



Universität für Bodenkultur Wien

Prävalenz von FSME und Borreliose in der Oberallgäuer Jägerschaft oder Wie kommt der Erreger in den Jäger

Abschlussarbeit

zur Erlangung der akademischen Bezeichnung

„Akademischer Jagdwirt“

im Rahmen des Universitätslehrgang Jagdwirt/in

Institut für Wildbiologie und Jagdwirtschaft (IWJ)
Department für Integrative Biologie und Biodiversitätsforschung

Eingereicht von: **WAGNER, Bernhard**
Matrikelnummer: 1478673

Betreuer: Univ.Prof. Dr. Klaus Hackländer
Institut für Wildbiologie und Jagdwirtschaft
Department für Integrative Biologie und
Biodiversitätsforschung





Universität für Bodenkultur Wien

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre eidesstattlich, dass ich diese Arbeit selbständig angefertigt, keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt und alle aus ungedruckten Quellen, gedruckter Literatur oder aus dem Internet im Wortlaut oder im wesentlichen Inhalt übernommenen Formulierungen und Konzepte gemäß den Richtlinien wissenschaftlicher Arbeiten zitiert und mit genauer Quellenangabe kenntlich gemacht habe.

Datum

Unterschrift

Inhaltsangabe:

1.0. Hintergrund

1.1. Der Kreisjagdverband Oberallgäu

1.2. *Ixodes Ricinus* – Exkurs in die Biologie des Tieres

2.0. FMSE

2.0.1. Ätiologie

2.0.2. Pathogenese

2.0.3. Klinik

2.0.4. Diagnosestellung

2.0.5. Therapie

2.1.0. Borreliose

2.1.1. Ätiologie

2.1.2. Prävalenz

2.1.3. Klinik

2.1.4. Diagnosestellung

2.1.5. Therapie

3. Material und Methoden

3.1. Ergebnisse

4. Diskussion

Frühsommer-Meningo-Enzephalitis (FSME) und Borreliose sind Zoonosen, welche in der kürzeren Vergangenheit in Deutschland auf dem Vormarsch begriffen sind und beide durch den Vektor *Ixodes ricinus* übertragen werden. Laut Robert-Koch-Institut (RKI) besteht vor allem für die Bundesländer Bayern, Baden-Württemberg, Südhessen sowie Ostthüringen ein Infektionsrisiko für FSME (16), für die Bundesländer Bayern, Rheinland-Pfalz, Mecklenburg-Vorpommern und Brandenburg ein Risiko für Borreliose (15). Eine Infektion mit *Borrelia burgdorferi* kann jedoch in unterschiedlicher Prävalenz in ganz Deutschland auftreten. Das ebenfalls durch Zecken übertragene Rückfallfieber spielt eine insgesamt untergeordnete Rolle, da es nur sehr vereinzelt auftritt.

Das RKI empfiehlt ganz generell Personen, die in Endemiegebieten leben und arbeiten eine Impfung gegen FSME.

Wir als Jäger sind als Naturnutzer zeckenexponiert wenn wir unseren jagdlichen Aufgaben nachgehen. Sollten wir zusätzlich in einem Endemiegebiet leben, besteht das Risiko einer Infektion mit einer der beiden genannten Erkrankungen.

Es gibt eine wirksame Impfung gegen FSME und die Lyme-Borreliose ist sehr gut mit Antibiotika therapierbar, sollte sie richtig und früh genug diagnostiziert werden. Langzeitschäden durch fehlende Therapie sind davon ausgenommen.

Es stellt sich also nun die Frage, wie häufig beide Infektionserkrankungen im Landkreis Oberallgäu auftreten, wie gut die Oberallgäuer Jägerschaft geschützt ist und was man als Hausarzt dazu beitragen kann, um die Situation zu verbessern.

1.2. Der Kreisjagdverband Oberallgäu

Der Kreisjagdverband (KJV) Oberallgäu ist ein gemeinnütziger Verein und anerkannter Naturschutzverband. Seine Ziele umfassen den Schutz und die Förderung der freilebenden Tierwelt. Dazu engagieren sich die Mitglieder in der Erhaltung einer den kulturlandschaftlichen und landeskulturellen – also menschlichen Zielen untergeordneten - Gepflogenheiten angepassten artenreichen und gesunden Wildtierwelt. Ebenso sollen alle jagdlichen Traditionen und Techniken gefördert werden. Vor Allem steht in letzterem Sinne die deutsche Waidgerechtigkeit.

Der Verein wurde 1968 gegründet und ist im Vereinsregister in Sonthofen eingetragen. Seine Wurzeln stammen aus dem in Immenstadt ansässigen „Allgäuer Jägerverein“, der im KJV Oberallgäu aufgegangen ist. Aktuell führt der Verein ca. 280 Mitglieder.

Geographisch zeichnet der KJV Oberallgäu verantwortlich für die Hochwildhegegemeinschaft Sonthofen und die Niederwildhegegemeinschaft Bergstätt, also nahezu für den gesamten Landkreis Oberallgäu. Aktuell zeichnet der Revierjagdmeister Heinrich Schwarz als 1. Vorsitzender verantwortlich für den Verein.



Abb. 1: Grenzen des Landkreises Oberallgäu. Quelle: www.oberallgaeu.org/politik_verwaltung/landkreis_im_ueberblick/staedte_maerkte_gemeinden, abgerufen 13.10.2016

Der gemeine Holzbock, *Ixodes ricinus* ist die bekannteste Schildzeckenart. Er ernährt sich vom Blut und der Lymphflüssigkeit seiner Wirte, die da wären Haus- und Wildtiere, sowie der Mensch. Er fungiert als Überträger mehrerer viraler und bakterieller Erkrankungen welche durch Protozoen verursacht werden. Einige davon zählen als Zoonosen; hier werden die Borreliose und die FSME besprochen.

Das Vorkommen von *I. ricinus* unterliegt verschiedenen biotischen und abiotischen Kriterien. Vornehmlich wird eine strukturierte Landschaft mit ausreichend Deckung für *I. ricinus* und die jeweiligen Wirtstiere präferiert. In einer norwegischen Untersuchung fanden die Autoren die Parameter Länge der Wachstumsperiode, Temperaturmittel und das Vorkommen von Rehen (*Capreolus capreolus*) nicht signifikant. Es wird zur Diskussion gestellt, daß größere klimatische Zusammenhänge und das Zusammenspiel von biotischen und abiotischen Faktoren verantwortlich sind (4).

Des Weiteren benötigt der Holzbock eine durchschnittliche Luftfeuchte von 80% während aller Entwicklungsstadien. Da der Holzbock ein Sachen Wirtstier ein Generalist ist, kann er sich vom Blut von mehr als 300 verschiedenen Spezies nähren. Vornehmlich finden sich in Europa jedoch Reh (*Capreolus capreolus*), Wildschwein (*Sus scrofa*), Rotfuchs (*Vulpes vulpes*) und Rotwild (*Cervus elaphus*) als Wirtstiere (5,21).

Die Hauptaktivitätszeit des Holzbocks liegt in den Sommermonaten, kann sich bei milder Witterung jedoch auch auf die Winterzeit ausdehnen, wenn sie nicht durch den in diesem Moment stattfindenden Entwicklungszyklus verhindert wird (6).

Die Physiognomie des *I. ricinus* unterliegt einem ausgeprägten Geschlechtsdimorphismus. Er erreicht Größen von 2,5 – 4,5 mm, wobei die weiblichen Tiere größer werden.

Die Zecke zeigt einen zweiteiligen Körperbau. Der Vorderteil auch Gnathosoma genannt und der extrem dehnbare Hinterteil, das Idiosoma. Das Gnathosoma besteht überwiegend aus einem starren Chitinpanzer mit den Beißwerkzeugen.

Es bedeckt bei den männlichen Tieren einen größeren Teil des gesamten Körpers als bei den weiblichen. Diese benötigen führt die Produktion der Eier und die Aufnahme der Nahrung einen dehnbaren Körper.

Zecken durchlaufen in ihrem Leben 3 parasitische Entwicklungsstadien. Sie sind annähernd gleich lang, erstrecken sich über 2-3 Jahre und beinhalten eine Winterpause. Die Metamorphose findet immer am Boden statt. Nach der Eiablage und dem Schlüpfen existiert die Zecke als Larve mit 6 Beinen. Sie sucht sich kleine Wirte der Größe eines Nagetiers.

Im zweiten Entwicklungsstadium bezeichnet man die Zecke als Nymphe. Sie hat nun 8 Beine und sucht sich einen entsprechend größeren Wirt für eine etwas länger andauernde Saugphase.

Schließlich existiert die adulte Zecke, die sich nun zum letzten Mal in ihrem Leben einen Wirt sucht, an dem sie mehrere Tage saugt um sich danach einen Partner zu suchen und nach dem Paarungsakt (Männchen) oder nach der Eiablage (Weibchen) zu sterben.

Um einen Wirt finden zu können, ist die Zecke mit Chemorezeptoren bestückt. Diese finden sich im Haller'schen Organ welches im untersten Segment des vordersten Beinpaars lokalisiert ist. Dieses Organ kann Kohlendioxid, Ammoniak, Schweiß und Buttersäure wahrnehmen. Außerdem nimmt die Zecke Änderungen der Umgebungstemperatur, die durch einen potentiellen Wirt verursacht werden, wahr.

Hat die Zecke nun einen Wirt befallen, kommen die Kieferklauen, die sogenannten Cheliceren zum Einsatz mit denen sie ein Loch in die Haut des Wirtes schneidet. Durch dieses Loch kann sie nun ein zungenartiges mit Widerhaken bewehrtes Hohlorgan mit der Bezeichnung Hypostom zum Blutsaugen einsetzen. Sie injiziert zuerst gerinnungshemmende und analgetische Substanzen um vom Wirt nicht sofort bemerkt zu werden und damit die Blutmahlzeit nicht im Hypostoma gerinnt. Des Weiteren wird die Wunde mit einem klebrigen Sekret verschlossen um das Infektionsrisiko zu senken. Das dient der weiteren unbemerkten Nahrungsaufnahme und zum Schutz des Wirtes und des Holzbockes selbst. Das aufgenommene Blut und die Lymphe wird nun im Zeckenkörper bis zu 20-fach verdickt. Hiernach lässt die Zecke vom Wirt ab und beginnt ihren nächsten Entwicklungsschritt oder sucht einen Paarungspartner (17,19).



