Sonderdruck aus

AUSGABE 2/2021 I MAI 2022

TIERÄRZTLICHE UMSCHAU

PFERD & NUTZTIER

Frühsommer-Meningoenzephalitis (FSME) bei Hunden, Pferden und Zecken in Deutschland

DR. INGO SCHÄFER
DR. ELISABETH MÜLLER

Schlagwörter: Frühsommer-Meningo-Enzephalitis, FSME, Pferde, Hunde, Zecken, *Iodex ricinus*

Die Frühsommer-Meningoenzephalitis (FSME) ist eine virale Erkrankung, die in Deutschland vor allem durch Zecken der Spezies *Ixodes (I.) ricinus* übertragen wird. Das Virus ist in ganz Europa verbreitet und tritt in sogenannten Risikogebieten auf, deren Ausbreitung in der Regel scharf begrenzt ist. Ziel der retrospektiven Studie war es, die Häufigkeit des Erregernachweises bei Pferden, Hunden und Zecken zu ermitteln. Es wurden direkte (Polymerase Kettenreaktion [PCR]) und indirekte (IgG-/IgM-Enzyme-linked immunosorbent assay [ELISA]) Untersuchungsverfahren im Labor LABOKLIN (Bad Kissingen) eingeschlossen, die bei Hunden und bei Pferden jeweils im Zeitraum von 2010-2021 durch Tierärzte mit Sitz in Deutschland eingeleitet wurden. Weiterhin wurden Zecken eingeschlossen, die aus Deutschland eingesandt und mittels PCR im Zeitraum 2010-2019 auf FSME getestet wurden.
Insgesamt wurden 208/4.674 Hunde positiv getestet (5%; PCR 4/401, 1%; IgM-ELISA 29/220, 13%; IgG-ELISA 181/4.277, 4%) sowie 85/306 Pferde (28%; PCR 0/37; IgM-ELISA 9/218, 4%, IgG-ELISA 81/266, 31%).
Vier von 2.219 Zecken (0,2%) wurden positiv mittels PCR getestet. Positive Testergebnisse wurden bei Hunden, Pferden und Zecken überwiegend aus den in der Humanmedizin als Risikogebieten klassifizierten Bundesländern nachgewiesen. Aufgrund der hohen Bedeutung von FSME für die Humanmedizin sollte die epidemiologische Situation in Deutschland bei Hunden, Pferden und Zecken als potenzielles Erregerreservoir bzw. Vektoren beobachtet werden.

Einleitung

Die Frühsommer-Meningoenzephalitis (FSME) ist in der Humanmedizin eine der bedeutendsten durch Zecken übertragenen Infektionserkrankungen in Europa (Robert-Koch-Institut 2021). Der Erreger, ein in der Regel durch Zeckenbiss übertragenes Flavivirus, wurde innerhalb Europas in allen Ländern außer dem Vereinigten Königreich sowie der Iberischen Halbinsel nachgewiesen, auch in Deutschland (Mansfield et al. 2009, Suss 2011). In Deutschland wird das Virus hauptsächlich durch die Zeckenspezies *Ixodes (I.) ricinus* übertragen, auch *Dermacentor reticulatus* wird als potenzieller Vektor diskutiert (Wojcik-Fatla et al. 2011). Die FSME wird vor allem in sogenannten Naturherden oder Risikogebieten, deren geographische Ausbreitung in der Regel scharf begrenzt ist (Grešíková et al. 1986, Kupca et al. 2010), zwischen vektorkompetenten Zecken und kompetenten Wirten übertragen. Die Mehrzahl der humanmedizinischen Fälle in Deutschland wird aus Bayern,

