

Bundesgesundheitsbl 2014 · 57:541–548  
 DOI 10.1007/s00103-013-1921-0  
 Online publiziert: 25. April 2014  
 © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2014

G. Dobler<sup>1</sup> · V. Fingerle<sup>2</sup> · P. Hagedorn<sup>3</sup> · M. Pfeffer<sup>4</sup> · C. Silaghi<sup>5</sup> · H. Tomaso<sup>6</sup> · K. Henning<sup>7</sup> · M. Niedrig<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Institut für Mikrobiologie der Bundeswehr, München

<sup>2</sup> Nationales Referenzzentrum für Borrelien, Dienststelle Oberschleißheim, Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (LGL), Oberschleißheim

<sup>3</sup> Zentrum für Biologische Gefahren und Spezielle Pathogene (ZBS-1), Robert Koch-Institut, Berlin

<sup>4</sup> Institut für Tierhygiene und Öffentliches Veterinärwesen, Universität Leipzig

<sup>5</sup> Lehrstuhl für Vergleichende Tropenmedizin und Parasitologie, Veterinärmedizinisches Department, Ludwig-Maximilians-Universität München

<sup>6</sup> Institut für bakterielle Infektionen und Zoonosen, Friedrich-Loeffler-Institut, Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit, Jena

<sup>7</sup> Nationales Referenzlabor für Q-Fieber, Institut für bakterielle Infektionen und Zoonosen, Friedrich-Loeffler-Institut, Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit, Jena

## Gefahren der Übertragung von Krankheitserregern durch Schildzecken in Deutschland

Unter den durch blutsaugende Vektoren (Stechmücken, Sandmücken, Fliegen, Flöhe, Läuse, Wanzen, Zecken) übertragenen Infektionserregern haben in Deutschland die durch Zecken übertragenen Erreger die größte medizinische Bedeutung. Auch wenn durch Mücken übertragene Pathogene wie das West-Nil-Virus (WNV) in zahlreichen südeuropäischen Ländern (u. a. in Griechenland, Italien) immer wieder für Schlagzeilen sorgen und auch als Bedrohung für Deutschland diskutiert werden, sind die Zecken-übertragenen Infektionserreger offensichtlich weit verbreitet, aber nach wie vor nur unzureichend untersucht.

Infektionskrankheiten wie die Lyme-Borreliose (LB) und Frühsommer-Meningoenzephalitis (FSME), die durch den Stich der häufigsten Schildzecke in Deutschland, dem Holzbock (*Ixodes ricinus*), auf den Menschen übertragen werden, sind zwar hinlänglich bekannt, aber es gibt auch hier weiterhin viele offene wissenschaftliche Fragestellungen, die insbesondere das tatsächliche Infektionsrisiko und die geografische Verbreitung der Erreger betreffen. Die derzeitigen Verbreitungskarten spiegeln die wirkliche Präsenz von FSMEV nur un-

zureichend wider. Darüber hinaus wurden in neueren Untersuchungen weitere Infektionserreger in Zecken nachgewiesen (■ Tab. 1), deren Bedeutung als Gesundheitsgefahr für den Menschen allerdings noch unzureichend geklärt ist. Viren wie das Uukuniemi-Virus (UUKV), Tribec-Virus (TRBV), Eyach-Virus (EYAV), Erve-Virus (ERVV) oder auch Bakterien wie *Francisella tularensis*, *Anaplasma phagocytophilum*, *Candidatus Neohelminthosoma mikurensis* (CNM) oder *Coxiella burnetii* sind vielen Ärzten nicht bekannt. Zu den entsprechenden Krankheitsbildern liegen ebenfalls nur wenige bis gar keine Informationen vor. Im vorliegenden Beitrag sollen die aktuellen Erkenntnisse zu diesen neuen Infektionserregern vorgestellt werden, um die Ärzte sowie die Bevölkerung für diese potenziellen Gefahren zu sensibilisieren und weiterführende Untersuchungen anzuregen.

### Durch Zecken übertragene Arboviren

In Deutschland konnte seit Beginn der 1960er-Jahre das autochthone Vorkommen von insgesamt 5 durch Zecken über-

tragenen Arboviren direkt oder indirekt nachgewiesen werden [1].

### FSME-Virus

Die wichtigste Arbovirus-Infektion in Mitteleuropa ist die durch Zecken übertragene Frühsommer-Meningoenzephalitis (FSME). Das FSME-Virus (FSMEV) wird in die Familie der Flaviviren eingruppiert. Die Infektion tritt endemisch in Bayern, Baden-Württemberg und Teilen Hessens, Sachsens und Thüringens auf. Aus anderen Bundesländern werden sporadische Erkrankungsfälle gemeldet. Dabei ist unklar, inwieweit es sich hier um wenig aktive Herde oder um neu eingeschleppte und etablierte Naturherde handelt. Etwa jeder 20. FSME-Fall in Deutschland wurde auf Reisen im Ausland erworben (RKI, SurvStat). Jährlich werden zwischen 200 und 500 Erkrankungsfälle registriert (RKI, SurvStat) mit einer hohen Schwankungsbreite, die eine Abhängigkeit der Inzidenz von Wetterbedingungen und anderen ökologischen und soziologischen Faktoren aufzeigt. Die Infektion verläuft mit zunehmendem Alter tendenziell schwerer und führt in bis zu 10% der Fälle zu bleibenden neurologi-

**Tab. 1** Übersicht über die in Zecken nachgewiesenen Infektionserreger

Infektionserreger	Zeckenspezies	Vorkommen/Verbreitung <sup>a</sup>	Mögliche Erkrankung
Frühsommer-Meningoenzephalitis-Virus (FSMEV)	<i>Ixodes ricinus</i>	Zentraleuropa, Skandinavien	Enzephalitis
Tribec-Virus (TRBV)	<i>Ixodes ricinus</i>	Tschechische Republik	Nicht bekannt
Uukuniemi-Virus (UUKV)	<i>Ixodes ricinus</i>	Finnland	Nicht bekannt
Eyach-Virus (EYAV)	<i>Ixodes ricinus</i>	Baden-Württemberg	Nicht bekannt
Erve-Virus (ERVEV)	<i>Ixodes ricinus</i>	Saarland	Hämorrhagische Enzephalitis
<i>Borrelia burgdorferi</i> sensu lato (5 humanpathogene Genospezies)	<i>Ixodes ricinus</i> , <i>Ixodes persulcatus</i> (Osteuropa, Asien), <i>Ixodes scapularis</i> (USA Nordosten), <i>Ixodes pacificus</i> (USA Westen)	Europa, USA, Asien	Erythema migrans, Neuroborreliose, Borrelien-Lymphozytom, Lyme-Arthritis, Acrodermatitis chronica atrophicans
<i>Francisella tularensis</i>	<i>Ixodes ricinus</i> , <i>Dermacentor marginatus</i> , <i>Dermacentor reticulatus</i>	Zentraleuropa, Skandinavien	Schmerzhafte Hautulzeration, Fieber, regionale Lymphknotenschwellung sowie Kopf- und Gliederschmerzen, Lungenentzündung, oropharyngeale Tularämie
<i>Coxiella (C.) burnetii</i>	<i>Ixodes ricinus</i> , <i>Dermacentor</i>	Deutschland, europaweit	Q-Fieber, grippeähnliche Erkrankung mit hohem Fieber, Kopfschmerzen und Lungenentzündung
<i>Rickettsia helvetica</i> , <i>Rickettsia slovaca</i> , <i>Rickettsia raoultii</i>	<i>Ixodes ricinus</i> , <i>Dermacentor reticulatus</i> , <i>Dermacentor marginatus</i>	Europa	Zeckenbissfieber, „Tick-borne lymphadenopathy“ (TIBOLA)
<i>Anaplasma phagocytophilum</i>	<i>Ixodes ricinus</i> , <i>Ixodes persulcatus</i> (Osteuropa, Asien), <i>Ixodes scapularis</i> (USA Nordosten), <i>Ixodes pacificus</i> (USA Westen)	Europa, USA, Asien	Granulozytäre Anaplasiose
<i>Candidatus Neoehrlichia mikurensis</i> (CNM)	<i>Ixodes ricinus</i> , <i>Ixodes persulcatus</i>	Deutschland Tschechische Republik, Schweiz, Dänemark, Schweden	Neoehrlichiose in immunsupprimierten Patienten
<i>Babesia microti</i> , <i>Babesia divergens</i> , <i>Babesia venatorum</i>	<i>Ixodes ricinus</i>	Deutschland, europäische Länder	Hämolyse, Anämie, Ikterus bei immunsupprimierten Patienten

