©Österr. Ges. f. Tropenmedizin u. Parasitologie, download unter www.biologiezentrum.at

Mitt. Österr. Ges. Tropenmed. Parasitol. 14 (1992) 239 - 248

Christian-Albrechts-Universität Kiel (Vorstand: Prof. Dr. W. Wünnenberg)

Prävalenz von *Borellia burgdorferi,* dem Erreger der Lyme-Borreliose, bei Zecken *(Ixodidae)* und haematophagen Insekten *(Diptera, Siphonaptera)* in Schleswig-Holstein, BRD

Andrea Rudolph, Martina Wichelmann, W. Böckeler

Einleitung

Die Lyme-Borreliose ist eine weit verbreitete Infektionskrankheit, die nahezu alle Systeme des menschlichen Körpers erfassen kann mit typischen entzündlichen Reaktionen vor allem der Haut, des Nervensystems und der Gelenke (14). Sie wird von der Spirochaete *Borrelia burgdorferi* hervorgerufen (4) und tritt überall dort auf, wo geeignete Vektoren vorhanden sind. In Europa und den USA ist sie weit verbreitet; sie wird aber auch aus subtropischen Regionen gemeldet (z. B. Brasilien). Übertragen wird dieses Bakterium von verschiedenen Arthropoden; Zecken, insbesondere die Vertreter der *Ixodidae,* gelten als die kompetentesten Vektoren (1).

Entsprechend den bevorzugten Wirten der Zecken sind verschiedene Säugetiere einschließlich des Menschen sowie Vögel von dieser Infektion betroffen, wobei nicht jeder Wirt entsprechende Krankheitssymptome aufweisen muß.

Erst 1982 isolierte BURGDORFER (4) in den USA Spirochaeten aus Zecken und erkannte diese Bakterien als die Erreger der Lyme-Krankheit. Epidemiologische Untersuchungen in den USA und schließlich auch in Ländern Mitteleuropas folgten und machten deutlich, wie weit verbreitet Vektor und Erreger sind.

Die Lyme-Borreliose mit ihren zahlreichen multisystemischen Manifestationen ist eine Krankheit, die häufig unerkannt und dadurch unbehandelt bleibt. Es ist daher notwendig, alle Faktoren, die zu ihrer Verbreitung und zur Aufrechterhaltung des Erregerreservoirs beitragen, zu kennen.

Für Schleswig-Holstein, das nördlichste Bundesland Deutschlands, fehlten jedoch bislang umfassende Daten über die Prävalenz von *B. burgdorferi* in der einheimischen Zeckenfauna.

Daneben warfen Fallberichte von Borreliose-Erkrankungen nach Insektenstich (z. B. 5, 8) die Frage auf, ob auch in diesem Bundesland neben den Zecken andere Haematophagen mit dem Erreger infiziert sind.

In den hier beschriebenen Studien wurden ausgewählte Gebiete Schleswig-Holsteins daraufhin untersucht, ob und inwieweit hier mögliche synanthrope und natürliche Reservoire von *B. burgdorferi* vorkommen. Darminhalt und Haemolymphe von Zecken und Stechinsekten aus verschiedenen Probegebieten wurden hierzu mit Hilfe des indirekten Immunfluoreszenztests (IIFT) auf *B. burgdorferi*-Befall untersucht.

©Österr. Ges. f. Tropenmedizin u. Parasitologie, download unter www.biologiezentrum.at

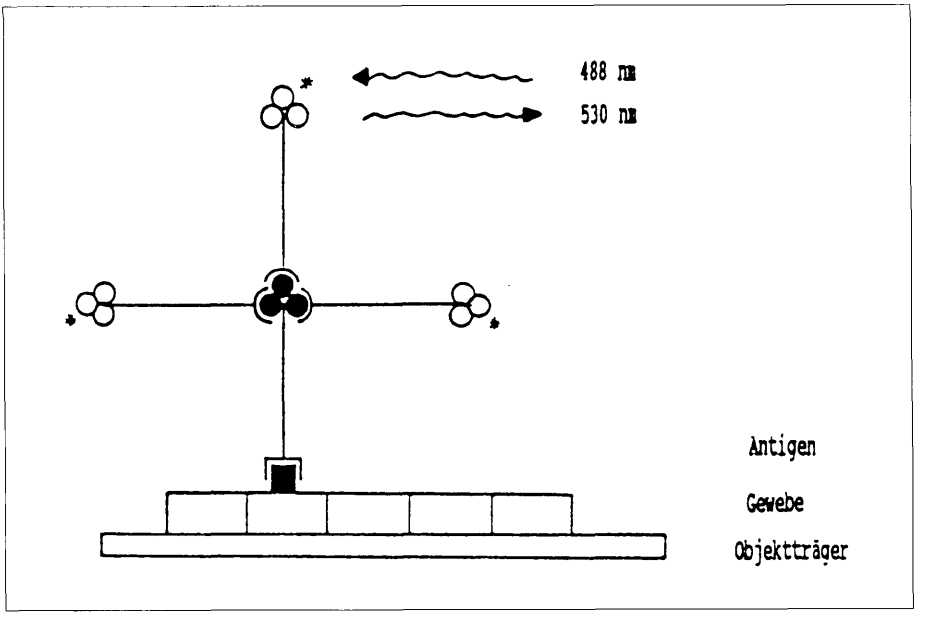

Abb. 1:

Schematische Darstellung der indirekten Immunfluoreszenz (nach ROITT)

Material und Methoden

Fang

Die zu untersuchenden Tiere wurden mittels einer Fangfahne (Zecken) bzw. eines Keschers (Fluginsekten) aus dem Freiland gefangen oder direkt vom Wirt gesammelt (Zecken und stationäre Insekten).

Test

Magen-Darm-Trakt einschließlich der Speicheldrüse und Haemolymphe der Tiere wurden auf einem Objektträger ausgestrichen und im Azetonband 10 Min. fixiert.

Der Borrelien-Nachweis (siehe Abb. 1) wurde mit Hilfe eines polyklonalen Anitkörper-Gemisches aus Humanserum mit bekanntem Titer von Borreliose-Patienten durchgeführt. Das Serum wurde entsprechend dem Titer-Wert vor der Anwendung verdünnt.

Dieses Antikörper-Gemisch wurde im Überschuß auf den Ausstrich aufgetropft. Während der folgenden einstündigen Inkubation bei 37° C in feuchter Kammer setzt die Antigen-Antikörper-Reaktion ein, wenn Borrelien vorhanden sind.

Durch anschließende Waschung (3 × PBS, 1 × A. bidest, je 5 Min. auf Magnetrührer) wurden nicht gebundene Serumbestandteile entfernt. Nach Trocknung der Objektträger wurde ein zweiter Antikörper mit einer Fluoreszenzmarkierung zugegeben, der sich spezifisch gegen menschliche Immunglobuline richtet (Fluoline-G, Fa. biomerieux, FITC-konjugiert; nach Angabe des Herstellers verdünnt).

Nach erneuter Inkubation und Waschung (wie oben), die wegen des lichtempfindlichen Farbstoffes im Dunklen durchgeführt werden mußte, wurden die getrockneten Objektträger mit Glyzerin bedeckt und mit einem Deckglas versehen. Die Auswertung erfolgt im Dunkelraum mittels eines Fluoreszenzmikroskops bei 500facher Vergrößerung.

©Österr. Ges. f. Tropenmedizin u. Parasitologie, download unter www.biologiezentrum.at

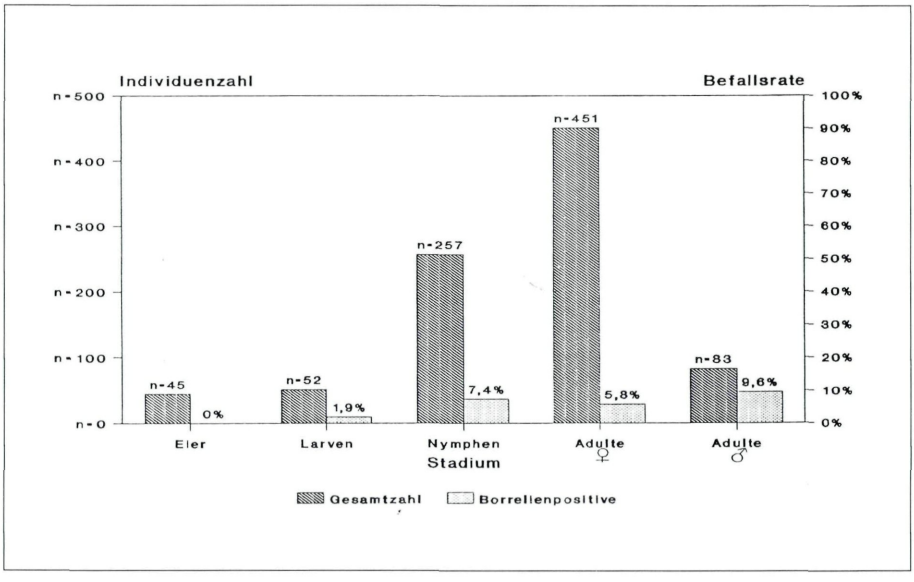

Abb. 2:

Befallsraten der einzelnen Zeckenstadien im Verhältnis zum untersuchten Probenumfang

Um Fehler bei der Fluoreszenzfärbung auszuschließen, wurde jeder Testdurchlauf mit unbekannten Proben von der Durchsicht eines Kontrollobjektträgers mit *B. burgdorferi* aus einer Kultur begleitet.

Ergebnisse

1. Zecken

Insgesamt wurden 851 Zecken, die alle zur Art *I. ricinus* gehörten, aus 50 untersuchungsgebieten Schleswig-Holsteins auf Borrelien-Befall untersucht. 38% dieser Tiere stammten aus dem Freiland; 62% wurden von verschiedenen Wirten gesammelt. 6,3% der untersuchten Zecken waren borrelienpositiv.