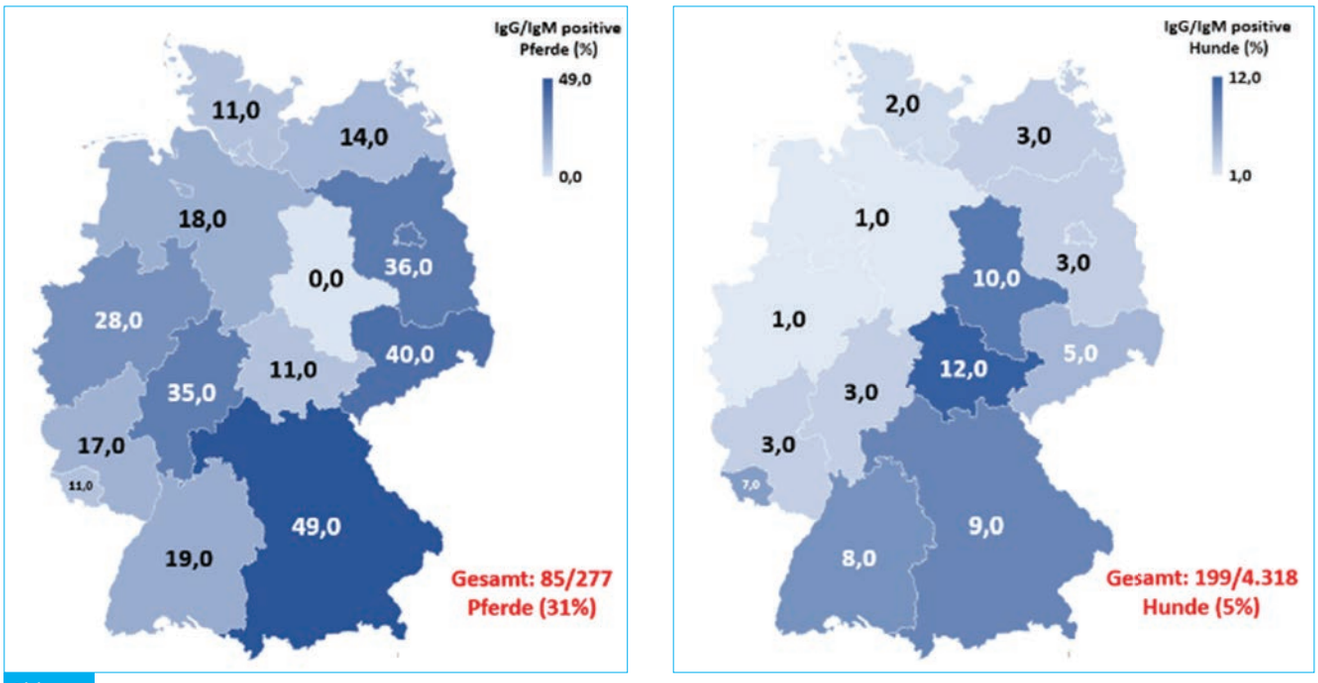

Abb. 1 *Positiv mittels Immunoglobulin G-All-species ELISA und/oder Immunoglobulin M-ELISA auf Frühsommer-Meningoenzephalitis (FSME)-Virus getestete Hunde (n=4.318) und Pferde (n=277) im Labor LABOKLIN (Bad Kissingen) im Zeitraum von 2010-2021.*

Baden-Württemberg, Südhessen und dem südöstlichen Thüringen sowie Sachsen gemeldet (Robert-Koch-Institut 2021). Zusätzlich gelten der Landkreis Marburg-Biedenkopf in Mittelhessen, der Saar-Pfalz-Kreis im Saarland, der Landkreis Birkenfeld in Rheinland-Pfalz sowie der Landkreis Emsland in Niedersachsen und der Landkreis Schmalkalden-Meiningen in Thüringen als Risikogebiete (Robert-Koch-Institut 2021).

In der Veterinärmedizin ist die FSME bei Hunden eine eher seltene Erkrankung mit subklinischen bis perakut-letalen Verlaufsformen (Klaus et al. 2017). Hunde sind Zufallswirte mit Serokonversion ohne weitere Verbreitung des Erregers und nur ein geringer Anteil der infizierten Tiere scheint sowohl nach experimentellen als auch nach natürlichen Infektionen klinisch zu erkranken (Salat et al. 2021). Sollten allerdings klinische Symptome auftreten, wird meist von schweren Krankheitsverläufen berichtet (Pfeffer und Dobler 2011). In endemischen Gebieten wurden hohe Expositionsraten bei Hunden festgestellt (Salat et al. 2021).

Neben Hunden sind Erregerkontakte auch bei Wildtieren, Vögeln und Pferden nachgewiesen. Vor allem Nagetiere können als Erregerreservoir fungieren, aber auch Schafe, Rinder und Ziegen sind empfänglich für FSME (Pfeffer und Dobler 2011). Tiere, die als Erregerreservoir fungieren, zeigen normalerweise keine bis geringgradige klinische Symptome und tragen zur Übertragung des Virus auf weitere Zecken während der Blutmahlzeiten bei. Weiterhin sind transovarielle und transstadiale Übertragungen in Zecken (Danielova et al. 2010, Radda et al. 1969) sowie Cofeeding-Phänomene beschrieben (Havlíková et al. 2013, Labuda et al. 1997). Cofeeding ist dadurch definiert, dass eine infizierte und eine nicht-infizierte Zecke in geringen Abstand bei einem infizierten Wirt Blut saugen, wobei es zu einer Virusübertragung auf die zuvor nicht-infizierte Zecke auch außerhalb der Virämiephase des Wirtstieres kommen kann.