Abb. 2: *Ixodes ricinus* der gemeine Holzbock, adultes weibliches Tier, Quelle: James Lindsey at Ecology of Commanster

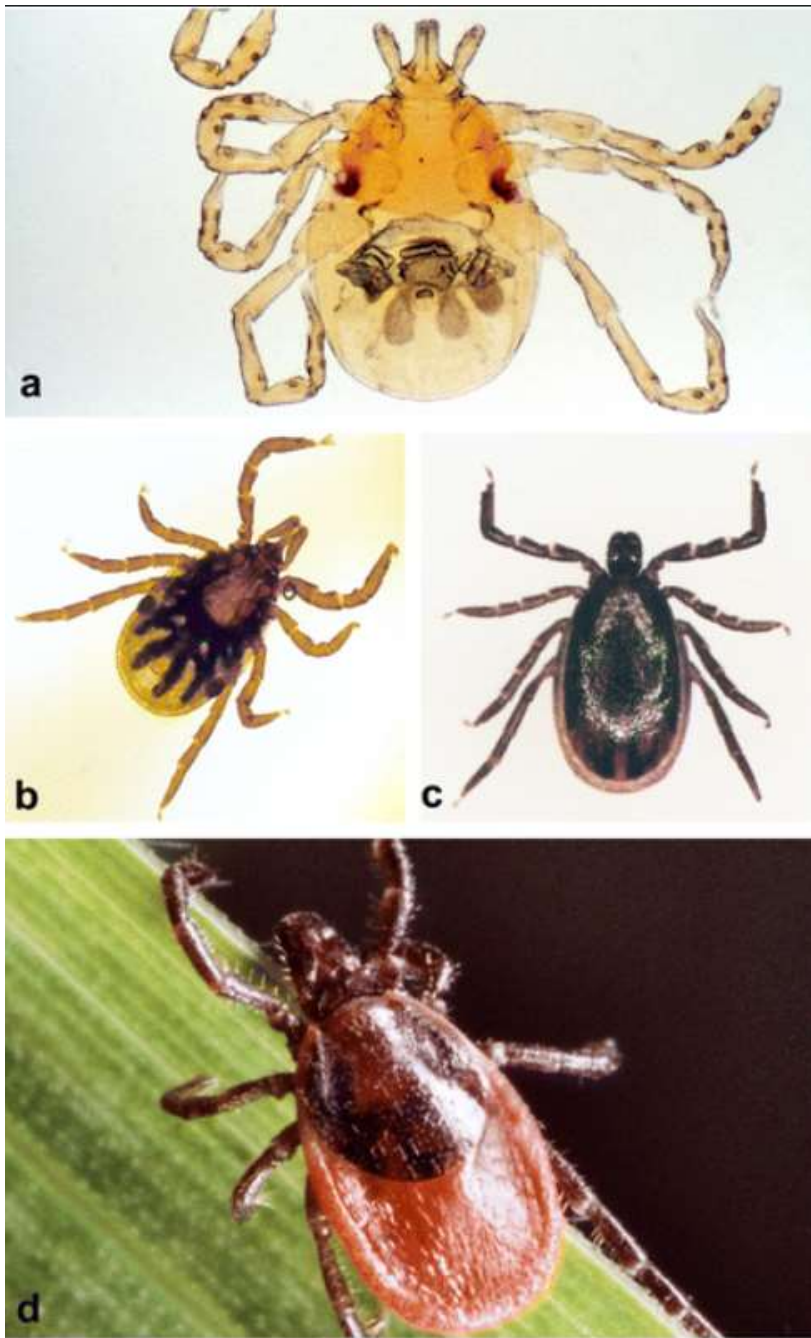


Abb. 3: Lichtbildaufnahmen der verschiedenen Lebensstadien von *I. ricinus*. A. Larve. B. nüchterne Nymphe. C. Adultes Tier. D. Weibchen, nüchtern. Quelle: Mehlhorn, H., Mehlhorn, T., Müller, M. et al. Parasitol Res (2016)

2.0. FSME

2.0.1. Ätiologie

Das eine FSME auslösende Virus gehört zur Gruppe der Flaviviridae, welche auch Erkrankungen wie das Dengue-Fieber, das Gelbfieber oder das West-Nil Fieber auslösen können (15). Die Übertragung erfolgt überwiegend durch weibliche Individuen der Schildzecke *Ixodes ricinus* und findet vorwiegend in den Monaten Mai und Juli sowie im September statt (3). Einzelne Infektionen können bei warmer Witterung auch im Winter auftreten (12). Palo stellt zur Diskussion, dass *Ixodes* nicht sehr stark auf die gestiegenen Temperaturen reagiert und somit die Übertragungshäufigkeit steigt, sondern dass vielmehr die Populationsdynamik der Wirtsspezies ausschlaggebend dafür ist (10). Außerdem kann in Einzelfällen eine Infektion durch virusinfizierte Milch von Schafen und Ziegen, weniger von Kühen erfolgen. Eine Infektion von Mensch zu Mensch ist ausgeschlossen (12).

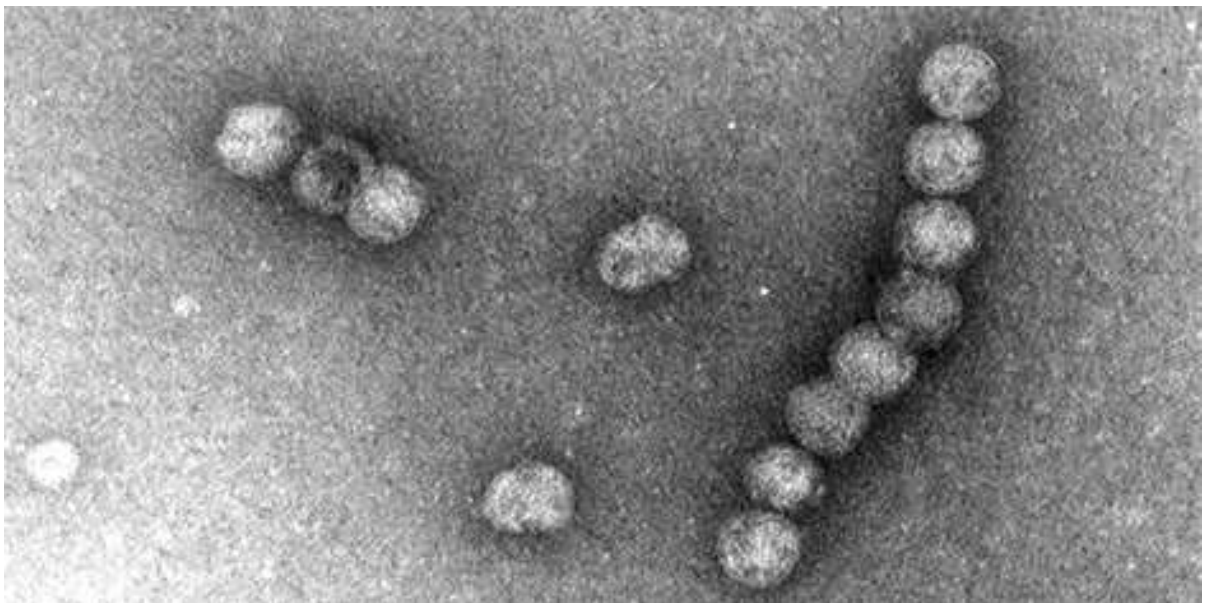


Abb. 4. FSME-Viren, elektronenmikroskopische Aufnahme, Vergrößerung 85000-fach. Quelle: Muhsin Oezel/RKI

Es werden bei der FSME mehrere Typen unterschieden. In Deutschland kommt vor allem der zentraleuropäische Subtyp vor (16). Die wesentlichen Endemiegebiete in Deutschland sind Bayern, das südliche Hessen und Thüringen, Baden-Württemberg sowie einzelne Landkreise in Rheinland-Pfalz, am Saarland und in Sachsen. Außer dem vereinigten Königreich und der iberischen Halbinsel findet sich das Virus in allen Ländern Europas (12). Die Zunahme in Deutschland findet ausgehend von den bereits bestehenden Endemiegebieten nur langsam statt. Der Anteil der mit FSME infizierten Zecken variiert von 0,1-5% (14). Die Auftretenshäufigkeit der FSME wird bis dato nur über die Prävalenz der Erkrankung respektive Infektion aufgezeigt. Mehlhorn et al. konnten 2011 und 2012 nun die wirkliche Prävalenz der FSME in einer Untersuchung im Saarland und in Rheinland-Pfalz mittels Darstellung der Infektion in der jeweiligen Zecke zeigen. Sie bestätigten im Wesentlichen die Zahlen des RKI (9).



Abb. 5: FSME Risikogebiete in Deutschland, Stand Mai 2015, Quelle: RKI Epidemiologisches Bulletin Nr. 18

2.0.2. Pathogenese

Pathogenetisch findet zuerst eine Inokulation in die Haut des Wirtes statt. Üblicherweise wird dies durch den Biss eines weiblichen Tieres ermöglicht, da männliche Tiere keine Blutmahlzeit aufnehmen. Dort vermehrt sich das Virus um dann lymphogen zunächst in die lokoregionären Lymphknoten einzudringen und dann über den zentralen Ductus thoracicus in den Blutkreislauf zu gelangen.

In mehreren Replikationsschritten erreicht das Virus auf hämatogenem Weg das zentrale Nervensystem (ZNS), wahrscheinlich durch eine Infektion von zerebralen Endothelzellen. Es finden sich dort Entzündungsreaktionen, degenerative Veränderungen der Nerven sowie Gliaknötchen vor allem in den Vorderhörnern des Rückenmarkes (2,5).

Erkrankung und Tod an FMSE sind nach dem Gesetz zur Verhütung und Bekämpfung von Infektionskrankheiten beim Menschen (IfSG) meldepflichtig (2).

Das primäre Erregerreservoir sind Kleinsäuger wie Igel, Mäuse und Maulwürfe (2,18). Kriz et al. haben das Auftreten von FSME in Wildschweinen und Rehen in der Tschechischen Republik untersucht und fanden heraus, dass 8,7-50% der Rehe seropositiv für FSME waren und somit als Reservoir für die Übertragung auf den Menschen fungieren. Allerdings diskutieren die Autoren, dass die Gesamtpopulation der Wildschweine einen größeren Anteil an der Verteilung von *Ixodes ricinus* und FSME hat. (7) Es zeigt sich das das gesamte Altersspektrum des gemeinen Holzbocks in Europa durch wenige, weit verteilte Wirtsspezies erhalten werden kann. Hierzu zählt vor allem auch das Reh. In Zusammenschau mit den klimatischen Bedingungen kann das das weit verteilte Vorkommen von *I. ricinus* erklären. Ebenso die Zunahme von Borreliose kann dadurch erklärt werden (17).