<sup>a</sup>Nachweis des Infektionserregers in Zecken, Tieren oder Menschen über Isolation oder Genomnachweis mittels PCR.

schen Schäden. 1–2% der gemeldeten Erkrankungsfälle versterben, meist indirekt an Folgeerkrankungen schwerer neurologischer Residuen [2]. Der Naturzyklus des FSMEV, seine Periodizität und seine Pathogenese werden bisher nur sehr unvollständig verstanden.

### Tribec-Virus

Das Tribec-Virus (TRBV) wurde erstmalig in den gleichnamigen Bergen in der ehemaligen Tschechoslowakei nachgewiesen [3]. Es gehört der Gattung Orbivirus innerhalb der Familie Reoviridae an. Aus Tschechien stammen viele Virusisolate, während es in Deutschland in Zecken bisher nur zufällig im Rahmen von FSME-Untersuchungen entdeckt wurde. Auch ist der serologische Nachweis einer Infektion in Hasen in Norddeutschland gelungen [4]. TRBV konnte in der ehemaligen Tschechoslowakei verschiedentlich mit neurologischen Erkrankungen assoziiert werden [5]. Die genaue Ver-

breitung des TRBV und seine medizinische Bedeutung in Deutschland sind völlig unbekannt.

### Eyach-Virus

Das Eyach-Virus (EYAV) wurde in einem Waldgebiet nahe dem gleichnamigen Ort in Baden-Württemberg im Rahmen von FSME-Untersuchungen an Zecken isoliert [6]. Es gelang die weitere Isolierung eines sehr ähnlichen Virus in Frankreich [7]. Mittels molekularbiologischer Untersuchungen konnte es am Ort der Originalisolierung in Zecken erneut nachgewiesen werden [8].

Beim EYAV handelt es sich um ein Coltivirus aus der Familie Reoviridae. Der bisher einzige bekannte Verwandte des EYAV ist das Colorado-Zeckenfieber-Virus, das nur im Westen der USA vorkommt. In früheren Arbeiten wurde eine Assoziation des EYAV mit einer ZNS-Symptomatik gefunden [9]. Die weitere geografische Verbreitung und die medizi-

nische Bedeutung des EYAV in Deutschland sind unbekannt.

### Uukuniemi-Virus

Das Uukuniemi-Virus (UUKV) wurde erstmals in Finnland isoliert und identifiziert [10]. Nachdem es lange Jahre als Typvirus für eine eigene Gattung (Uukuvirus) in der Familie Bunyaviridae aufgelistet war, wird es nun in die Gattung Phlebovirus der gleichen Virusfamilie eingruppiert und bildet dort das Typvirus für die Zecken-übertragenen Phleboviren. Auch in Deutschland konnte es zufällig im Rahmen von FSME-Durchseuchungsstudien in Zecken nachgewiesen werden [11]. Es errang in den letzten Monaten wieder eine gewisse Aufmerksamkeit, da 2 neu entdeckte humanpathogene Bunyaviren in China (Huaiyangshan-Virus) und in den USA (Heartland-Virus) genetisch mit UUKV nahe verwandt sind. Die Humanpathogenität des UUKV ist ungeklärt. Über seine Verbreitung und

medizinische Bedeutung in Deutschland liegen bisher keinerlei Daten vor.

## Erve-Virus

Eine weitere Arbovirus-Infektion scheint in Deutschland geografisch sehr begrenzt vorzukommen. Das Erve-Virus (ERVEV) wurde erstmalig aus Spitzmäusen in Frankreich in der Nähe des gleichnamigen Flusses isoliert [12]. Es war dort mit dem Auftreten einer hämorrhagischen Enzephalitis in Zusammenhang gebracht worden. Es handelt sich um ein Virus aus der Thiafora-Gruppe der Gattung Nairovirus in der Familie *Bunyaviridae*. Serologisch konnte ein Zirkulieren des Virus außerhalb Frankreichs durch den Nachweis von Antikörpern gegen ERVEV in Nagetieren im Saarland nachgewiesen werden. ERVEV scheint an der Entstehung von starken Kopfschmerzen durch Mikroblutungen im Gehirn beteiligt zu sein [13]. Über die genaue Verbreitung, die Ökologie des Virus und die medizinische Bedeutung dieses mit dem Krim-Kongo-Hämorrhagischen-Fieber-Virus verwandten Virus in Deutschland und Europa existieren weiter keine Daten. Der direkte Nachweis von ERVEV in Zecken ist bislang nicht gelungen, aber das Vorkommen in diesen aufgrund seiner taxonomischen Zugehörigkeit zum Genus Nairovirus ist anzunehmen, da bislang alle bekannten Vertreter dieses Genus von Zecken übertragen werden.