Material und Methoden

In die retrospektive Studie wurden Hunde und Pferde eingeschlossen, bei denen im Zeitraum von Januar 2010 bis Dezember 2021 direkte (Polymerase Kettenreaktion [PCR]) und/oder indirekte (All-species Immunoglobulin G [IgG]-Enzyme-linked immunosorbent assay [ELISA]) Untersuchungsverfahren auf die virale Infektionserkrankung FSME im veterinärmedizinischen Labor LABOKLIN (Bad Kissingen) durch Tierärzte mit Sitz in Deutschland eingeleitet wurden. Seit Juni 2019 wurde ein Immunoglobulin M (IgM)-ELISA in die Studie einbezogen. Es wurden nur Erstuntersuchungen oder die erste positive Untersuchung eines Tieres berücksichtigt, Folgeuntersuchungen wurden ausgeschlossen. Weiterhin wurden Zecken eingeschlossen, die aus Deutschland zu LABOKLIN eingesandt und im Zeitraum von Januar 2010 bis Dezember 2019 mittels PCR auf FSME getestet wurden. Die deskriptive statistische Analyse wurde mittels SPSS für Windows (Version 28.0, SPSS Inc., Armonk, USA) durchgeführt.

Ergebnisse

Hunde

Zweihundert-und-acht von 4.674 Hunden (4,5%) wurden mittels direkter und/oder indirekter Nachweisverfahren positiv auf FSME getestet (Tabelle 1). Mittels PCR wurden 4/401 Hunden (1,0%) positiv getestet. Bei allen vier PCR positiv getesteten Hunden aus Bayern, Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen und

Bundesland	N Bundesland/N Deutschland	PCR [positiv/gesamt (%)]	IgM [positiv/gesamt (%)]	IgG [positiv/gesamt (%)]
Baden-Württemberg	508/4.674 (10,9)	0/54 (0)	4/46 (8,7)	37/450 (8,2)
Bayern	1.261/4.674 (27)	1/69 (1,4)	8/66 (12,1)	103/1.193 (8,6)
Berlin-Brandenburg	185/4.674 (4)	0/34 (0)	1/7 (14,3)	3/153 (2)
Bremen	9/4.674 (0,2)	0/2 (0)	1/3 (33,3)	0/5 (0)
Hamburg	21/4.674 (0,4)	0/3 (0)	1/2 (50)	0/16 (0)
Hessen	459/4.674 (9,8)	0/25 (0)	4/12 (33,3)	12/434 (2,8)
Mecklenburg-Vorpommern	40/4.674 (0,9)	0/5 (0)	1/8 (12,5)	0/33 (0)
Niedersachsen	927/4.674 (19,8)	1/55 (1,8)	0/16 (0)	6/874 (0,7)
Nordrhein-Westfalen	713/4.674 (15,3)	1/68 (1,5)	2/22 (9,1)	4/645 (0,6)
Rheinland-Pfalz	232/4.674 (5)	0/33 (0)	3/14 (21,4)	4/202 (2)
Saarland	18/4.674 (0,4)	0/4 (0)	0/0 (0)	1/14 (7,1)
Sachsen	211/4.674 (4.5)	1/33 (3)	1/12 (8,3)	9/184 (4,9)
Sachsen-Anhalt	13/4.674 (0,3)	0/3 (0)	1/4 (25)	0/9 (0)
Schleswig-Holstein	38/4.674 (0,8)	0/7 (0)	0/5 (0)	0/32 (0)
Thüringen	39/4.674 (0,8)	0/6 (0)	2/3 (66,7)	2/33 (6,1)
Gesamt	4.674/4.674 (100)	4/401 (1)	29/220 (13,2)	181/4.277 (4,2)

Tab. 1 *Anteil von Hunden mit direkten und/oder indirekten Nachweisverfahren für das Frühsommer-Meningoenzephalitis (FSME)-Virus im Zeitraum von 2010-2021 sortiert nach Bundesländern der einsendenden Tierärzte und durchgeführt im Labor LABOKLIN (Bad Kissingen).* *PCR= Polymerase Kettenreaktion, ELISA = Enzyme-linked immunosorbent assay, IgM = Immunoglobulin M-ELISA. IgG = Immunoglobulin G-ELISA (All-species ELISA)*

Sachsen wurde der Erreger aus dem Liquor nachgewiesen. Insgesamt 397 negative PCR-Untersuchungen wurden aus Liquor (n=233), EDTA-Blut (n=122), Serum (n=35), Punktaten unklarer Herkunft (n=3), DNA (n=2) sowie Synovia und Paraffingewebe (jeweils n=1) durchgeführt. PCR positive Ergebnisse wurden im Mai, Juni, August und Dezember (jeweils n=1) detektiert.