C. capreolus zeigen insgesamt eine sehr hohe Durchseuchung mit *I. ricinus*, hohe Antikörper Titer von Borrelien aber eine sehr niedrige Infektionsrate in untersuchten Geweben. Es scheint daher, dass das Komplementsystem der Rehe vom Erreger nicht umgangen werden kann und somit eine Infektion verhindert wird. (17) Rehe spielen somit eine kleine Rolle bei der Erhaltung oder Verbreitung der Infektion, jedoch eine große Rolle als Wirte einer großen Zeckenpopulation (18).

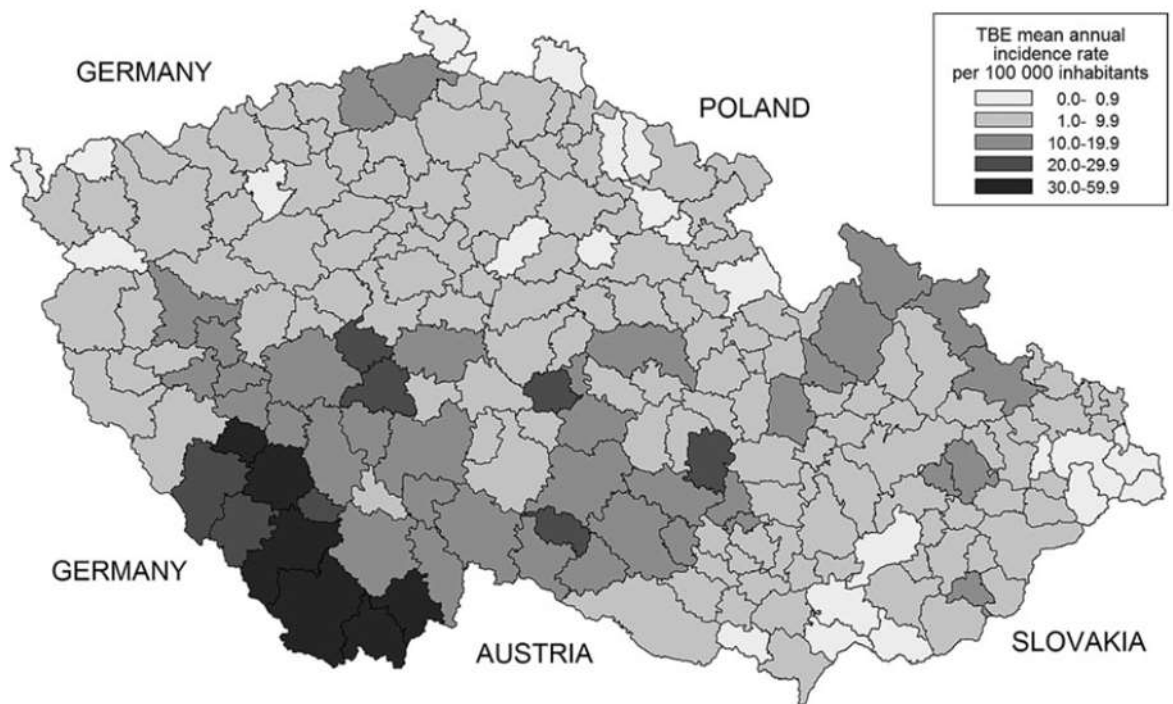


Abb. 6: Mittlere FSME Inzidenzraten pro 100.000 Einwohner in der Tschechischen Republik von 2003-2011. Quelle: Kriz Bohumir, Daniel Milan, Benes Cestmir, and Maly Marek. Vector-Borne and Zoonotic Diseases. November 2014, 14(11): 801-807. doi:10.1089/vbz.2013.1569

2.0.3. Klinik

Das klinische Bild ist biphasisch und zeigt sich nach einer Inkubationszeit von ein bis zwei Wochen, selten bis zu 28 Tagen (2,12). In den weitaus meisten Fällen (80-90%) verläuft die Infektion subklinisch oder die zweite Krankheitsphase fällt aus. Zuerst entwickeln sich grippeähnliche Symptome von wenigen Tagen Dauer worauf ein symptomfreies Intervall folgen kann. Danach folgt die zentralnervöse Manifestation mit Meningoenzephalitis und Somnolenz bis hin zum Koma.

Je älter der befallene Patient, desto schwerer bildet sich die Symptomatik aus. Bei Kindern heilt die akute Meningitis meist folgenlos aus (2). Bei Erwachsenen besteht die große Gefahr von bleibenden neurologischen Schäden wie Paresen oder persistierenden schweren Cephalgien (12). Bei ca. 1 Prozent der Patienten führt die Erkrankung zum Tode (2,12).

2.0.4. Diagnosestellung

Diagnostisch ist die FSME klinisch zu Beginn nur schwer zu fassen. Sie kann nur sicher durch die simultane Bestimmung von IgM und IgG Antikörpern aus dem Serum oder Liquor der betroffenen mittels ELISA-Tests durchgeführt werden. Außerdem sichert der Antikörperanstieg aus zwei Proben mit einem Mindestabstand von 4 Wochen die Diagnose ebenso wie der Nachweis von Virusgenom mittels reverser-Transkriptase Polymerasekettenreaktion (RT-PCR). Hier ist jedoch anzumerken, dass ein negativer Befund einen tatsächlichen Befall nicht ausschließt (2,12).

Der Nachweis in der Zecke ist als nicht sinnvoll einzustufen, da keine valide Aussage über eine etwaige Übertragung getroffen werden kann und somit keine therapeutischen Schlüsse gezogen werden können (12).

Der Prophylaxe kommt daher bei dieser Erkrankung eine große Bedeutung zu.

Typische Lebensräume von *Ixodes ricinus* umfassen lichte Wälder, Parks, Flächen mit hohem Gras oder Büschen in ausreichend feuchter Umgebung (15). Es gilt Zeckenstiche zu vermeiden, da die Übertragung des Virus schon beim ersten Saugakt geschehen kann.

Lange helle Kleidung, welche möglichst viel Körperoberfläche bedeckt, ist hier chemischen Abwehrmöglichkeiten vorzuziehen, da deren Wirkung zeitlich begrenzt ist. Ein sorgfältiges Absuchen des eigenen und gegebenenfalls auch gerne anderer Körper sollte einem Aufenthalt im Freien unverzüglich folgen.

Eine gefundene Zecke muss daher so schnell wie möglich entfernt werden. Es bietet sich hier vor allem eine spezielle Zeckenzange an, damit das Tier an den zu Nahrungsaufnahme notwendigen Werkzeugen gefasst und gerade herausgezogen werden kann. Torsionen oder Manipulationen mit Chemikalien sind strikt zu vermeiden. Die Wunde sollte desinfiziert und der jeweilige persönliche Tetanusschutz erfragt werden (12).

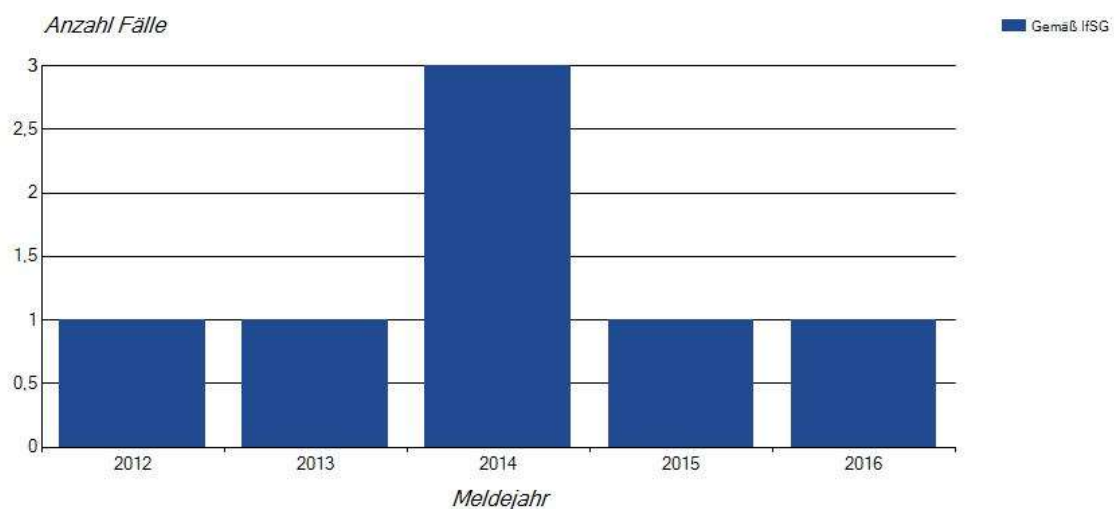


Tabelle 1: FSME Erkrankungen der Jahre 2012 bis 2016 im Landkreis Oberallgäu, Quelle: RKI SurvStat

Für den Landkreis Oberallgäu, der welcher geographisch im weitesten Sinne auch dem Kreisjagdverband Oberallgäu gleicht, war die Anzahl der FSME Erkrankungen in den Jahren 2012 bis 2016 nahezu gleichbleibend bei 1 bis auf das Jahr 2014, in dem 3 Erkrankungsfälle auftraten.

2.0.5. Therapie

Eine kausale Therapie ist nicht möglich und es kann daher nur symptomatisch behandelt werden (12).

Es existiert eine wirksame Impfung gegen FSME, die in Deutschland von 2 Herstellern zugelassen ist. Diese Impfung ist eine aktive Impfung mit einem attenuierten Totimpfstoff. Es gibt zwei Impfschemata für die Grundimmunisierung gegen FSME. Das Reguläre sieht vor die Vakzine idealerweise an Tag 1, nach 4 Wochen bis 3 Monaten und schließlich 5 bis 12 Monate nach der 2. Gabe zu verabreichen. Steht nicht ausreichend Zeit zur Verfügung, kann an Tag 1, Tag 14 und nach weiteren 5 bis 12 Monaten geimpft werden. Danach sollten Personen, die das 60. Lebensjahr noch nicht erreicht haben alle 5 Jahre nachgeimpft werden, Personen über 60 alle 3 Jahre, wobei die erste Gabe nach der Grundimmunisierung bereits nach 3 Jahren verabreicht werden sollte. Somit kann in beiden Schemata bereits nach der 2. Gabe eine Serokonversion von über 86% über alle Altersbereiche erreicht werden. (11)

Diese Impfung ist indiziert für Personen, die sich dauerhaft in Risikogebieten aufhalten und / oder dort beruflich exponiert sein können. Hierzu zählen auch insbesondere Jäger (12).