## Durch Zecken übertragene Bakterien

### *Borrelia burgdorferi* s.l. – Erreger der Lyme-Borreliose

Mit der Entdeckung des Erregers *Borrelia burgdorferi* und der Zusammenführung bis dahin ätiologisch unklarer Krankheitsbilder zur nosologischen Entität „Lyme-Borreliose“ (LB) eröffnete sich die Möglichkeit einer spezifischen Diagnostik und kausalen Therapie von Erkrankungen aus praktisch allen medizinischen Fachdisziplinen. Die LB gilt mittlerweile als die häufigste durch vektorübertragene Erreger ausgelöste Erkrankung in den gemäßigten Klimazonen der nördlichen Hemisphäre. Ihr Ver-

Bundesgesundheitsbl 2014 · 57:541–548 DOI 10.1007/s00103-013-1921-0  
© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2014

G. Dobler · V. Fingerle · P. Hagedorn · M. Pfeffer · C. Silaghi · H. Tomaso · K. Henning · M. Niedrig

## Gefahren der Übertragung von Krankheitserregern durch Schildzecken in Deutschland

### Zusammenfassung

Durch Zecken übertragbare Krankheitserreger haben eine große Bedeutung für die Gesundheit der deutschen Bevölkerung. Viren wie das Frühsommer-Meningoenzephalitis-Virus (FSMEV), das Uukuniemi-Virus, das Tropic-Virus und das Eyach-Virus oder Bakterien wie Borrelien, Rickettsien, *Francisella tularensis*, *Anaplasma phagocytophilum*, *Candidatus Neoehrlichia mikurensis* (CNM) oder *Coxiella burnetii* wurden in der in Deutschland häufigsten Zecke, der Schildzecke *Ixodes ricinus*, nachgewiesen. Während allgemein bekannt ist, dass Zecken FSMEV und Borrelien übertragen können, ist selbst in Fachkreisen nicht bekannt, dass sie auch die anderen oben genannten Erreger tragen und ggf. entsprechende Infektionen verursachen können. Auch wenn in Deutschland in Einzelfällen Erkrankungen nach Übertragung der zuletzt genannten Erreger durch Zecken bereits beschrieben wurden, fehlen systematische Untersuchungen über ihr Vorkommen und ihre pathogenen Eigenschaften. So ist

weitgehend unklar, welche Bedeutung neu entdeckte Infektionserreger wie *Candidatus Neoehrlichia mikurensis* oder auch lange bekannte Erreger wie Rickettsien spielen, die sich bisweilen in einem Fünftel der untersuchten Zecken nachweisen lassen. Ob Klimaänderungen zur weiteren Ausbreitung der Zecken und der Infektionserreger beitragen, bedarf ebenfalls weiterer Untersuchungen. Die Initiativen zur Schaffung natürlicher Lebensräume und der Trend zum häufigeren Aufenthalt in der Natur im Rahmen von Freizeitaktivitäten verstärkt die Gefahr, in Kontakt mit Zecken und ihren Infektionserregern zu kommen. Folglich kann in Zukunft mit dem Auftreten weiterer, bisher nicht bekannter Erkrankungen durch die Übertragung dieser Erreger gerechnet werden.

### Schlüsselwörter

Zecken-übertragene Arboviren · Lyme-Borreliose · Rickettsiose · Anaplasrose · Rückfallfieber

## Threat of transmission of infectious pathogens by *Ixodes ricinus* ticks in Germany

### Abstract

Tick-transmitted diseases are of great importance for the general health of the German population. Several viruses, such as tick-borne encephalitis virus (TBEV), Uukuniemi virus, Tropic virus, Eyach virus or bacteria, such as *Borrelia*, *Rickettsia*, *Francisella tularensis*, *Anaplasma phagocytophilum*, *Candidatus Neoehrlichia mikurensis* (CNM) and *Coxiella burnetii* were detected in the most prominent tick in Germany, the hard tick *Ixodes ricinus*. While infections, such as TBE and Lyme disease are well known, other infections are hardly known even among experts. Although there have been a few descriptions of isolated cases in Germany, a systematic investigation regarding the distribution and the pathogenic potential of these pathogens is still lacking. In particular elderly people and people with underlying diseases seem to be mostly affected. The impor-

tance of new infectious disease agents, such as *Candidatus Neoehrlichia mikurensis* but also of long known pathogens, such as *Rickettsia* still remains unclear, while some of them could be detected in 20 % of investigated ticks. Whether climate change contributes to the further distribution of these infectious agents remains unclear and requires further investigation. The increasing initiatives to create natural environments and the trend towards spending more time in nature for recreational activities will increase the danger of coming into contact with ticks and the respective infectious agents. Considering these circumstances an increase of diseases caused by these pathogens is to be expected.

### Keywords

Tick transmitted diseases · Lyme disease · Rickettsiosis · Anaplasmosis · Relapsing fever

breitungsgebiet deckt sich mit dem Vorkommen ihrer Vektoren, Schildzecken aus dem *I. ricinus*-/*I. persulcatus*-Komplex. In Deutschland sind etwa 1% der

Larven, 10% der Nymphen und 20% der adulten Zecken Borrelienträger. Von den mittlerweile 18 beschriebenen *B. burgdorferi*-sensu-lato-Genospezies sind 5

gesichert humanpathogen und auch in Deutschland vorhanden: *B. burgdorferi* sensu stricto, *B. afzelii*, *B. garinii*, *B. bavariensis* und *B. spielmannii* [14].

Die klinischen Manifestationen dieser Multisystemerkrankung können außerordentlich vielfältig sein und betreffen insbesondere die Haut, Gelenke, das Nervensystem und das Herz [15]. Am häufigsten ist das nach Tagen bis Wochen um den Zeckenstich sich zentrifugal ausbreitende Erythema migrans (Wanderröte). Die häufigste disseminierte frühe Form ist die Meningoradikulitis Bannwarth mit heftigsten, nachtsbetonten Schmerzsyndromen und Hirnnervenparesen. Späte Erkrankungen – mit Inkubationszeiten von Monaten bis Jahren – können als Lyme-Arthritis die großen Gelenke mit mono- bis oligoartikulären voluminösen Ergüssen betreffen, die Haut als Acrodermatitis chronica atrophicans mit papierdünnere Epidermis und Abbau von Bindegewebe („Zigarettenpapierhaut“) und das Nervensystem mit vielfältigsten neurologischen Symptomen (Enzephalomeningomyelitis), die u. a. auch einer multiplen Sklerose ähneln können.

Bei einer prospektiven, populationsbasierten Studie im Raum Würzburg fand sich eine Inzidenz der Lyme-Borreliose von 111/100.000 Einwohner und Jahr, was auf Deutschland hochgerechnet etwa 90.000 neuen Fällen pro Jahr entspricht [16]. Bei 89% der Patienten fand sich ein Erythema migrans, bei 3% eine Neuroborreliose, bei 2% ein Lymphozytom, bei <1% eine Karditis, bei 5% eine Lyme-Arthritis, bei 1% eine Acrodermatitis chronica atrophicans und eine chronische Neuroborreliose in keinem Fall. Eine Studie, basierend auf Krankenkassendaten, geht von wenigsten 215.000 Lyme-Borreliose-Fällen/Jahr in Deutschland aus [17], während Daten der länderspezifischen Meldepflicht (östliche Bundesländer) maximal 30.000 Fälle in Deutschland erwarten lassen [18].

Insgesamt gilt die LB mittels einer Antibiotikagabe über 2 bis 3 Wochen als gut therapierbar [15], jedoch sind weitere gut kontrollierte Studien zum Therapieerfolg und zur Langzeitprognose speziell disseminierter Manifestationen anzustreben.