IgG-Antikörper wurden mittels All-species IgG-ELISA bei 181/4.277 Hunden (4,2%) nachgewiesen. Am häufigsten wurden IgG-Antikörper bei Hunden aus Bayern (8,6%), Baden-Württemberg (8,2%) und dem Saarland (7,1%) nachgewiesen (Tabelle 1). Die 181 positiven IgG-Titer wurden aus Serum (n=149), Liquor (n=28), EDTA-Plasma (n=2) sowie Plasma (n=2) bestimmt. Insgesamt 4.096 IgG-Titer waren negativ aus Liquor (n=2.547), Serum (n=1.411), Plasma (n=95), EDTA-Blut (n=28) und abzentrifugierten Proben unklarer Herkunft (n=15).

Insgesamt 29/220 Hunden (13,2%) wurden positiv auf IgM-Antikörper getestet. Am meisten Hunde wurden in Bundesländern mit mehr als 10 getesteten Hunden in Hessen (33,3%), Rheinland-Pfalz (21,4%) und Bayern (12,1%) positiv auf IgM-Antikörper getestet (Tabelle 1). Alle 29 positiven Titer wurden aus Serumproben detektiert. Die 191 negativen Untersuchungen wurden aus Serum (n=169) und Liquor (n=22) durchgeführt. Fünf Hunde wurden im Juli, jeweils vier Hunde in den Monaten April, September sowie November, drei Hunde im Mai, Juni sowie Oktober, zwei Hunde im Januar und ein Hund im Dezember positiv getestet.

Pferde

Insgesamt wurden 306 Pferde mittels direkter und/oder indirekter Nachweisverfahren getestet. Alle 37 PCR-Untersuchungen waren negativ, die aus Serum (n=27), Liquor (n=8) und Synovia (n=2) durchgeführt wurden. IgG-Antikörper wurden bei 81/266 Pferden (30,5%) und IgM-Antikörper bei 9/218 Pferden (4,1%) nachgewiesen (Tabelle 2). Alle Antikörpernachweise wurden aus Serum durchgeführt. Die neun IgM-positiv getesteten Pferde stammten aus Bayern (n=2), Baden-Württemberg (n=2), Nordrhein-Westfalen (n=2) sowie aus dem Saarland, Berlin-Brandenburg und Niedersachsen (jeweils n=1) und wurden in den Monaten Juni und Juli (jeweils n=2) sowie März, August, September, Oktober und Dezember (jeweils n=1) diagnostiziert.

Zecken

Es wurden 2.219 Zecken aus 15 Bundesländern zum Nachweis von FSME mittels PCR eingesandt. Bei 4/2.219 Zecken (0,2%) wurde der Erreger nachgewiesen. Zwei positiv getestete Zecken

Bundesland	N Bundesland/N Deutschland	PCR [positiv/gesamt (%)]	IgM [positiv/gesamt (%)]	IgG [positiv/gesamt (%)]
Baden-Württemberg	42/306 (13,7)	0/11 (0)	2/26 (7,7)	8/29 (27,6)
Bayern	37/306 (12,1)	0/4 (0)	2/21 (9,5)	16/33 (48,5)
Berlin-Brandenburg	75/306 (24,5)	0/1 (0)	1/68 (1,5)	27/74 (36,5)
Bremen	0/306 (0)	0/0 (0)	0/0 (0)	0/0 (0)
Hamburg	4/306 (1,3)	0/0 (0)	0/4 (0)	0/4 (0)
Hessen	17/306 (5,6)	0/4 (0)	0/10 (0)	6/13 (46,2)
Mecklenburg-Vorpommern	7/306 (2,3)	0/1 (0)	0/4 (0)	1/6 (16,7)
Niedersachsen	44/306 (14,4)	0/5 (0)	1/31 (3,2)	7/40 (17,5)
Nordrhein-Westfalen	36/306 (11,8)	0/2 (0)	2/29 (6,9)	10/33 (30,3)
Rheinland-Pfalz	12/306 (3,9)	0/1 (0)	0/6 (0)	2/11 (18,2)
Saarland	9/306 (2,9)	0/7 (0)	1/2 (50)	0/2 (0)
Sachsen	5/306 (1,6)	0/1 (0)	0/5 (0)	2/4 (50,0)
Sachsen-Anhalt	4/306 (1,3)	0/0 (0)	0/4 (0)	0/4 (0)
Schleswig-Holstein	5/306 (1,6)	0/0 (0)	0/4 (0)	1/4 (25)
Thüringen	9/306 (2,9)	0/0 (0)	0/4 (0)	1/9 (11,1)
Gesamt	306/306 (100)	0/37 (0)	9/218 (4,1)	81/266 (30,5)

Tab. 2 *Anteil von Pferden mit direkten und/oder indirekten Nachweisverfahren für das Frühsommer-Meningoenzephalitis (FSME)-Virus im Zeitraum von 2010-2021 sortiert nach Bundesländern der einsendenden Tierärzte und durchgeführt im Labor LABOKLIN (Bad Kissingen).* *PCR= Polymerase Kettenreaktion, ELISA = Enzyme-linked immunosorbent assay, IgM = Immunoglobulin M-ELISA. IgG = Immunoglobulin G-ELISA (All-species ELISA)*

wurden aus Bayern (Juli 2017 und Juni 2019) sowie jeweils eine positiv getestete Zecke aus Nordrhein-Westfalen (Mai 2015) und Hessen (Mai 2015) eingesandt.