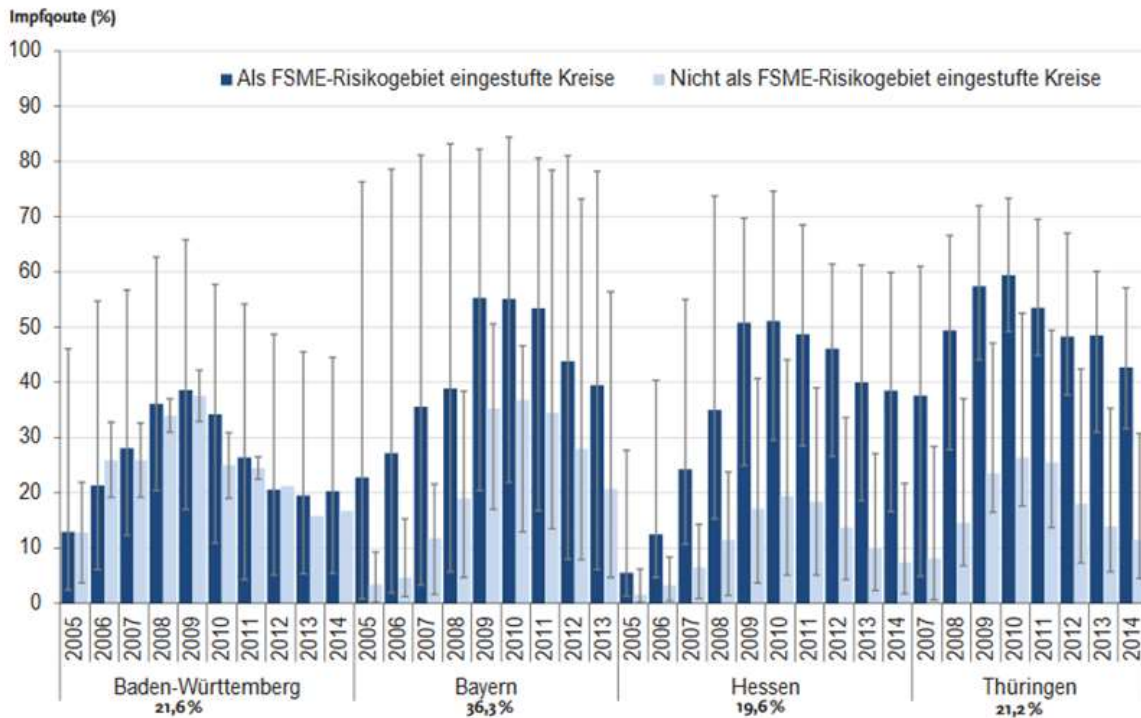


Abb. 1: Median der FSME-Impfquoten der Kreise bei Schulanfängern nach Bundesländern und Untersuchungsjahr. Dargestellt wird die Prozentzahl der Kinder mit mindestens 3 Impfstoffdosen. Der Fehlerbalken zeigt die Spannweite zwischen den Kreisen mit der niedrigsten und der höchsten Impfquote. Die landesweite Impfquote für das letzte Untersuchungsjahr ist unterhalb der X-Achse angegeben. Die Daten der Schuleingangsuntersuchungen wurden dem RKI von den jeweiligen Landesbehörden zur Verfügung gestellt.

Tab. 2: FSME Impfquoten bei Schulanfängern nach Bundesländern und Untersuchungsjahr, Quelle RKI, Epidemiologisches Bulletin 18/2016

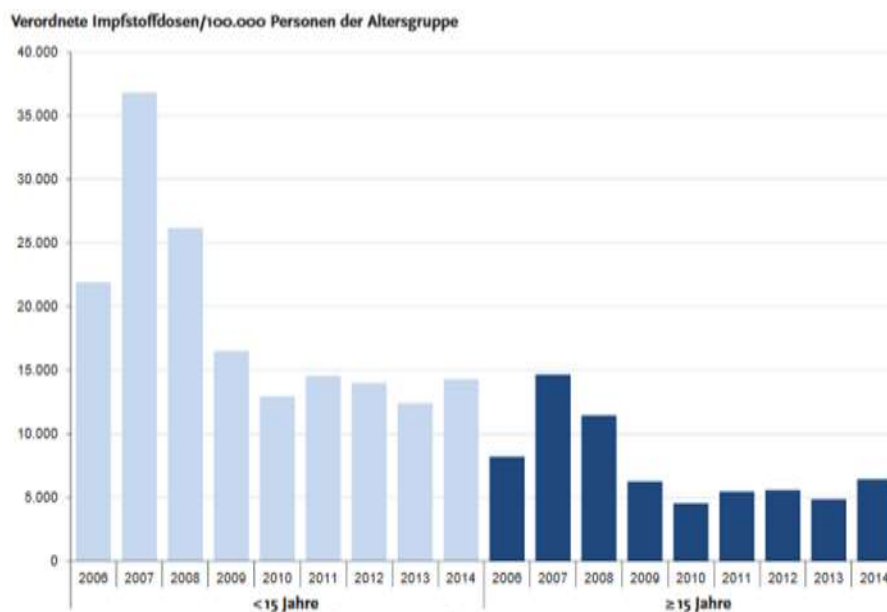
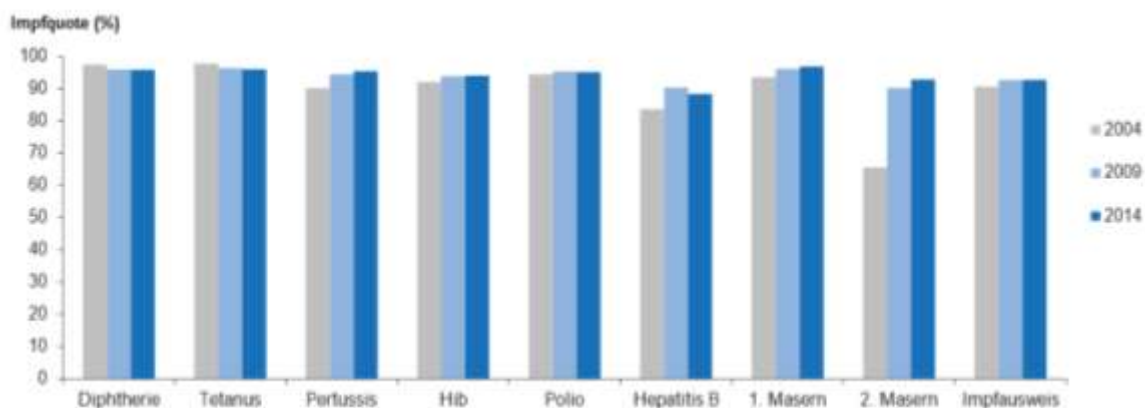


Abb. 2: Verordnete Dosen FSME Immun[®] und Encepur[®] in den Bundesländern Baden-Württemberg, Bayern, Hessen, Rheinland-Pfalz und Thüringen nach Alter, 2006 bis 2014, Daten von Insight Health[®]

Tab. 3: Verordnete Dosen Impfstoff gegen FMSE in der Bundesländern Baden-Württemberg, Bayern, Hessen, Rheinland-Pfalz und Thüringen in den Jahren 2008 bis 2014 nach Alter getrennt, Quelle RKI, Epidemiologisches Bulletin 18/2016

Nach den Jahren 2006 bis 2008, in denen die Impfraten gegen FSME jeweils über 20000 verordnete Dosen Impfstoff bei Kindern unter 15 Jahren lagen, sanken diese in den Folgejahren auf ein Niveau unter 15000 Dosen ab.

Ähnlich ist die Situation bei den Personen über 15 Jahre. Hier pendelt sich die Menge der Dosen um 5000 ein.



Tab. 4: An das RKI übermittelte Impfquoten in Prozent bei den Schuleingangsuntersuchungen in Deutschland 2004/2009/2014. Stand: März 2016
Quelle RKI, Epidemiologisches Bulletin 15/2016

Im Vergleich zu bei den in Deutschland verpflichtend vorgesehenen Schutzimpfungen wie in Tabelle 4 aufgeführt, findet sich bei der FSME eine insgesamt schlechtere Durchimpfungsrate, wenn man davon ausgeht, dass die jeweils verordneten Dosen auch verimpft wurden.

2.1. Borreliose

2.1.1 Ätiologie

Der Erreger der Lyme-Borreliose ist der Genus des Bakteriums *Borrelia*, genauer der sogenannte *Borrelia burgdorferi sensu lato* Komplex (Bbsl) in dem bisher 12 Spezies zusammengefasst wurden, von denen wiederum nur 4 humanpathogenes Potential besitzen. Diese sind *B. burgdorferi sensu stricto*, *B. garinii*, *B. afzelii* und *B. spielmanii* (13).

Der Name Lyme-Borreliose entstammt aus der Kleinstadt Lyme im US-amerikanischen Bundesstaat Connecticut, in der diese Erkrankung 1975 aufgrund gehäufte Arthritiden nach Zeckenstichen zum ersten Mal beschrieben wurde. Bereits zur Jahrhundertwende beschrieb man jedoch die kutanen Manifestationen der Erkrankung. Im Jahr 1982 isolierten Burgdorfer et al. schließlich den Erreger (12,13).

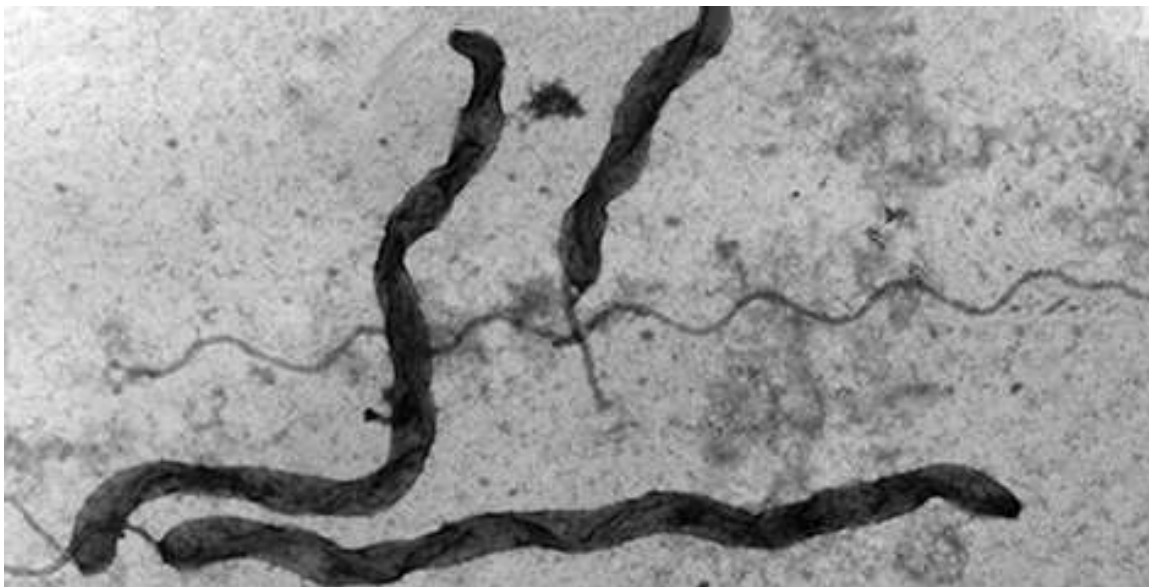


Abb. 7: *Borrelia burgdorferi*. TEM Negativkontrastierung; Primärvergrößerung x 2500.
Quelle: Gabi Schlier, Lars Möller/RKI

Die jeweiligen Spezies zeichnen verantwortlich für verschiedene Manifestationsformen der Lyme-Borreliose. *B. afzelii* verursacht vornehmlich Hautaffektionen wie das Erythema chronicum migrans oder die Lymphadenomatosis cutis benigna, *B. garinii* eher neurologische Symptome wie die akute Neuroborreliose und *B. burgdorferi* schließlich arthritische Beschwerden (2).