Prophylaktische Maßnahmen beschränken sich derzeit auf das Vermeiden von Zeckenstichen, – d. h. das Meiden zeckendurchseuchter Gebiete, die Anwendung von Repellenzien und das Tragen geeigneter Kleidung – bzw. die frühzeitige Zeckenentfernung, da die Wahrscheinlichkeit der Übertragung von Borrelien mit der Dauer des Saugaktes steigt. Eine Impfung, die die genetisch heterogene Borrelienpopulation in Deutschland berücksichtigt, ist derzeit in der Entwicklung.

Insgesamt muss die derzeitige Datenlage zur Epidemiologie sowie auch zu einzelnen Aspekten der Diagnostik und Therapie der LB als unzureichend bezeichnet werden. Für die Aufklärung des Bürgers, die Risikokommunikation, die Implementierung von Präventionsmaßnahmen und für gezieltere Therapieempfehlungen sind belastbarere Daten – z. B. über Sentinel- oder populationsbasierte Studien – dringend zu erheben.

### *Borrelia miyamotoi* – Erreger des Rückfallfiebers

Erst kürzlich wurde *B. miyamotoi* als Erreger humanen Rückfallfiebers nachgewiesen. Die Patienten zeigten ein unspezifisches, Influenza-artiges Krankheitsbild u. a. mit Fieber (z. T. auch Fiebertückfälle), Muskel-, Gelenk- und Kopfschmerzen. Einige Patienten hatten auch ein Erythema migrans [19]. Die nach molekulargenetischen Analysen den Rückfallfieber-Borrelien zugeordnete *B. miyamotoi* wird über dieselben Schildzecken wie die LB übertragen, bei uns durch *I. ricinus*. Relevante Studien aus Deutschland zur Häufigkeit und geografischen Ausbreitung dieser Borreliose oder zur Inzidenz der Erkrankung fehlen weitestgehend. In Deutschland wurden bisher keine Krankheitsfälle nachgewiesen. Nachdem die ersten 2 Fälle aus Italien und Holland bekannt wurden, sollte diese Erkrankung bei der Diagnose berücksichtigt werden, insbesondere bei Influenza-artigen Symptomen nach Zeckenstich.

### *Francisella tularensis* – Erreger der Tularämie

Tularämie (Hasenpest, Hirschfliegenfieber, Ohara-Krankheit) ist eine durch das Bakterium *Francisella tularensis* verursachte Zoonose. Derzeit werden 4 Subspezies unterschieden: *F. tularensis tularensis*, *F. tularensis holarctica*, *F. tularensis mediaasiatica* und *F. tularensis novicida*. In Deutschland wurde bisher nur die Subspezies *F. tularensis holarctica* isoliert, die einen etwas leichteren Krankheitsverlauf verursacht, als die in Nordamerika vorkommende Subspezies *F. tularensis tularensis* [20].

Die Übertragung des Erregers kann durch Haut- oder Schleimhautkontakt mit infektiösem Tiermaterial, Verzehr von nicht ausreichend erhitztem, kontaminiertem Fleisch (Hasen), Wasser, Inhalation von infektiösem Staub oder durch den Stich blutsaugender Parasiten (Zecken, Mücken, Stechfliegen) erfolgen. Die Infektionsdosis ist mit ca. 10 bis 50 Bakterien sehr niedrig, weshalb auch immer wieder Laborinfektionen vorkommen. Die Inkubationszeit beträgt in der Regel 3 bis 5 Tage.

Der Krankheitsverlauf und die Symptome beim Menschen sind von der durch die Subspezies bestimmten Virulenz des Erregers sowie von seiner Eintrittspforte in den Körper abhängig. Die häufigste klinische Form ist die ulzeroglanduläre Tularämie mit schmerzhafter Hautulzeration an der Eintrittspforte, Fieber, regionaler Lymphknotenschwellung sowie mit Kopf- und Gliederschmerzen. Wichtig sind weiter die oropharyngeale Form (Beläge und Geschwüre im Pharynx und an den Tonsillen, Lymphknotenschwellung), die okuloglanduläre Form (meist einseitige Konjunktivitis, Lidödem, Lymphknotenschwellung) und die schwer verlaufende pulmonale Form.

In den letzten Jahren wurden in Deutschland nur einstellige Fallzahlen gemeldet; auf der Halbinsel Eiderstedt in Nordfriesland gab es aber in den Jahren 1950/1951 und 1957/1958 Ausbrüche mit jeweils über 100 Erkrankten. Die meisten Tularämiefälle beim Menschen werden in Deutschland durch den Kontakt mit oder den Verzehr von infizierten Feldhasen verursacht. Bei Feldhasen verläuft die Tu-

larämie zumeist tödlich, wobei die Tiere zunächst lethargisch werden und Krankheitsherde in inneren Organen (z. B. Leber, Lunge, Milz) auftreten.

Das natürliche Reservoir der Bakterien und die Rolle von Vektoren bei ihrer Übertragung sind noch nicht ausreichend untersucht. Kleine Nagetiere sterben rasch an der Infektion und dienen vermutlich kaum als Reservoir [21]. Es gibt Hinweise darauf, dass Feldhasen selten auch chronisch infiziert sein können und dann als Infektionsquellen fungieren. Francisellen können auch in Amöben überleben und über kontaminiertes Wasser Menschen und Tiere infizieren. In Skandinavien spielen infizierte Stechmücken und Stechfliegen eine relevante Rolle, in Deutschland hingegen kaum. Hier wurden Francisellen in *Ixodes ricinus*, *Dermacentor marginatus* und *D. reticulatus* nachgewiesen [22]. In Studien von Tomaso und Kollegen wurden die Bakterien aus Zecken isoliert, die von infizierten Hasen gesammelt wurden. Eine Rolle der Zecken als Vektor für Francisellen ist damit aber nicht bewiesen. Selbst in Zecken (*I. ricinus*) von Vögeln, die kaum empfindlich gegenüber Francisellen sind, konnte deren DNA mittels PCR nachgewiesen werden [23]. So ist es vorstellbar, dass Francisellen mit Zugvögeln über weite Strecken transportiert werden.

Phylogenetische Studien und Ausbruchuntersuchungen von *F. tularensis holarctica* sind dadurch erschwert, dass sich zwischen einzelnen Isolaten kaum genetische Unterschiede finden lassen. Bei Isolaten aus Feldhasen in Deutschland konnten bisher nur 3 Genotypen unterschieden werden, wobei ein großer Cluster im Nordosten vorherrscht, der andere im Südwesten [24]. Die zukünftige Sequenzierung von Gesamtgenomen in größerem Umfang wird voraussichtlich eine genauere Differenzierung ermöglichen.