Diskussion

Erregerkontakt mit FSME wurde mittels IgG-ELISA bei 31% der Pferde und 5% der Hunde nachgewiesen (Abbildung 1). In weiteren Studien wurden höhere Prozentsätze an seropositiven Hunden beobachtet, wobei in diesen Fällen alle Proben aus bekannten FSME Risikogebieten stammten. Es wurden beispielsweise 29% von 243 untersuchten Tieren in Südbaden (Janitza-Futterer 2003) und 12% von 90 Hunden in Österreich (Leschnik et al. 2013) positiv auf IgG-Antikörper getestet. Aus Gebieten, die nicht als Risikogebiet klassifiziert sind, wurde der Erreger bei 2% der 331 untersuchten Hunde aus Sachsen nachgewiesen (Balling et al. 2015), was sich ähnlich zu den in unserer Studie ermittelten 5% verhält. Bei Pferden wurde der Erreger serologisch in endemischen Gebieten bei 3% von 240 Tieren in Marburg-Biedenkopf mittels Serumneutralisationstest (Müller et al. 2006) und bei 23% von 205 Tieren aus Südbaden mittels ELISA (Janitza-Futterer 2003) nachgewiesen. Vor allem bei Pferden wird davon ausgegangen, dass die Symptomatik in einem Großteil der Fälle sehr unspezifisch bzw. sehr geringgradig vorhanden ist, so dass die meisten Infektionen unbemerkt verlaufen (Klaus et al. 2017), allerdings sind in Einzelfällen auch fulminante Krankheitsverläufe beschrieben (Müller et al. 2006, Waldvogel et al. 1981).

Die Differenzen bezüglich der Nachweisraten sind durch den Einbezug unterschiedlicher geographischer Regionen sowie dem Einbezug unterschiedlicher Nachweisverfahren erklärbar. Eine Differenzierung von Erregerkontakt und Infektion erscheint nicht möglich, allerdings kann eine epidemiologische Aussage über das Vorkommen des Erregers in bestimmten Regionen getroffen werden. Bei Pferden sollten serologische Kreuzreaktionen mit dem West-Nil-Virus vor allem in Berlin-Brandenburg berücksichtigt werden, ein Virusneutralisationstest gilt hier als Goldstandard. Für die Abschätzung der Häufigkeit von FSME Infektionen in den als Risikogebieten identifizierten Regionen wären weitere Studien mit Screening von Zecken, Hunden und Pferden erforderlich, die idealerweise auch Angaben zu Anamnese und klinischer Untersuchung beinhalten würden. Da die meisten Tiere keine klinische Symptomatik zeigen, könnte der Anteil seropositiver Tiere höher liegen als in unserer Studie