2.1.2 Prävalenz

Die Wahrscheinlichkeit, daß eine Zecke mit Bbsl infiziert ist variiert in Europa zwischen 5 und 35%. Die Prävalenz einer Infektion liegt in Deutschland bei 1,5-6 %, die Wahrscheinlichkeit an einer klinisch apparenten Form zu erkranken bei 0,3-1,4%. Entsprechend der Witterungsbedingungen geht man davon aus, dass das Hauptrisiko für eine Übertragung in den Monaten von März bis Oktober am höchsten ist aber auch zu anderen Zeitpunkten geschehen kann. Je länger der Saugakt ungestört vollzogen werden kann, desto höher ist das Risiko für die Übertragung von Borrelien (13).

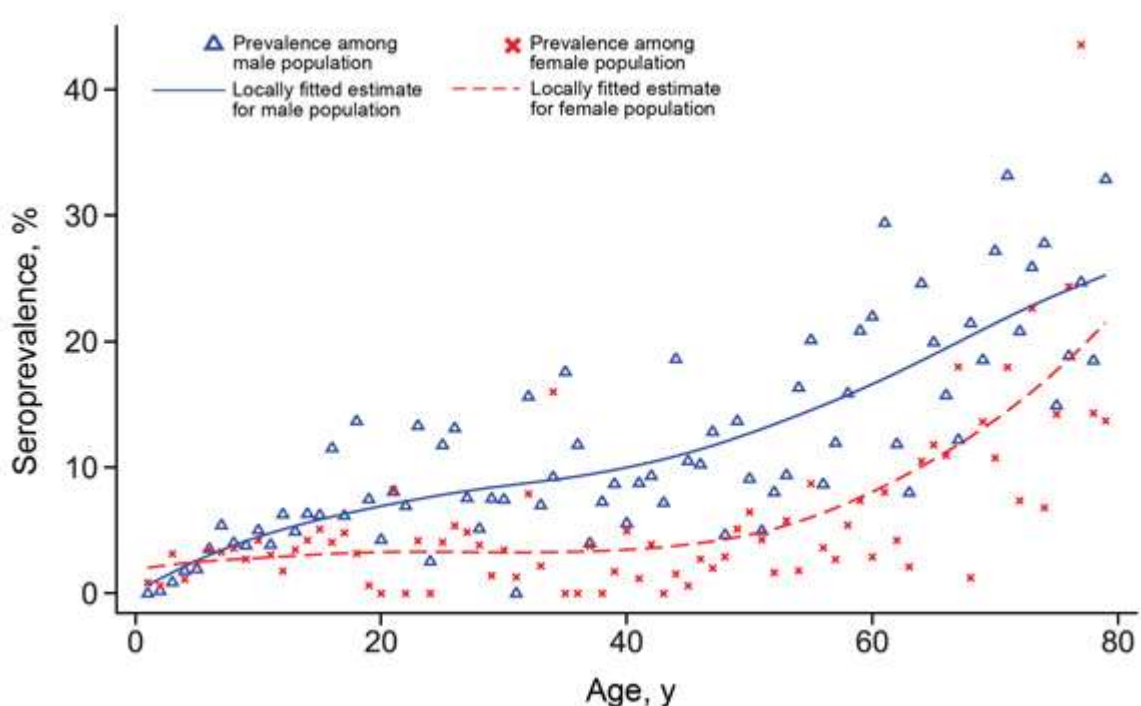
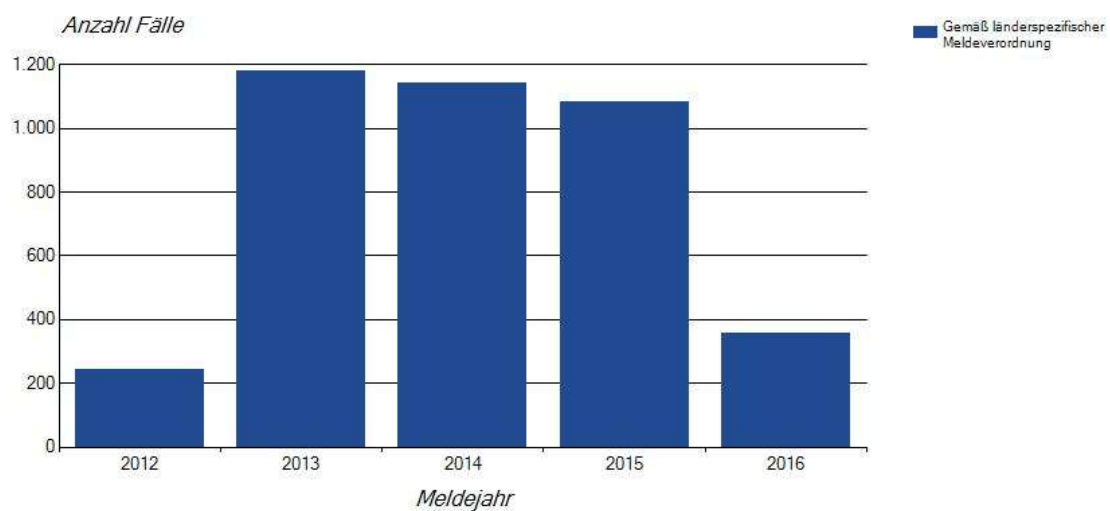


Abb. 8: Geschätzte Seroprävalenz von BbSL IgG in Abhängigkeit vom Alter beim Menschen in Deutschland von 2008-2011. Sowohl bei der männlichen, als auch bei der weiblichen Bevölkerung steigt die Seropävalenz mit dem Alter an. Quelle: Wilking H, Fingerle V, Klier C, Thamm M, Stark K. Antibodies against *Borrelia burgdorferi* sensu lato among adults, Germany, 2008–2011. *Emerg Infect Dis.* 2015 Jan



Tab. 5: Erkrankungsfälle Borreliose der Jahre 2012 bis 2016 im Bundesland Sachsen, Quelle SurvStat RKI

Wiking et al. fanden eine erhöhte Seroprävalenz von BbSL IgG bei der männlichen gegenüber der weiblichen Bevölkerung in Endemiegebieten in Süddeutschland bei insgesamt erhöhter Seroprävalenz. Allerdings zeigte sich in der klinischen Manifestation kein signifikanter Unterschied. Es wird daher darauf geschlossen, dass die Transmission und oder der Kontakt zu Zecken bei Männern erhöht sein kann.

Interessanterweise zeigten Personenkreise mit erhöhtem Kontaktisiko wie Forst- und Landwirte sowie Jäger eine sehr heterogene Seroprävalenz für BbSL zwischen 8-25% (20).

Insgesamt zeigen sich in den Jahren 2013 bis 2015, bei leicht negativem Trend hohe Erkrankungszahlen im Bundesland Sachsen.

Leider ist lediglich im Bundesland Sachsen die Borreliose meldepflichtig, sodass keine Daten für den eigentlich untersuchten Landkreis vorliegen.

Gern et al. zeigten in einer Untersuchung zur Transmission von *B. burgdorferi* zwischen *I. ricinus* Individuen, dass selbst bei fehlendem generalisiertem Befall des Wirtstieres – hier Labormäuse – eine Übertragung von Infizierten auf vorher nicht infizierte Individuen alleine durch Befall des gleichen Wirtstieres erfolgen kann (1).

2.1.3. Klinik

Die Benennung der Inkubationszeit fällt insofern schwer, als die Erstmanifestationslokalisation die entscheidende Rolle spielt und somit der Zeitraum stark variieren kann. Die Erkrankung umfasst 3 Stadien. Im ersten Stadium, welches sich meist lokal um den Stich manifestiert, kann sich in bis 30% der Fälle ein Erythema chronicum migrans oder eine Lymphadenosis cutis benigna als Primäraffekt zeigen. Letztere findet sich vor allem an Ohrläppchen, an den Mamillen oder am Skrotum. Ohne adäquate Behandlung endet dieses Stadium nach ca. 6 Monaten selbstlimitierend. Das Zweite Stadium wird durch die Dissemination der Erreger charakterisiert und äußert sich in grippeähnlichen Symptomen die in einer Meningo-Polyneuritis münden können und sowohl kardial und generalisiert neurologisch auftreten können. Hier ist das Bujadoux-Bannwarth-Syndrom zu nennen. Es werden hier in über 90% der Fälle schlaffe Lähmungen und in über 60% ebenso sensible Ausfälle beobachtet. Im dritten Stadium, welches man als chronisch-persistierend bezeichnet, finden sich lokoregionär entweder arthritische oder eher neurologische Symptome. Dieses Stadium tritt typischerweise Monate bis Jahre nach der Infektion auf. Die Erkrankung kann aber auch spontan in jedem Stadium ausheilen.

Diese Stadieneinteilung findet jedoch zunehmend weniger Anwendung. An ihre Stelle tritt die Klassifizierung in Früh- und Spätmanifestationen.



Abb. 9: Erythema chronicum migrans am rechten medialen Oberarm einer Frau.
Quelle: Verfasser



Abb. 10: Lymphadenosis cutis benigna. Quelle: Leitlinie kutane Lyme-Borreliose der
DDG, 31.03.2016

Sollte die Lyme-Borreliose chronifizieren, stehen vor allem chronisch-erosive Arthritiden, rezidivierende Neuritiden, eine progressive Enzephalomyelitis oder der M.Herxheimer – nicht zu verwechseln mit der Herxheimer Reaktion –, auch bezeichnet als Acrodermatitis chronica atrophicans, im Vordergrund (2,12).