### *Coxiella burnetii* – Erreger des Q-Fiebers

Das Q-Fieber ist in Deutschland eine meldepflichtige humane Erkrankung und eine meldepflichtige Tierkrankheit. Die Q-Fieber-Infektion wird durch das obligat intrazellulär wachsende Bakte-

rium *Coxiella (C.) burnetii* hervorgerufen. In den letzten Jahren wurde in den Medien vermehrt über Q-Fieber-Ausbrüche in Deutschland und in den Niederlanden berichtet. Beim Q-Fieber handelt es sich um eine Zoonose, d. h. um eine Infektionskrankheit, die vom Tier auf den Menschen übertragen wird. Oftmals gehen die Erkrankungsfälle beim Menschen von erkrankten Schaf- und Ziegenbeständen aus, aber auch Rinder können die Quelle der Infektion darstellen. Beim Menschen löst der Erreger eine grippeähnliche Erkrankung mit hohem Fieber, Kopfschmerzen und Lungenentzündung aus. Die Übertragung erfolgt überwiegend durch das Inhalieren erregertauglicher Aerosole und kontaminierter Stäube und kann über weite Strecken stattfinden. Des Weiteren wird der Erreger auch durch Zecken übertragen. So konnte *C. burnetii* in mehr als 40 Zecken-Spezies nachgewiesen werden [25]. Hierzu gehört auch der internationale Referenzstamm „Nine Mile“, der ebenfalls aus einer Zecke isoliert wurde [26]. Die höchste Erregerkonzentration findet sich im Zeckenkot [25], wodurch besonders bei der Schafschur eine Gefährdung von Personen ausgeht. Bei den einheimischen Zecken scheinen nur die beiden Dermacentorarten eine Rolle zu spielen [27]. Dagegen ist die Bedeutung des Holzbocks für die Verbreitung des Q-Fiebers vermutlich vernachlässigbar gering, wie Untersuchungen in den Niederlanden ergaben. Dort konnte *Coxiella*-DNA nur dann in von Schafen gesammelten Zecken nachgewiesen werden, wenn diese kurz zuvor mit einer Q-Fieber-Vakzine geimpft worden waren [28].

Wie die Literatur zeigt, waren in den meisten Fällen Wiederkäuer die Quelle für humane Q-Fieber-Erkrankungen. Zecken stellen allerdings ein Reservoir für den Erreger dar, wodurch der Wildtierzyklus und somit die Quelle für mögliche Neuinfektionen der Nutztiere aufrechterhalten wird. Hierzu sind noch eingehende Untersuchungen erforderlich.

### *Rickettsia* spp. – Erreger der Rickettsiosen

Die ausschließlich intrazellulär lebenden Bakterien der Gattung *Rickettsia* gehören

zur Klasse der  $\alpha$ -Proteobacteria. Dort werden sie in der Familie der *Rickettsiaceae* innerhalb der Ordnung der *Rickettsiales* angesiedelt. Es sind bislang 6 Arten dieser Gattung in Zecken aus Deutschland nachgewiesen worden [29]. Die häufigste hiervon ist *Rickettsia helvetica*, die ein Zeckenbissfieber hervorrufen kann. In Schweden, Frankreich, der Schweiz und in Italien wurden klinische Fälle bekannt, die durch eine Infektion mit *R. helvetica* hervorgerufen wurden. Die Symptome variieren stark und umfassen eine Perimyokarditis und Fieber mit und ohne Ausschlag [30]. Welche Rolle dieses Pathogen bei anderen Erkrankungen spielt, ist unklar. Diskutiert werden in diesem Zusammenhang unter anderem Fazialisparesen und plötzliche Taubheit [31]. Ähnliches gilt für die ebenfalls häufigen Rickettsienarten *R. slovaca* und *R. raoultii*, die mit der Tick-borne lymphadenopathy (TIBOLA) assoziiert werden. Diese bislang ausschließlich in Dermacentorarten vorkommenden Rickettsienarten könnten mit der räumlichen Ausbreitung von *D. reticulatus* [32] und möglicherweise auch *D. marginatus* an Bedeutung gewinnen. Die ebenfalls in Deutschland nachgewiesene Rickettsienart *R. monacensis* wurde als möglicher Auslöser einer dem Mittelmeerfleckenfieber ähnlichen Erkrankung beschrieben [33].

### *Anaplasma phagocytophilum* – Erreger der Anaplasmosen

Wie die Rickettsien gehört auch *Anaplasma phagocytophilum* zu der in der Klasse der  $\alpha$ -Proteobacteria angesiedelten Ordnung der *Rickettsiales*. In dieser Ordnung befindet sich die Familie *Anaplasmataceae* mit der Gattung *Anaplasma* und der Art *A. phagocytophilum*. Es handelt sich ebenfalls um ein intrazelluläres Bakterium, das beim Menschen vor allem neutrophile Granulozyten infiziert und sich in ihnen vermehrt. In Mitteleuropa wird es durch *I. ricinus* übertragen. Es löst beim Menschen die humane granulozytäre Anaplasmosen (HGA) aus. Die Leitsymptome umfassen Fieber, Krankheitsgefühl, Muskelschmerzen, Kopfschmerzen, Übelkeit, Erbrechen und Husten. Mehr als ein Drittel der Patienten weist ein makulopapulöses Exan-

them auf. Häufig zeigt sich ein Rigor. Obwohl die Prävalenz dieses Pathogens in Zecken in Deutschland zwischen 0 und 8,7% [34] schwankt, sind hier bislang keine klinischen Fälle beim Menschen bekannt. Dieses ist umso erstaunlicher, als in Österreich schon 2006 klinische Fälle beschrieben wurden [35]. Erkrankungen ausgelöst durch *A. phagocytophilum* treten auch bei Hunden, Pferden, Rindern und Schafen auf und wurden bereits in Deutschland beschrieben. Der Grund für die Diskrepanz zwischen dem Vorkommen von *A. phagocytophilum* in Zecken und Wildtieren (bis zu annähernd 100% in einer untersuchten Rehpopulation) und dem Fehlen klinischer Fälle beim Menschen ist nicht bekannt [36]. Damit ist die tatsächliche Bedeutung der Anaplasmoze beim Menschen in Deutschland bisher weder ausreichend geklärt noch umfassend untersucht.

### *Candidatus Neoehrlichia mikurensis* – Erreger der Neoehrlichiose

Ende der 1990er-Jahre wurden von einer Forschergruppe DNA-Sequenzen in *Ixodes*-Zecken gefunden, die mit einer generischen DNA-Sonde für Ehrlichien hybridisierten, aber mit keiner der verwendeten Spezies-spezifischen DNA-Sonden für die damals bekannten Ehrlichienarten reagierten. Man fand diese taxonomisch nicht gruppierbare Ehrlichien-DNA in 19 von 121 vollgesaugten *I. ricinus*, die von 1998 in Holland erlegten Rehen stammten [37]. Bei einer Untersuchung von 357 *I. ricinus*, die zwischen 1998 und 2001 von asymptomatischen italienischen Patienten gesammelt wurden, wurde diese DNA in 10 Zecken gefunden. Für den entsprechenden Erreger wurde dann der Name *Candidatus Ehrlichia walkeri sp. nov.* vorgeschlagen [38]. Auch in Deutschland wurden im Jahr 2003 erstmals entsprechende DNA-Sequenzen in *I. ricinus* beschrieben [39]. Nachdem der Erreger 2003 auch in China nachgewiesen wurde, erschien 1 Jahr später die Arbeit einer japanischen Gruppe, die die DNA des „neuen“ Erregers in 7 von 15 Wanderratten (*Rattus norvegicus*) und in 5 von 128 einzeln oder in Pools getesteten *I. ovatus* auf Hokkaido

nachwies [40]. Die Isolierung des Bakteriums gelang bisher nicht, phylogenetische Analysen führten zu der derzeit gültigen taxonomischen Stellung und Bezeichnung *Candidatus Neoehrlichia mikurensis* (CNM). Außer in den bereits erwähnten Ländern wurde CNM in unterschiedlichen Prävalenzen in Zecken und/oder Nagern auch in zahlreichen europäischen Staaten (Schweiz, Tschechische Republik, Frankreich, Schweden, Dänemark) nachgewiesen. Die derzeit bekannte geografische Verbreitung reicht somit von Japan im äußersten Osten Asiens über den nördlichen Teil des asiatischen Kontinentes bis nach Italien und Frankreich in Europa [41].