angegeben, die Einsendungen an ein diagnostisches Labor berücksichtigte.
Zum Screening von FSME wird aktuell ein zweistufiges Verfahren empfohlen (Klaus et al., 2017): zunächst sollten serologische Untersuchungen mittels eines IgM- und IgG-ELISA durchgeführt werden, anschließend sollten positive Testverfahren mittels Serum-Neutralisationstest bestätigt werden (Klaus et al, 2010 c), um Kreuzreaktionen mit anderen Flaviviren auszuschließen. In unserer Studie wurde kein Serumneutralisationstest durchgeführt, im Gegensatz zu anderen Studien konnten wir allerdings die Bestimmung des IgM-Titers in unsere Auswertungen einschließen. In Berlin-Brandenburg wurden in unserer Studie bei Pferden hohe serologische Nachweisraten festgestellt (Tabelle 2). In diesem Bundesland wurde das West-Nil-Virus als weiteres Flavivirus nachgewiesen, welches Kreuzreaktionen in den serologischen Testverfahren verursachen kann. Das Vorliegen von FSME Infektionen bei Pferden in Brandenburg ist auch hinsichtlich der Tatsache, dass dieses Gebiet vom RKI nicht als Risikogebiet ausgewiesen ist, kritisch zu hinterfragen.
Die geographische Ausbreitung von FSME ist nach aktuellem Kenntnisstand regional scharf begrenzt und abhängig von der Ausbreitung der übertragenden Vektoren und Erregerreservoire (Dobler et al. 2011). In unserer Studie wurden positive IgG-Antikörper-Nachweise bei Hunden hauptsächlich in Bayern, Baden-Württemberg und dem Saarland festgestellt sowie bei Pferden in Bayern, Hessen und Berlin-Brandenburg (Tabelle 1, Tabelle 2). Alle genannten Bundesländer außer Berlin-Brandenburg sind vom Robert-Koch-Institut zumindest teilweise als Risikogebiete für FSME in der Humanmedizin eingestuft (Robert-Koch-Institut 2021). Erregerkontakt außerhalb der bekannten Risikogebiete kann durch Reisen in als Risikogebiete definierte Regionen mit Vektorkontakt oder durch die Etablierung neuer Endemiegebiete bei Hunden und Pferden erklärt werden. Gerade Reisetätigkeit der Sportpferde aber auch der Hunde ist daher zu berücksichtigen, wenn klinisch ein Verdacht auf FSME außerhalb eines über das RKI definierten Risikogebiets besteht. Positive PCR-Ergebnisse in Zecken wurden ausschließlich in Risikogebieten nachgewiesen, auch wenn es sich lediglich um Einzelfälle handelte. Weitere Untersuchungen sind aus epidemiologischer Sicht wertvoll, auch zur Beschreibung der sich teilweise in Wandlung befindlichen Naturherde.
Positive IgM-Testverfahren wurden in unserer Studie schwerpunktmäßig zwischen April und Oktober bei Hunden (22/29 Hunde; 76%) und Pferden (7/9 Pferde; 78%) nachgewiesen. In einer Studie mit 6 Hunden traten IgM-Antikörper frühestens 7 Tage nach experimenteller Infektion auf und hielten über den gesamten Studienzeitraum von 28 Tagen an (Salat et al. 2021). IgG-Titer waren im Zeitraum von 14-21 Tagen nach experimenteller Infektion nachweisbar (Salat et al. 2021). Es wurden kein Zusammenhang zwischen Menge des inokulierten Virus und Höhe der Antikörpertiter nachgewiesen (Salat et al. 2021). Positive PCR-Untersuchungen wurden bei Zecken in den Monaten Mai, Juni und Juli detektiert, bei Hunden im Mai, Juni, August und Dezember. Die höchste Aktivität von *I. ricinus* Zecken in Deutschland wurde im Frühjahr und Sommer festgestellt (Gethmann et al. 2020). Ein Zusammenhang zwischen Vektoraktivität und den Monaten positiver IgM- oder PCR-Testverfahren, wie von anderen Untersuchern für Hunde postuliert (Leschnik et al. 2002), kann in unserer Studie nicht eindeutig nachgewiesen werden, erscheint jedoch wahrscheinlich bei den höchsten Nachweisraten an IgM-Titern von März bis Oktober. In der Humanmedizin wurde ein komplexes Zusammenspiel zwischen klimatischen Bedingungen, Vektordynamiken und FSME-Infektionen bei Menschen nachgewiesen (Borde et al. 2021). Limitationen der Studie liegen im retrospektiven Studiendesign. Weiterhin wurden nicht alle Testverfahren bei jedem Hund bzw. Pferd durchgeführt. Es waren keine Daten zu Auslandsaufenthalten oder Aufenthalten in anderen Bundesländern verfügbar. Vor allem bei Pferden muss die Kreuzreaktivität der serologischen Testverfahren mit dem West-Nil-Virus berücksichtigt werden, was vor allem für Berlin-Brandenburg von Bedeutung sein könnte.

Schlussfolgerung

Erregerkontakt mit FSME scheint vor allem bei Pferden, aber auch bei Hunden, häufiger vorzukommen, als allgemein vermutet wird. In unserer deutschlandweiten Studie wurden bei 31% der getesteten Pferde und bei 5% der getesteten Hunde IgG-Antikörper gegen FSME festgestellt (Abbildung 1). Infektionen mit FSME sollten bei passender klinischer Symptomatik differentialdiagnostisch berücksichtigt werden. Die niedrigere Nachweisrate bei Hunden könnte damit zusammenhängen, dass im Gegensatz zu Pferden die Möglichkeit einer Ektoparasitenprophylaxe besteht. Bei Zecken traten in Einzelfällen positive PCR Ergebnisse auf. Diese stammten alle aus bekannten Risikogebieten. Erregerkontakt mit FSME wurde vor allem in denjenigen Bundesländern bei Hunden und Pferden nachgewiesen, die vom Robert-Koch-Institut zumindest teilweise als Risikogebiete eingestuft sind. Aufgrund der hohen Bedeutung von FSME für die Humanmedizin und des „One-Health-Gedanken" wird empfohlen, die Epidemiologie bei Hunden, Pferden und Zecken in Deutschland als potenzielle Erregerreservoire bzw. Vektoren zu monitoren und weiterführend zu untersuchen. Idealerweise sollte in deutschlandweiten epidemiologischen Studien der IgG- und IgM-ELISA mit einem Serumneutralisationstest kombiniert werden, um Kreuzreaktionen mit anderen Flaviviren auszuschließen und um bestehende Dynamiken bei den zu definierenden Risikogebieten zu berücksichtigen.