2.1.4. Diagnosestellung

Diagnostisch steht an erster Stelle die klinische Untersuchung und entsprechende differentialdiagnostische Überlegungen außer man findet ein eindeutiges Erythema chronicum migrans, welches nur in ca. 30 der Fälle in Erscheinung tritt. Sollte eine Blutprobe genommen werden, steht an erster Stelle die Untersuchung des Serums mittels eines enzyme-linked-immunosorbent-assay (ELISA) gefolgt von einem Immunoblot. Allerdings findet eine Serokonversion beim Erythema chronicum migrans nur in 50% der Fälle statt; eine insgesamt negative Serologie schließt die Lyme-Borreliose nicht aus. Sollten Gelenkpunktate zu Verfügung stehen wird eine Polymerase-chain-reaction (PCR) angestrebt, die vor allem hier ihre Berechtigung findet. Der immer wieder angeführte Lymphozytentransformationstest hat in einer seriösen Diagnostik keinen Platz. Ein direkter Erregernachweis ist immer beweisend für die Erkrankung, findet aber aufgrund ökonomischer und praktischer Belange nur sehr selten Anwendung.

Leider gibt es weitreichende Kreuzreaktionen mit anderen Infektionserkrankungen, wie z.BV. der Syphilis oder dem Epstein-Barr-Virus sowie einigen Herpes-Viren. Verschiedene Labore nutzen verschiedene Darstellungsmethoden; eine Standardisierung hat noch keinen Einzug gehalten. Somit muss immer wieder mit differenten Befunden gearbeitet werden. Auch können hohe IgG-Titer über Jahre persistieren, was die Diagnosestellung ebenfalls erschwert. Leider stellen diese Antikörpervorkommen keinen ausreichenden Schutz gegen eine erneute Infektion dar (8).

Natürlicherweise findet eine Serokonversion nach Infektion nach 3-6 Wochen statt und IgM Antikörper sind nachweisbar; IgG Antikörper findet man dann nach Wochen bis Monaten.

Sollte eine antibiotische Chemotherapie begonnen worden sein, kann die Serokonversion ganz ausbleiben oder der Übergang von IgM zu IgG wird verzögert dargestellt. In Reihenuntersuchungen fand man bei beruflich exponierten Personen in bis zu 20% einen positiven Titer ohne jedoch eine manifeste Erkrankung feststellen zu können. Auch anamnestisch berichtet diese Personen nicht über Symptome. Allerdings schließt ein isoliert hoher IgM Titer eine Spätmanifestation der Lyme-Borreliose aus. Wie schon beschrieben kommt der Kombination aus klinischem Verdacht und richtig angeforderter Laboruntersuchung sowie Interpretation der Befunde größte Bedeutung zu.

Schon die Vortestwahrscheinlichkeit muss mindestens 20% betragen. Da die Borreliose relativ gesehen selten in der Gesamtbevölkerung vorkommt, besitzt eine negative Serologie einen hervorragenden prädiktiven Wert (13).

2.1.5. Therapie

Therapeutisch finden Doxycyclin und Amoxicillin als Medikamente der ersten Wahl Anwendung. Beide sind gut verträglich und haben ein geringes Nebenwirkungsprofil. Minderwertig gegenüber den oben genannten sind die Antibiotika Cefuroximacetyl und Azithromycin anzusehen. Sie sollten nur als Alternative bei Unverträglichkeiten verabreicht werden.

Als absolut vordringlich anzusehen ist die Beachtung der Einnahmевorschriften und Therapieadhärenz der Patienten. Die kutanen Erscheinungsformen erfordern die kontinuierliche Einnahme von 10-21 Tagen. Sollte bereits eine Spätmanifestation vorliegen, sollte die Therapie in der Regel 30 Tage umfassen.

Bei zusätzlich vorliegenden neurologischen Symptomen kann die Gabe von intravenös verabreichtem Penicillin G oder Ceftriaxon aufgrund der besseren Passage der Blut-Hirn-Schranke notwendig werden.

Werden die Maßnahmen eingehalten und wird die Therapie früh genug begonnen, kann von einer Heilungsrate von 95-100% ausgegangen werden. Therapieversager sind bei lege artis durchgeführter Therapie nur als Einzelfälle beschrieben worden.

Sollte aber lange nicht ausreichend behandelt worden sein, steigt das Risiko für Langzeitfolgen an. Langzeitantibiosen werden kontrovers diskutiert und Nachweise für deren Wirksamkeit liegen nicht vor; die Rate der Nebenwirkung steigt.

Für die in den USA vorkommenden Stämme gab es vorübergehend eine wirksame rekombinante Impfung, die jedoch aus merkantilen Gründen vom Hersteller zurückgezogen wurde. Da in Europa die Erregerstämme eine große Heterogenität aufweisen, fällt es schwer eine Vakzine zu entwickeln (13).

Die Lyme-Borreliose unterliegt außer im Bundesland Sachsen nicht der Meldepflicht nach IfSG; sie ist nicht ansteckend.

3.0. Material und Methoden

Zur Ergebnisfindung fand eine freiwillige, schriftliche, anonymisierte Befragung der anwesenden Jägerschaft des Oberallgäus während der Herbsthegeschau vom 21.-22. Oktober 2016 statt. An den 2 Tagen der Hegeschau waren insgesamt geschätzt 200 Jäger und Jägerinnen des Kreisjagdverbandes Oberallgäu anwesend. Eine Kontrolle bezüglich Herkunft und jagdlicher Aktivität im Oberallgäu war aus organisatorischen Gründen nicht möglich. Das Einzugsgebiet der Hegeschau beschränkt sich jedoch erfahrungsgemäß bis auf einzelne Ausreißer, die meist an der Sprache erkannt werden können, auf den Landkreis Oberallgäu und das angrenzende Kleinwalsertal.

Die Befragung wurde mittels selbst erstelltem Fragebogen durchgeführt. Dieser Fragebogen enthielt 6 Fragen zum Themengebiet und das Ausfüllen erfolgte auf freiwilliger Basis.

Sehr geehrte Waidkameraden ,

im Zuge einer wissenschaftlichen Arbeit an der Universität für Bodenkultur Wien führe ich eine anonyme Befragung zur Auftretenshäufigkeit von Borreliose und FSME und die Inanspruchnahme von Vorbeugemaßnahmen in der oberallgäuer Jägerschaft durch.

Ich darf Sie daher bitten, folgenden Fragebogen auszufüllen und ihn in den Holzkasten am Ausgang einzuwerfen.

Mit einem herzlichen Waidmannsheil und den besten Wünschen für Ihre Gesundheit darf ich mich für Ihre Bemühungen bedanken,

Ihr Bernhard Wagner, FA für Allgemeinmedizin, Pressereferent KJV Oberallgäu, Wertach

Ich bin männlich weiblich

Ich bin 18-30 31-54 55-100

Ich habe schon einmal folgende Erkrankung gehabt:

Borreliose

FSME

Zecken-Rückfallfieber

Ich habe mich schon einmal gegen FSME impfen lassen

Ja Nein

Mein Impfstatus gegen FSME ist aktuell

Ja Nein

Ich achte bei der Kleidungswahl immer auf Zeckenschutz

Ja Nein

Abb. 11: Fragebogen. Quelle: Verfasser

Es galt per Kreuzmarkierung anzugeben das Geschlecht, die Zuordnung zu einer Altersgruppe, die Angabe an einer der eingangs beschriebenen Erkrankungen gelitten zu haben, die Frage nach einer FMSE Impfung, die Frage nach dem Impfstatus und eine Frage zu persönlichen präventiven Maßnahmen. Bezüglich der Beantwortung der Fragen und der Nutzung der Daten war Anonymität dadurch garantiert, dass außer dem Geschlecht und dem ungefähren Alter keine persönlichen Daten abgefragt wurden.

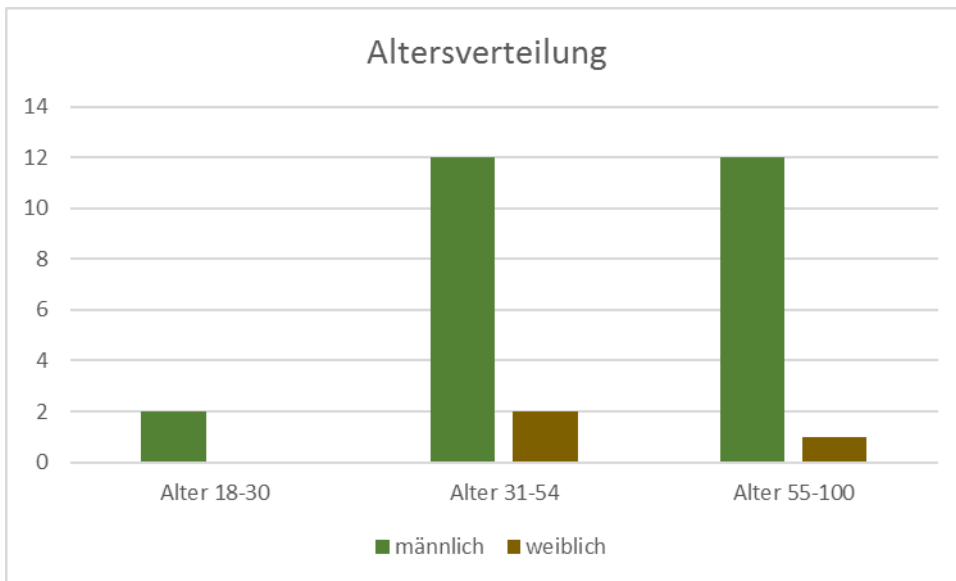
3.1. Ergebnisse

Es wurden insgesamt 200 Fragebögen verteilt. Leider konnten nur 29 vollständig ausgefüllt der Verwertung zugeführt werden. An der Umfrage nahmen 25 Männer und 4 Frauen teil.



Abb. 12: Geschlechterverteilung der befragten Personen an der Hegeschau.

Die Altersverteilung zeigt sich wie folgt.



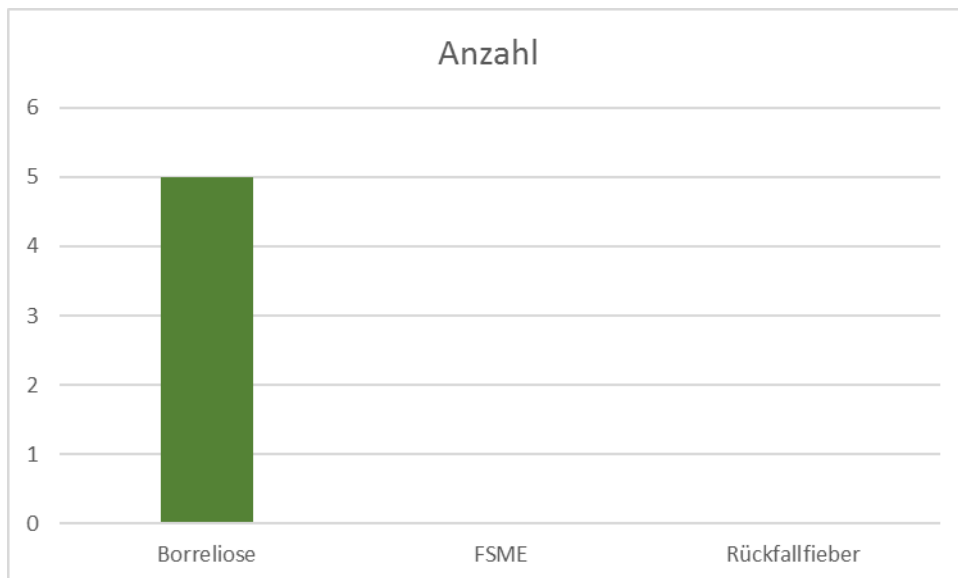
Tab. 6: Altersverteilung Teilnehmer der Umfrage.