Die Tatsache, dass es auch seither nicht gelungen ist, CNM in vitro in gängigen Zellkultursystemen zu propagieren oder mit anderen Methoden außerhalb von Wirtstieren zu vermehren, erklärt, warum hier nur wenig bekannt ist. Man weiß nur, dass es sich um ein obligat intrazelluläres, Gram-negatives Bakterium mit endotheliale Zelltropismus handelt. Bezüglich des Vektors konnte CNM bislang ausschließlich in Zecken der Gattung *Ixodes* gefunden werden [42].

Im Jahr 2007 wurde CNM bei einem 69-jährigen Mann mit immunsuppressiver Therapie nach Verdacht auf eine chronisch entzündliche, demyelinisierende Polyneuropathie sowie 1 Jahr später (2008) bei einem 57-jährigen mit intrazerebralen und subarachnoidalen Blutungen und einem Aneurysma an der Carotis interna diagnostiziert [41]. In den Jahren 2008 und 2009 wurden 2 Fälle bei ebenfalls immunkomprimierten Patienten in der Tschechischen Republik gefunden [41].

2009 wurden in der Schweiz und in Schweden 2 weitere Patienten mit Neoehrlichiose diagnostiziert, die ebenfalls eine Grunderkrankung hatten [41]. Bis zum Oktober 2012 waren diese 6 Fälle die einzigen labordiagnostisch bestätigten humanen Neoehrlichiosen. Dies änderte sich durch einen Bericht aus China: Dort wurde bei 7 von 622 Fieberpatienten im Nordosten des Landes CNM mittels PCR im Blut nachgewiesen [43]. Die derzeit letzten Fallberichte stammen aus der Schweiz, wo 2 Patienten nach entsprechender Doxycycline-Behandlung

schnell fieberfrei wurden und eine Resitutio ad integrum gelang [44].

### *Babesia* spp. – Erreger der Babesiose

Babesien werden zur Ordnung Piroplasmida gezählt, in der die Familie *Babesiidae* enthalten ist. Die Gattung *Babesia* enthält über 100 Babesienarten, die meist sehr wirtsspezifisch sind. Sporoziten der Babesien befallen die Erythrozyten von Wirbeltieren. Eine Übertragung der Sporoziten ist bereits nach einem Tag mit dem Zeckenspeichel möglich. Der Befall des Ovars und damit der Eier der Zecke stört die Entwicklung der Zeckenlarven nicht. Das bedeutet, dass Zecken das Reservoir für Babesien bilden, in dem sie auch ohne Vorhandensein von Blutwirten mehrere Generationen existieren können.

An der Entstehung einer symptomatischen Babesiose ist maßgeblich die Immunantwort des Wirtes beteiligt. In mild verlaufenden Babesiosen wird die Bildung von Cytokinen [z. B. von Tumornekrosefaktor- $\alpha$  (TNF- $\alpha$ ) oder von Interleukin 6] hochreguliert. Es wird vermutet, dass eine überschießende Produktion dieser Stoffe zu einer Pneumonie führt. Der Befall der Erythrozyten löst darüber hinaus eine Hämolyse aus, was direkt zu einer Anämie und einem Ikterus führen kann.

In Deutschland spielt die Babesienart *Babesia divergens* (rinderassoziiert) eine Rolle bei immunsupprimierten Patienten. Die Krankheitsfälle sind meist schwerer, als bei den bisher seltenen Fällen, die durch *B. microti* (nagerassoziiert) ausgelöst wurden. *Babesia venatorum* (bisher nur in Rehwild nachgewiesen) kann nur molekularbiologisch von *B. divergens* unterschieden werden. Daher ist unklar, ob und wie viele der vor der Entwicklung molekularbiologischer Methoden beschriebenen humanen Babesiosefälle auf diese Babesienart zurückzuführen sind.

Der erste Fall von humaner Babesiose wurde in Kroatien beschrieben [45]. Er trat bei einer immunsupprimierten Person auf. Der erste Fall einer humanen Babesiose bei einer immunkompetenten Person fand sich auf der Nantucket

Island vor der Küste von Massachusetts [46]. Seitdem wurden Fälle im Nordosten und im höheren mittleren Westen der USA berichtet. In Japan und Taiwan verursachten *Babesia-microti*-ähnliche Erreger Erkrankungen, und in Südkorea wurde ein neuer Babesienstamm (KO1) identifiziert. Sporadische Fälle der Babesiose traten aber auch in Afrika (Ägypten), Australien, und Südamerika (Kolumbien) auf [47, 48]. Im Jahr 2007 wurde der erste autochthone Fall von Babesiose in Westeuropa (Deutschland) beschrieben [49].

## Fazit

Auch wenn die Zahl der Berichte über einzelne Fälle von Anaplasmoze, Babesiose, Infektionen mit *Candidatus Neorhlichia mikurensis* und Tularämie in Deutschland und angrenzenden Ländern leicht angestiegen sind, fehlen noch wesentliche Erkenntnisse über das Vorkommen dieser Infektionserreger in diesen Regionen und über ihre mögliche gesundheitliche Bedeutung. Trotz der über die letzten 10 Jahre deutlich verbesserten diagnostischen Methoden stehen systematische Untersuchungen zur Prävalenz und geografischen Verbreitung dieser Infektionserreger in Zecken in Deutschland noch aus. Die einzelnen Fallberichte zeigen, dass Personen mit Vorerkrankungen oder Immunsupprimierte ein deutlich höheres Risiko haben, entsprechende Krankheitssymptome zu entwickeln. Dies ist ein Aspekt, der aufgrund des immer größer werdenden Anteils älterer Menschen an der Gesamtbevölkerung an Bedeutung gewinnen wird. Ohne weitere umfangreichere Untersuchungen zu Verbreitung, Dynamik und zu den Pathogenitätsfaktoren von durch Zecken übertragenen Infektionserregern werden wir unsere Kenntnisse auch zukünftig nur aus den wenigen diagnostisch bestätigten Einzelfällen beziehen können. Inwieweit von den berichteten neuen Erregern ein weit größerer Personenkreis betroffen ist, der nach Zeckenstich mit unklarer Symptomatik gar nicht oder ggf. auch falsch behandelt wird, lässt sich aufgrund der mangelnden Erkenntnisse bisher nicht einmal abschätzen. Aus Sicht des „Pub-

lic Health“ wäre es daher durchaus sinnvoll, die Bedeutung dieser derzeit in Zecken nur seltenen nachgewiesenen Infektionserreger, d. h. ihre Verbreitung und ihr pathogenes Potenzial für den Menschen, eingehender zu untersuchen, um eine realistische Abschätzung der gesundheitlichen Gefahren zu ermitteln [50].