LITERATUR

Balling A, Beer M, Gniel D, Pfeffer M (2015): Zum Vorkommen von Antikörpern gegen das Frühsommer-Meningoenzephalitis-Virus bei Hunden im Freistaat Sachsen, Deutschland. Berl Munch Tierarztl Wochenschr 128: 297-303.

Borde JP, Kaier K, Hehn P, Matzarakis A, Frey S, Bestehorn

M, Dobler G, Chitimia-Dobler L (2021): The complex interplay of climate, TBEV vector dynamics and TBEV infection rates in ticks-Monitoring a natural TBEV focus in Germany, 2009-2018. PLoS One 16(1): e0244668.

Danielova V, Daniel M, Schwarzova L, Materna J, Rudenko N, Golovchenko M, Holubova J, Grubhoffer L, Kilian P (2010): Integration of a tick-borne encephalitis virus and Borrelia burgdorferi sensu lato into mountain dcosystems, following a shift in the altitudinal limit of distribution of their vector, Ixodes ricinus (Krkonose Mountains, Czech Republic). Vector Borne Zoonotic Dis 10(3): 223-230.

Dobler G, Hufert F, Pfeffer M, Essbauer S (2011): Tick-borne encephalitis: From microfocus to human disease. In: Mehlhorn H (Hrsg.), Progress in Parasitology Reviews on occasion of the 50th anniversary of the German Society of Parasitology. University Press, Düsseldorf, Germany.

Gethmann J, Hoffmann B, Kasbohm E, Suss J, Habedank B, Conraths FJ, Beer M, Klaus C (2020): Research paper on abiotic factors and their influence on Ixodes ricinus activity-observations over a two-year period at several tick collection sites in Germany. Parasitol Res 119(5): 1455-1466.

Grešíková M, Kožuch O, Sekeyová M, Nosek J (1986): Studies on the ecology of tick-borne encephalitis virus in the Carpathian and Pannonian types of natural foci. Acta Virol 30: 325-331.

Havlíková S, Ličková M, Klempa B (2013): Non-viraemic transmission of tick-borne viruses. Acta Virol 57: 123-129.

Janitza-Futterer D (2003): Serologische Untersuchungen zur endemischen Situation der Infektion mit dem FSME-Virus in einer südbadischen Pferde- und Hundepopulation. Munich, Germany, Ludwig-Maximillians-University Munich.

Klaus C, Hoffmann D, Hoffmann B, Beer M (2017): Tick-borne encephalitis virus infections in animals - clinical symptoms, diagnostics and epidemiologic relevance. Berl Munch Tierarztl Wochenschr 130(3-4): 102-112.

Kupca AM, Essbauer S, Zoeller G, de Mendonca PG, Brey R, Rinder M, Pfister K, Spiegel M, Doerrbecker B, Pfeffer M, Dobler G (2010): Isolation and molecular characterization of a tick-borne encephalitis virus strain from a new tick-borne encephalitis focus with severe cases in Bavaria, Germany. Ticks Tick Borne Dis 1(1): 44-51.

Labuda M, Kozuch O, Zuffova E, Elecková E, Hails RS, Nuttall PA (1997): Tick-borne encephalitis virus transmission between ticks cofeeding on specific immune natural rodents hosts. Virol J 235: 138-143.

Leschnik M, Feiler A, Duscher GG, Joachim A (2013): Effect of owner-controlled acaricidal treatment on tick infestation and immune response to tick-borne pathogens in naturally infested dogs from Eastern Austria. Parasit Vectors 6: 62.

Leschnik MW, Kirtz GC, Thalhammer JG (2002): Tick-borne encephalitis (TBE) in dogs. Int J Med Microbiol 291 Suppl 33: 66-69.

Mansfield KL, Johnson N, Phipps LP, Stephenson JR, Fooks AR, Solomon T (2009): Tick-borne encephalitis virus - a review of an emerging zoonosis. J Gen Virol 90(Pt 8): 1781-1794.

Müller K, König M, Thiel HJ (2006): Die tick-borne Enzephalitis (TBE) unter besonderer Berücksichtigung der Infektion beim Pferd. Dtsch Tierarztl Wochenschr 113: 147-151.