Erwartungsgemäß nahmen an der Veranstaltung weitaus weniger Jägerinnen als Jäger teil. Auch die Altersverteilung bei einer Hageschau hätte in dieser Art antizipiert werden können.

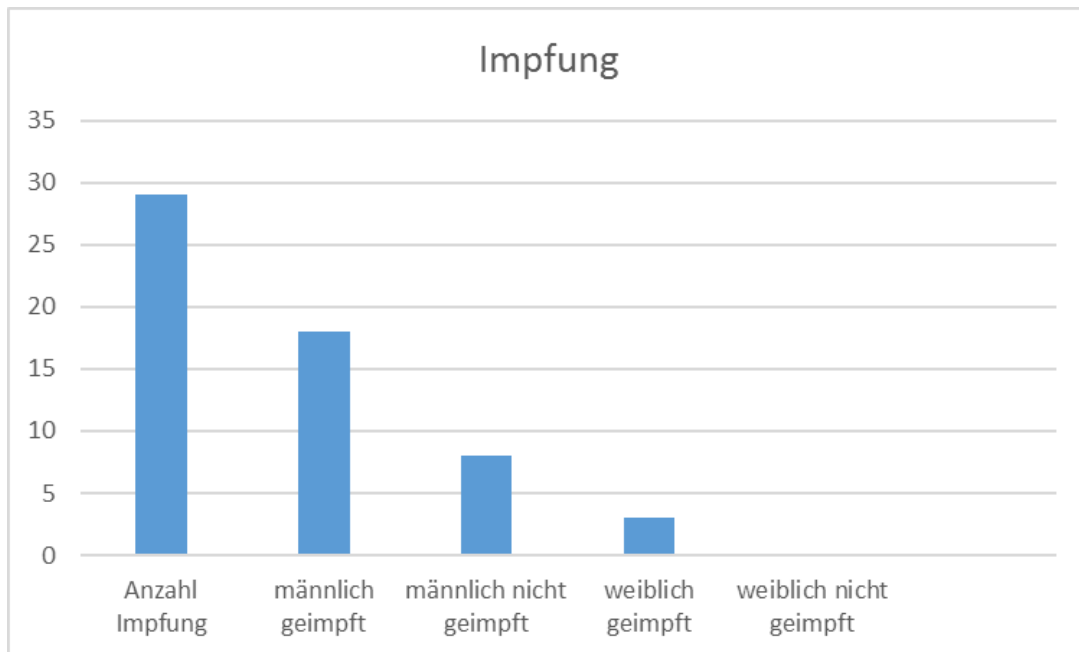


Abb.14: Bevölkerungsentwicklung und Altersstruktur Deutschland 1950 bis 2060 projiziert. Quelle: Statistisches Bundesamt: Lange Reihen: Bevölkerung nach Altersgruppen, 13. koordinierte Bevölkerungsvorausberechnung: Bevölkerung Deutschlands bis 2060

Die Teilnehmer der Befragung gaben an, dass 5 von ihnen jemals an einer Borreliose erkrankt waren. Das sind 17 Prozent. Bezüglich der beiden anderen Erkrankungen waren keine Infektionen zu verzeichnen.

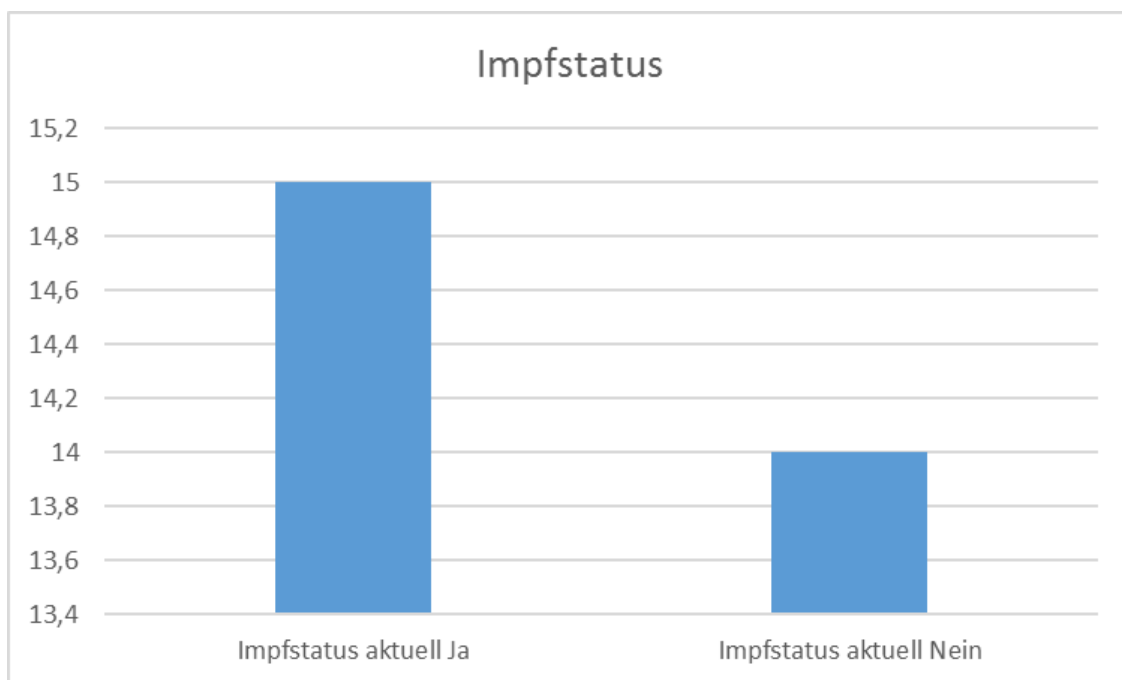


Tab. 7. Anzahl der an den jeweiligen Krankheiten erkrankten Jäger



Tab. 8: Anzahl der geimpften Personen nach Geschlecht

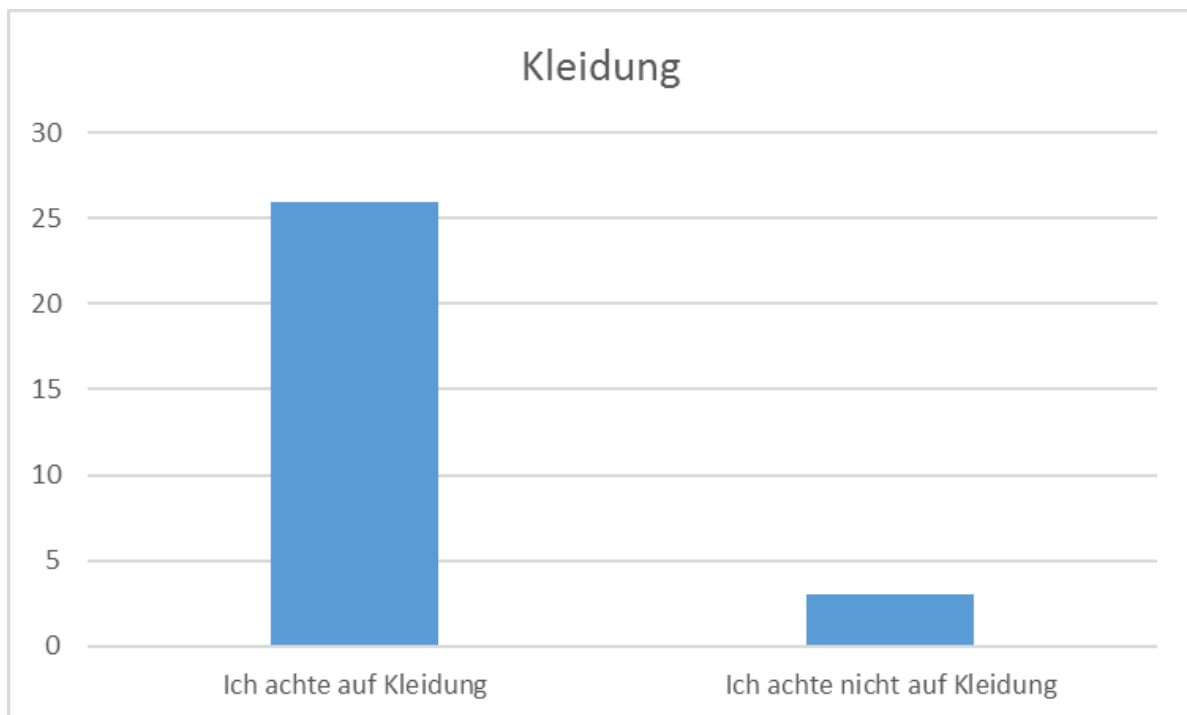
Insgesamt waren 29 Personen geimpft. Davon waren 18 männlich und 3 weiblich. Insgesamt ergibt sich somit eine Impfquote von 72%. Der weitaus geringere Teil war nicht geimpft.



Tab. 9: Angaben zum persönlichen Impfstatus

Im Weiteren wurde nach dem jeweiligen Impfstatus von FMSE gefragt. 15 Personen gaben an einen aktuellen Impfstatus zu haben, bei den restlichen 14 war der Impfstatus nicht ausreichend. Es zeigt sich also, dass 15% der Befragten anamnestisch einen aktuellen Impfstatus gegen FSME aufweisen.

Schließlich wurde nach der Kleidungspräferenz bezüglich Infektionsprävention gefragt.



Tab. 10: Anzahl der Personen, die bei der Infektionsprävention auch auf Kleidung setzen

Der weitaus größte Teil der Befragten achtet bei der jagdlichen Kleidungs Auswahl auf Protektion gegen eine potentielle Infektion mit den oben angegebenen Krankheiten.

4. Diskussion

FSME und Borreliose sind Erkrankungen, die uns als Jäger wohl bekannt sind und denen wir in Bayern und anderen Bundesländern in Deutschland mit dem Risiko einer Erkrankung gegenüberstehen.

