN, M.D. (1990): Lyme disease in outdoor workers: Risk factors, preventive measures, and tick removal methods. *American Journal of Epidemiology* **131**, 877-885.
- SHAKMAN, R.A. (1984): Tick removal. *The Western Journal of Medicine* **140**, 99.
- SINGH, S.K., GIRSCHICK, H.J. (2003): Tick-host interactions and their immunological implications in tick-borne diseases. *Current Science* **85**, 1284-1298.
- STEWART, R.L., BURGENDORFER, W., NEEDHAM, G.R. (1998): Evaluation of three commercial tick removal tools. *Wilderness and Environmental Medicine* **9**, 137-142.

STORER, E., SHERIDAN, A.T., WARREN, L., WAYTE, J. (2003): Ticks in Australia. *Australasian Journal of Dermatology* **44**, 83-89.

TEECE, S., CRAWFORD, I. (2002): How to remove a tick. *Emergency Medicine Journal* **19**, 323-324.

THEIS, J.H. (1968): Mechanical removal of *Rhipicephalus sanguineus* from the dog. *Journal of the American Veterinary Medical Association* **153**, 433-437.

VINER, B. (2006): Manual removal of ticks [6]. *Veterinary Record* **159**, 572.

WIEDEMANN, B. (2003): To remove *Ixodes ricinus* correctly. How do you turn the tick around? *MMW-Fortschritte der Medizin* **145**, 16.

ZENNER, L., DREVON-GAILLOT, E., CALLAIT-CARDINAL, M.P. (2006): Evaluation of four manual tick-removal devices for dogs and cats. *Veterinary Record* **159**, 526-529.

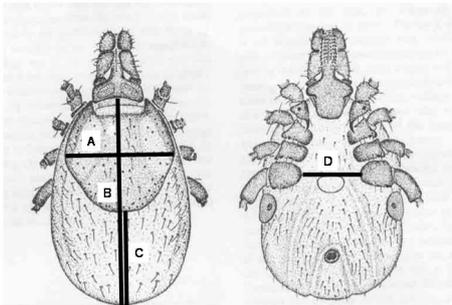
8. Anhang

Anhang 1: Formblatt für die Bewertung der verwendeten Geräte durch die Anwender

Gerätetest zum Zeckentfernen 2010

Datum:		Name:	
Gefäßnummer:	Verwendetes Gerät:		
	Ziehen: <input type="radio"/> Pinzette <input type="radio"/> Zeckenkarte	Drehen: <input type="radio"/> Lasso <input type="radio"/> Tick Twister <input type="radio"/> Zeckenzange	
Die Zecke wurde von folgendem Tier entfernt:		Die Zecke wurde von einem Menschen entfernt?	
<input type="radio"/> Hunde <input type="radio"/> Katze <input type="radio"/> _____		<input type="radio"/> Kind (0-12 Jahre) <input type="radio"/> Jugendlicher (12-18 Jahre) <input type="radio"/> Frau <input type="radio"/> Mann	
Reaktion des Tieres beim Herausnehmen?		Reaktion beim Menschen	
<input type="radio"/> keine <input type="radio"/> Tier dreht Kopf zur Stichstelle <input type="radio"/> einmaliges Winseln oder Knurren <input type="radio"/> mehrmaliges Winseln oder Knurren oder versucht zu beißen		<input type="radio"/> nichts bemerkt <input type="radio"/> leichtes Ziehen <input type="radio"/> leichte Schmerzen <input type="radio"/> Schmerzen	
Benötigte Zeit zum Entfernen?		Wie leicht war die Zecke zu fassen?	
<input type="radio"/> unter 15 Sekunden <input type="radio"/> 15 – 30 Sekunden <input type="radio"/> 30 – 60 Sekunden <input type="radio"/> mehr als 60 Sekunden		<input type="radio"/> sehr leicht <input type="radio"/> leicht <input type="radio"/> etwas schwierig <input type="radio"/> schwierig	
Kraftaufwand zum Herausziehen?		Wie war die Bedienung des Geräts?	
<input type="radio"/> kaum <input type="radio"/> leicht <input type="radio"/> stark <input type="radio"/> sehr stark		<input type="radio"/> leicht <input type="radio"/> mittel <input type="radio"/> schwierig <input type="radio"/> sehr schwierig	
Anmerkungen:			

Anhang 2: Formblatt für die Bewertung der Zecken unter dem Mikroskop

Gefäßnummer:	Untersucher <input type="radio"/> Peschke <input type="radio"/> Robisch <input type="radio"/> Duscher <input type="radio"/> _____	Untersuchungsdatum:
Stadium <input type="radio"/> Larve <input type="radio"/> Nymphe <input type="radio"/> Adult	Geschlecht? <input type="radio"/> Männlich <input type="radio"/> weiblich	
Art? <input type="radio"/> Ixodes ricinus <input type="radio"/> Dermacentor reticulatus <input type="radio"/> Haemaphysalis concinna <input type="radio"/> Rhipicephalus sanguineus <input type="radio"/> Ixodes canisuga <input type="radio"/> Ixodes hexagonus <input type="radio"/> _____		
Mundwerkzeuge <input type="radio"/> Mundwerkzeuge intakt mit Spuren von Zement und/oder Wirtsgewebe <input type="radio"/> Hypostom teilweise abgetrennt <input type="radio"/> Hypostom abgerissen oder an der Basis abgetrennt <input type="radio"/> Mundwerkzeuge komplett abgetrennt		
Gesogen? 		A _____ B _____ C _____ D _____ Gewicht _____
Anmerkung:		