## Korrespondenzadresse

**Prof. Dr. M. Niedrig**  
Zentrum für Biologische Gefahren  
und Spezielle Pathogene (ZBS-1),  
Robert Koch-Institut  
Nordufer 20, 13353 Berlin  
niedrigm@rki.de

**Danksagung.** Für die Anregungen und Unterstützung bei diesem Beitrag möchten wir uns recht herzlich bei Prof. Jabbar Ahmed, Borstel, und Prof. Heiner Neubauer, Jena, bedanken.

## Einhaltung ethischer Richtlinien

**Interessenkonflikt.** G. Dobler, V. Fingerle, P. Hagedorn, M. Pfeffer, C. Silaghi, H. Tomaso, K. Henning und M. Niedrig geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Dieser Beitrag beinhaltet keine Studien an Menschen oder Tieren.

## Literatur

1. Scheid W, Ackermann R, Bloedhorn H et al (1964) Untersuchungen über das Vorkommen der Zentraleuropäischen Enzephalitis in Süddeutschland. Dtsch Med Wochenschr 89:2313–2317
2. Kaiser R (1999) The clinical and epidemiological profile of tick-borne encephalitis in southern Germany 1994–98: a prospective study of 656 patients. Brain 122:2067–2078
3. Libikova H, Rehacek J, Gresikova M et al (1964). Cytopathic viruses isolated from Ixodes ricinus ticks in Czechoslovakia, Acta Virol 8:96
4. Dobler G, Wölfel R, Schmuser H et al (2006) Sero-prevalence of tick-borne and mosquito-borne arboviruses in European brown hares in Northern and Western Germany. Int J Med Microbiol 296(Suppl 40):80–83
5. Malkova D, Holubova J, Kolman JM et al (1980) Antibodies against some arboviruses in persons with various neuropathies. Acta Virol 24:298
6. Rhese-Küpper B, Casals J, Rhese E, Ackermann R (1976) Eyach – an arthropod-borne virus related to Colorado tick fever virus in Federal Republic of Germany. Acta Virol 20:339–344
7. Chastel C, Main AJ, Couatar-Manac'HA et al (1984) Isolation of Eyach virus (Reoviridae, Colorado tick fever group) from *Ixodes ricinus* and *Ixodes ventralis* ticks in France. Arch Virol 82:161–171

8. Hassler D, Oehme R, Kimmig P, Dobler G (2003) Eyach Virus: Erstmaliger Nachweis aus Zecken nach mehr als 25 Jahren in Südwest-Deutschland. Dtsch Med Wochenschr 128(37):1874
9. Chastel C (1998) Erve and Eyach: two viruses isolated in France, neuropathogenic for man and widely distributes in Western Europe. Bull Acad Natl Med 182:801–810
10. Oker-Blom N, Salminen A, Brummer-Korvenkontio M et al (1964) Isolation of some viruses other than typical tick-borne encephalitis virus from Ixodes ricinus ticks in Finland. Ann Med Exp Biol Fenn 42:109–112
11. Süß J, Schrader C (2004) Durch Zecken übertragene humanpathogene und bisher als apathogen geltende Mikroorganismen in Europa. Bundesgesundheitsbl Gesundheitsforsch Gesundheitsschutz 47:392–404
12. Wössner R, Grauer MT, Langenbach J et al (2000) The Erve virus: possible mode of transmission and reservoir. Infection 28:164–166
13. Treib J, Dobler G, Haass A et al (1997) Thunder-clap headache caused by Erve virus. Neurology 50:509–511
14. Fingerle V, Schulte-Spechtel UC, Ruzic-Sabljić E et al (2008) Epidemiological aspects and molecular characterization of *Borrelia burgdorferi* s.l. from southern Germany with special respect to the new species *Borrelia spielmanii* sp. nov. Int J Med Microbiol 298:279–290
15. Stanek G, Fingerle V, Hunfeld KP et al (2011) Lyme borreliosis: clinical case definitions for diagnosis and management in Europe. Clin Microbiol Infect 17:69–79
16. Huppertz HI, Bohme M, Standaert SM et al (1999) Incidence of Lyme borreliosis in the Wurzberg region of Germany. Eur J Clin Microbiol Infect Dis 18:697–703
17. Müller I, Freitag MH, Poggensee G et al (2012) Evaluating frequency, diagnostic quality, and cost of Lyme borreliosis testing in Germany: a retrospective model analysis. Clin Dev Immunol 59:5427
18. RKI (2010) Lyme-Borreliose: Analyse der gemeldeten Erkrankungsfälle der Jahre 2007 bis 2009 aus den sechs östlichen Bundesländern. Epidemiol Bull 12:101–107
19. Platonov AE, Karan LS, Kolyasnikova NM et al (2011) Humans infected with the relapsing fever spirochete *Borrelia miyamotoi*, Russia. Emerg Infect Dis 17:1816–1823
20. Ellis J, Oyston PC, Green M, Titball RW (2002) Tularemia. Clin Microbiol Rev 15:631–646
21. Kaysser P, Seibold E, Mätz-Rensing K et al (2008) Re-emergence of tularemia in Germany: presence of *Francisella tularensis* in different rodent species in endemic areas. BMC Infect Dis 17:157
22. Gehring H, Schacht E, Maylaender N et al (2013) Presence of an emerging subclone of *Francisella tularensis* holarctica in *Ixodes ricinus* ticks from south-western Germany. Ticks Tick Borne Dis 4:93–100
23. Franke J, Fritzsche J, Tomaso H et al (2010) Coexistence of pathogens in host-seeking and feeding ticks within a single natural habitat in Central Germany. Appl Environ Microbiol 76:6829–6836
24. Müller W, Hotzel H, Otto P et al (2013) German *Francisella tularensis* isolates from European brown hares (*Lepus europaeus*) reveal genetic and phenotypic diversity. BMC Microbiol 13:61