Während man der FSME mit einer Impfung entgegentreten und eine Infektion und die eventuellen ernsten Folgen damit wirksam verhindern kann, existiert eine Leitlinie und damit entsprechende Medikamente zur Behandlung der Borreliose.

Für beide Erreger existiert ein Vektor, der gemeine Holzbock *Ixodes ricinus*. Die Übertragung findet nur durch weibliche Tiere statt, da nur diese eine Blutmahlzeit einnehmen; sie kann in allen Entwicklungsstadien der Zecke erfolgen.

Aufgrund der klimatischen Veränderungen der damit einhergehenden Ausdehnung der Wirtspopulationen findet man *Ixodes ricinus* in Gegenden, welche bis vor wenigen Jahrzehnten noch als zeckenfrei bezeichnet wurden. Hier spielen die heimischen Ungulaten eine große Rolle. Während man in Untersuchungen in der Tschechei *Sus scrofa* als den Hauptakteur bezeichnet, richtet man in Deutschland den Fokus auf *Capreolus capreolus*. Das Reh spielt in der Verbreitung der Zecke eine große Rolle. Es infiziert sich durch den Biss einer Zecke mit Borrelien, entwickelt aber keine klinischen Symptome, respektive erkrankt nicht an Borreliose. Eine Weitergabe der Borrelien an andere Zecken ist somit unterbunden. Im Falle der FSME zeigt sich eine Durchseuchungsrate von ca. 8-50%.

Die Prävalenz der Borreliose wird mit 0,3-1,6% angegeben, die der FMSE mit 1,5-5%. Da bislang nur die Erkrankungszahlen bei Menschen vorlagen, konnte über die tatsächliche Durchseuchung der Zecken nichts gesagt werden. Nun konnte diese in einer aufwändigen Untersuchung im Saarland und in Rheinland-Pfalz erstmals aufgezeigt werden. Hier wurden Zecken gesammelt und dann auf den Befall mit Borrelien untersucht. Die Daten decken sich mit denen des RKI.

Es existiert bei der FSME eine grobe Zehnerregel. Nur ca. 10% der Infizierten entwickeln klinische Symptome; davon erleiden wieder nur ca. 10% einen fulminanten Krankheitsverlauf mit persistierenden neurologischen Schäden. Wie gezeigt ist die Infektionsrate im untersuchten Gebiet sehr gering.

Im Gegensatz zu den gesamtdeutschen Daten, zeigte sich in meiner Untersuchung, dass sich die oberallgäuer Jägerschaft mit dem Thema Impfung auseinandersetzt und den jeweiligen Impfstatus aktuell hält. Natürlich können die Daten nur auf dem Boden einer sehr kleinen Fallzahl und damit fehlender statistischer Berechenbarkeit diskutiert werden.

Unter Umständen kann die mangelnde Bereitschaft zur Teilnahme an der Umfrage darin begründet sein, daß man nicht gerne in öffentlichem Rahmen Daten über seinen Gesundheitszustand preisgibt. Möglicherweise wurden die Umstände und der Modus operandi der Umfrage im Vorfeld nicht ausreichend dargestellt.

Diese Daten widersprechen dem gegenläufigen Trend einer rückläufigen Impfbereitschaft gegen FMSE. Es ist anzunehmen, dass die betroffenen erkennen, dass ihr individuelles Risiko bei der Ausübung ihres Hobbies erhöht ist. Es kann aber auch diskutiert werden, dass im Oberallgäu eine diesbezüglich alerte Kollegenschaft zu finden ist, die ihre Patienten adäquat und gegebenenfalls mit Nachdruck berät und sensibilisiert.

Trotz repetitiver Aufklärungsarbeit können viele Menschen FMSE und Borreliose nicht ausreichend scharf diskriminieren. Oft hört man die Aussage, man könne doch gegen Borreliose impfen.

Die Erkrankungsraten gegen Borreliose verbleiben auf einem stabilen Niveau. Aufgrund nicht einheitlicher Meldevorschriften liegen mir nur Daten aus Sachsen vor. Da die Verteilung der Borreliose in Deutschland inhomogen ist und Sachsen zu den Endemiegebieten gehört, kann aber für das Oberallgäu extrapoliert werden. Meine Daten decken sich mit den Untersuchungen zu bestimmten Bevölkerungsgruppen wie Forstwirten oder Förstern bei denen eine Durchseuchungsrate von 8-25% angegeben wird. Im Oberallgäu gaben wenig über 17% der befragten an jemals an einer Borreliose erkrankt gewesen zu sein.

Es gilt hier zu erwähnen, dass die korrekte Diagnosestellung der Borreliose alles andere als Routine zu sein scheint. Es existieren mannigfaltige Laborparameter zur Befunderhebung und schließlich Diagnosestellung. Der Wert der einzelnen Parameter unterliegt starken Schwankungen hinsichtlich ihrer Qualität. Während viele Kollegen die sich in der Therapie der Borreliose betätigen den Thrombozytentransformationstest als alleinig heilbringend darstellen, widersprechen die etablierten Fachgesellschaften dem vehement.

Als gesichert und in Leitlinien zusammengefasst gilt, dass nach dem klinischen Verdacht die Blutentnahme erfolgen soll um das jeweilige Serum dann mittels ELISA zu untersuchen. Aber auch hier muss klar festgestellt werden, dass der Antikörpertiter im Sinne einer Kreuzreaktion auch auf andere Infektionserkrankungen reagibel ist. Dieser Schwierigkeit der Diagnosestellung steht diametral gegenüber der dringende und auch begründete Wunsch einer schnellen und adäquaten Therapie, da schwere Folgeerscheinungen und persistierende Schäden resultieren können.

Es kann diskutiert werden, dass mangelnder Schutz, respektive Prävention der Häufigkeit der Erkrankung Rechnung trägt. Allerdings zeigte sich in meiner Untersuchung, dass nahezu 90% der Jäger bei der Kleidungswahl die Verhinderung eines Zeckenbisses im Hinterkopf haben.

Leider nahmen an der Befragung nur ca. 15% der geschätzt 200 Anwesenden teil. Das verzerrt einerseits die Daten bezüglich Allgemeingültigkeit und reduziert andererseits deren Aussagekraft. Unter Umständen liegt die Ursache darin begründet, dass die Menschen explizit vorsichtig sind bei der Weitergabe von persönlichen Daten. Allerdings war der Fragebogen anonymisiert; somit bestand diese Gefahr objektiv nicht. Vielleicht ist die Ursache aber auch in der mangelnden Bereitschaft zur Teilnahme an Befragungen und Erhebungen zu finden. Schlussendlich mag es daran liegen, dass die Hegeschau als solches kein adäquates Umfeld für eine Untersuchung geboten hat.

Die Prävalenz von Borreliose und FSME ist in der Untersuchung vergleichbar mit den vorliegenden Daten des RKI und anderen. Interessanterweise besteht ein weitaus besserer Impfstatus. Hier liegt auch der einzige Angriffspunkt für einen Hausarzt; FSME ist eine impfpräventable Erkrankung.

Quellenangabe:

- (1) Gern, L., & Rais, O. Efficient transmission of borrelia burgdorferi between cofeeding ixodes ricinus ticks (acari: Ixodidae). Journal of Medical Entomology, 33(1), (1996) 189-192
- (2) Hof, H. Hof, Dörries, R., Medizinische Mikrobiologie, Thieme 2000, Hamburg
- (3) Hofmeester, T.R., Coipan, E.C., van Wieren, S.E., Prins, H.H.T., Takken, W. and Sprong, H., , Few vertebrate species dominate the Borrelia burgdorferi s.l. life cycle, Environmental Research Letters, Volume 11, Number 4, 2016
- (4) Jore, S., Vanwambeke, S. O., Viljugrein, H., Isaksen, K., Kristoffersen, A. B., Woldehiwet, Z., Hofshagen, M. Climate and environmental change drives ixodes ricinus geographical expansion at the northern range margin. Parasites and Vectors, (2014)7(1)
- (5) Karbowiak, G., & Biernat, B. The role of particular tick developmental stages in the circulation of tick-borne pathogens affecting humans in central europe. 2. tick-borne encephalitis virus. Annals of Parasitology, (2016) 62(1), 3-9.
- (6) Kazimírová, M., Hamšíková, Z., Kocianová, E. et al.. Relative density of host-seeking ticks in different habitat types of south-western Slovakia, Exp Appl Acarol (2016) 69: 205
- (7) Kriz B., Daniel M., Benes C., and Maly M., Vector-Borne and Zoonotic Diseases. November 2014, 14(11): 801-807.
- (8) Leitlinie „kutane Lyme-Borreliose“ der Deutschen Gesellschaft für Dermatologie, http://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/013-044I_S2k_Kutane_Lyme_Borreliose_2016-05.pdf 31.03.2016
- (9) Mehlhorn, H., Mehlhorn, T., Müller, M. et al., Tick survey for prevalent pathogens in peri-urban recreation sites in Saarland and Rhineland-Palatinate (Germany), Parasitol Res (2016) 115: 1167
- (10) Palo, R. T. Tick-borne encephalitis transmission risk: Its dependence on host population dynamics and climate effects. Vector-Borne and Zoonotic Diseases, (2014). 14(5-11), 346-352.

- (11) Pfizer Fachinformation FSME-Immun Erwachsene, April 2015
- (12) RKI Ratgeber für Ärzte, FSME, 18.08.2015
- (13) RKI Ratgeber für Ärzte, Lyme-Borreliose, 01.03.2013
- (14) Robert-Koch-Institut, Epidemiologisches Bulletin, 34/2016, 29.08.2016
- (15) Robert-Koch-Institut, Epidemiologisches Bulletin 18/2016, 9.5.2016
- (16) Robert-Koch-Institut, Epidemiologisches Bulletin, 08/2015, 23.2.2015
- (17) Schneider, M.F., Naturgeschichte Allgäu, Bauer Verlag, 3. Auflage 2014, S. 383
- (18) Valarcher, J. R., Hägglund, S., Juremalm, M., Blomqvist, G., Renström, L., Zohari, S.7, Chirico, J. Tick-borne encephalitis. OIE Revue Scientifique Et Technique, (2015) 34(2), 453-466.
- (19) wikipedia, Ixodes ricinus, abgerufen 22.10.2016
- (20) Wilking H, Fingerle V, Klier C, Thamm M, Stark K. Antibodies against *Borrelia burgdorferi sensu lato* among adults, Germany, 2008–2011. Emerg Infect Dis. 2015 Jan
- (21) Wodecka B, Skotarczak B. Identification of host blood-meal sources and *Borrelia* in field-collected *Ixodes ricinus* ticks in north-western Poland. Ann Agric Environ Med. 2016; 23(1): 59–63.