Pfeffer M, Dobler G (2011): Tick-borne encephalitis virus in dogs--is this an issue? Parasit Vectors 4: 59.

Radda A, Hofmann H, Pretzmann G (1969): Threshold of viraemia in Apodemus flavicollis for infection of Ixodes ricinus with tick-borne encephalitis virus. Acta Virol 13(1): 74-77.

Robert-Koch-Institut (2021): Risikogebiete der Frühsommer-Meningoenzephalitis (FSME) in Deutschland. Epid Bull 9: 3-20.

Salat J, Hunady M, Schanilec P, Strakova P, Stefanik M, Svoboda P, Strelcova L, Bojcukova J, Palus M, Ruzek D (2021): Experimental and natural infections of tick-borne encephalitis virus in dogs. Viruses 13(10).

Suss J (2011): Tick-borne encephalitis 2010: Epidemiology, risk areas, and virus strains in Europe and Asia-An overview. Ticks Tick Borne Dis 2(1): 2-15.

Waldvogel K, Matile H, Wegmann C, Wyler R, Kunz C (1981): Zeckenenzephalitis beim Pferd. Schweiz Arch Tierheilkd 123: 227-233.

Wojcik-Fatla A, Cisak E, Zajac V, Zwolinski J, Dutkiewicz J (2011): Prevalence of tick-borne encephalitis virus in Ixodes ricinus and Dermacentor reticulatus ticks collected from the Lublin region (eastern Poland). Ticks Tick Borne Dis 2(1): 16-19.

Korrespondenzadresse

Dr. Elisabeth Müller
Laboklin GmbH & Co. KG.
Steubenstraße 4 | 97688 Bad Kissingen
Dr. Elisabeth Müller
absolvierte das Tiermedizinstudium in Hannover und promovierte dort im Institut für Mikrobiologie, in dem sie anschließend auch mehrere Jahre angestellt war. Nach einer mehrjährigen Tätigkeit in der Pharmaindustrie, während der auch die Qualifikation zum Fachtierarzt für Mikrobiologie erfolgte, wechselte sie zum Labor Laboklin GmbH & Co KG, das sie seit 1989 leitet. Sie ist Koautorin und Autorin zahlreicher Publikationen, führt regelmäßig Seminare und Vorträge durch und ist Mitglied der bayerischen Delegiertenversammlung. Zudem ist sie Diplomate des European College of Veterinary Microbiology.

Dr. Ingo Schäfer
Laboklin GmbH & Co. KG.
Steubenstraße 4 | 97688 Bad Kissingen
Mail: i.schaefer@laboklin.com
Tel: 0971 – 72 020

Resident ECVCP,
Master of Small Animal Science
Dr. med. vet. Ingo Schäfer studierte von 2012 bis 2016 Veterinärmedizin in Budapest und an der FU Berlin, wo er 2019 im Bereich der vektorübertragenen Infektionserreger promovierte. Ebenfalls 2019 absolvierte er den Master of Small Animal Science mit der Masterarbeit über *Anaplasma phagocytophilum* bei Katzen. Er war zunächst als Intern an der Kleintierklinik der FU Berlin beschäftigt und anschließend bis 2021 als wissenschaftlicher Mitarbeiter. Seit 2019 ist er weiterhin als Tierarzt in der Abteilung für klinische Labordiagnostik bei Laboklin tätig und begann 2021 seine Residency im Bereich der klinischen Pathologie (ECVCP). Seine besonderen Interessen liegen im Bereich der vektorübertragenen Infektionserkrankungen sowie immunbedingten Erkrankungen bei Hunden und Katzen.

© Isselee / 123RF.com

LABOKLIN
LABOR FÜR KLINISCHE DIAGNOSTIK GMBH & CO. KG

Vektorübertragene Infektionen (VBDs)

Arthropoden können parasitäre, bakterielle oder virale Infektionserreger unter anderem auf unsere Haustiere (wie zum Beispiel Hunde und Katzen) sowie Pferde übertragen. Diese Erreger können Infektionen verursachen, die als vektorübertragene Infektionen (VBDs) bezeichnet werden. Durch Importe von Haustieren aus dem endemischen Ausland, dem internationalen Reise- und Güterverkehr sowie den Veränderungen klimatischer Bedingungen breiten sich diese Infektionen in bisher nicht endemische Gebiete, wie zum Beispiel Deutschland aus.
Sie möchten mehr über die verschiedenen Erreger und ihre aktuelle Bedeutung in Deutschland erfahren? Besuchen Sie unsere Homepage.

https://vbd.laboklin.com

VECTOR BORNE DISEASE | LABOSearch
Laboklin als Partner für Research und Development