25. Široký P, Kubelová M, Modrý D et al (2010) Tortoise tick *Hyalomma aegyptium* as long term carrier of Q fever agent *Coxiella burnetii*-evidence from experimental infection. *Parasitol Res* 107:1515–1520
26. Samuel JE, Frazier ME, Mallavia LP (1985) Correlation of plasmid type and disease caused by *Coxiella burnetii*. *Infect Immun* 49(3):775–779
27. Sting R, Breitling N, Oehme R, Kimmig P (2004) Studies on the prevalence of *Coxiella burnetii* in sheep and ticks of the genus *Dermacentor* in Baden-Württemberg. *Dtsch Tierarztl Wochenschr* 111(10):390–394
28. Sprong H, Tijssse-Klasen E, Langelaar M et al (2012) Prevalence of *Coxiella burnetii* in ticks after a large outbreak of Q fever. *Zoonoses Public Health* 59(1):69–75
29. Dobler G, Pfeffer M (2012) Spotted fever rickettsiae and rickettsioses in Germany. In: Mehlhorn H (Hrsg) *Arthropods as vectors of emerging diseases*. *Parasitol Res Monographs* 3:361–376
30. Oteo JA, Portillo A (2012) Tick-borne rickettsioses in Europe. *Ticks Tick Borne Dis* 3:271–278
31. Nilsson K, Wallménius K, Hartwig S et al (2013) Bell's palsy and sudden deafness associated with *Rickettsia* spp. infection in Sweden. A retrospective and prospective serological survey including PCR findings. *Eur J Neurol*. doi:10.1111/ene.12218 [Epub ahead of print]
32. Dautel H, Dippel C, Oehme R et al (2006) Evidence for an increased geographical distribution of *Dermacentor reticulatus* in Germany and detection of *Rickettsia* sp. RpA4. *Int J Med Microbiol* 296(40):149–156
33. Madeddu G, Mancini F, Caddeo A et al (2012) *Rickettsia monacensis* as cause of Mediterranean spotted fever-like illness, Italy. *Emerg Infect Dis* 18(4):702–704
34. Silaghi C, Woll D, Hamel D et al (2012) *Babesia* spp. and *Anaplasma phagocytophilum* in questing ticks, ticks parasitizing rodents and the parasitized rodents – analyzing the host-pathogen-vector interface in a metropolitan area. *Parasit Vectors* 5:191
35. Walder G, Fuchs D, Sarcletti M et al (2006) Human granulocytic anaplasmosis in Austria: epidemiological, clinical, and laboratory findings in five consecutive patients from Tyrol, Austria. *Int J Med Microbiol* 296(40):297–301
36. Overzier E, Pfister K, Herb I et al (2013) Detection of tick-borne pathogens in roe deer (*Capreolus capreolus*), in questing ticks (*Ixodes ricinus*), and in ticks infesting roe deer in southern Germany. *Ticks Tick Borne Dis* 4:320–328
37. Schouls LM, Van De Pol I, Rijpkema SG, Schot CS (1999) Detection and identification of *Ehrlichia*, *Borrelia burgdorferi sensu lato*, and *Bartonella* species in Dutch *Ixodes ricinus* ticks. *J Clin Microbiol* 37:2215–2222
38. Sanogo YO, Parola P, Shpynov S et al (2003) Genetic diversity of bacterial agents detected in ticks removed from asymptomatic patients in north-eastern Italy. *Ann NY Acad Sci* 990:182–190
39. Loewenich FD von, Baumgarten BU, Schröppel K et al (2003) High diversity of ankA sequences of *Anaplasma phagocytophilum* among *Ixodes ricinus* ticks in Germany. *J Clin Microbiol* 41:5033–5040
40. Kawahara M, Rikihisa Y, Isogai E et al (2004) Ultrastructure and phylogenetic analysis of „*Candidatus Neoehrlichia mikurensis*“ in the family *Anaplasmataceae*, isolated from wild rats and found in *Ixodes ovatus* ticks. *Int J Syst Evol Microbiol* 54:1837–1843
41. Jahfari S, Fonville M, Hengeveld P et al (2012) Prevalence of *Neoehrlichia mikurensis* in ticks and rodents from North-west Europe. *Parasit Vectors* 5:74
42. Richter D, Matuschka FR (2012) „*Candidatus Neoehrlichia mikurensis*“, *Anaplasma phagocytophilum*, and lyme disease spirochetes in questing european vector ticks and in feeding ticks removed from people. *J Clin Microbiol* 50:943–947
43. Li H, Jiang JF, Liu W et al (2012) Human infection with *Candidatus Neoehrlichia mikurensis*, China. *Emerg Infect Dis* 18:1636–1638
44. Maurer FP, Keller PM, Beuret C et al (2013) Close geographic association of human neoehrlichiosis and tick populations carrying *Candidatus Neoehrlichia mikurensis* in Eastern Switzerland. *J Clin Microbiol* 51:169–176
45. Skrabalo Z, Deanovic Z (1957) Piroplasmosis in man; report of a case. *Doc Med Geogr Trop* 9:11–16
46. Spielman A (1976) Human babesiosis on Nantucket Island: transmission by nymphal *Ixodes* ticks. *Am J Trop Med Hyg* 25:784–787
47. El-Bahnasawy MM, Khalil HH, Morsy TA (2011) Babesiosis in an Egyptian boy acquired from pet dog, and a general review. *J Egypt Soc Parasitol* 41:99–108
48. Senanayake SN, Papparini A, Latimer M et al (2012) First report of human babesiosis in Australia. *Med J Aust* 196(5):350–352
49. Hildebrandt A, Hunfeld KP, Baier M et al (2007) First confirmed autochthonous case of human *Babesia microti* infection in Europe. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis* 26:595–601
50. Schmidt K, Dressel KM, Niedrig M et al (2013) Public health and vector-borne diseases – a new concept for risk governance. *Zoonoses Public Health* 60(8):528–538

## Wie können wir die Patientensicherheit verbessern?

Das Thema Patientensicherheit hat in der Gesundheitsversorgung in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung gewonnen.

Der offene Umgang und Austausch über unerwünschte Ereignisse wird jedoch bislang eher selten gepflegt, obwohl Studien zeigen, dass in Kliniken in denen ein Fehlerwarnsystem („critical incident reporting systems“, CIRS) genutzt wird, die Rate an unerwünschten Ereignissen abnimmt.

Das Leitthemenheft „Patientensicherheit“ von *Der Unfallchirurg* (Ausgabe 10/2013) regt in folgenden Beiträgen dazu an, sich mit dem Thema auseinander zu setzen, bekannte Möglichkeiten zu nutzen, aber auch über weitere Möglichkeiten nachzudenken:

- Patientensicherheit in der Versorgungsforschung
- Das Aufklärungsgespräch als Teil der Patientensicherheit in der Kindertraumatologie
- Was bedeutet Sicherheit im Krankenhaus?
- „Human factors“ und „crisis resource management“
- Verbessern simulatorbasierte Teamtrainings die Patientensicherheit?

Bestellen Sie diese Ausgabe zum Preis von 36,- EUR zzgl. Versandkosten bei Springer Customer Service Center Kundenservice Zeitschriften Haberstr. 7, 69126 Heidelberg Tel.: +49 6221-345-4303 Fax: +49 6221-345-4229 E-Mail: [leserservice@springer.com](mailto:leserservice@springer.com)

Suchen Sie noch mehr zum Thema? Mit e.Med, dem Online-Paket von Springer Medizin, können Sie schnell und komfortabel in über 500 medizinischen Fachzeitschriften recherchieren. Weitere Infos unter [springermedizin.de/eMed](http://springermedizin.de/eMed).