In Zecken aus 21 der 50 Gebiete konnte der Erreger nachgewiesen werden; die Prävalenz lag zwischen 2,3 und 28,6%.

Die einzelnen Entwicklungsstadien von *I. ricinus* waren jedoch in unterschiedlichem Maße befallen (s. Abb. 2):

Eier	(n = 45)	Befallsrate 0%
Larven	(n = 52)	Befallsrate 1,9%
Nymphen	(n = 257)	Befallsrate 7,4%
Weibchen	(n = 451)	Befallsrate 5,8%
Männchen	(n = 83)	Befallsrate 9,6%

Die direkt vom Wirt gesammelten Zecken verteilten sich wie folgt auf vier Wirtsgattungen: 55% der Zecken wurden vom Hund entfernt, 29% vom Wild, 12% von Katzen und 4% stammten vom Menschen.

Betrachtet man die infizierten Zecken in diesem Zusammenhang, so fällt auf, daß der Anteil der infizierten Zecken, die von Hunden gesammelt wurden, am größten war

©Österr. Ges. f. Tropenmedizin u. Parasitologie, download unter www.biologiezentrum.at

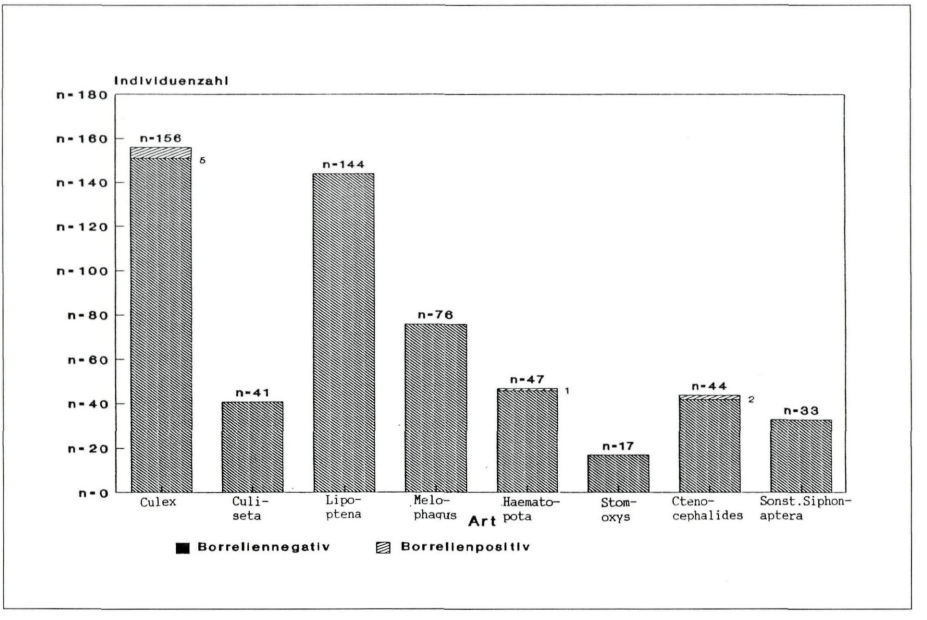

Abb. 3:

Befallsraten der verschiedenen Stechinsektenarten

(n = 282, Befallsrate 7,8%). Dagegen waren die Zecken, die an Rehen gesogen hatten, nur zu 3,3% (n = 151) mit *B. burgdorferi* infiziert.

Die Anzahl der im Ausstrich zu erkennenden Borrelien in einer Zecke differierte erheblich: Die Spanne reichte von weniger als 100 Borrelien pro Ausstrich bis zu mehreren 1.000. Bei einer derartig großen Anzahl präsentierten sich die Borrelien zum Teil in einem Agglomerat. In den meisten Fällen verteilten sich die Bakterien mehr oder weniger einzeln im mikroskopischen Bild.

Die Länge der Borrelien betrug im Durchschnitt 12,5 - 28 µm, mindestens jedoch 10 µm bzw. maximal 36 µm. Der Durchmesser lag bei 0,2 - 0,3 µm.

2. Stechinsekten

Zur Untersuchung von Stechinsekten auf *B. burgdorferi*-Befall konnten 558 Tiere aus elf verschiedenen Arten der *Diptera* und *Siphonaptera* herangezogen werden. In acht Stechinsekten, d. h. bei 1,4% der Gesamtzahl, konnte das Bakterium nachgewiesen werden; sie entstammen drei verschiedenen Arten und vier verschiedenen Probengebieten (siehe Abb. 3):

C. pipiens	(n = 156)	Befallsrate 3,2%
C. felis	(n = 44)	Befallsrate 4,5%
H. pluvialis	(n = 46)	Befallsrate 2,2%

Alle infizierten Mücken und Flöhe wurden im engeren synanthropen Bereich gefangen: Die *Ctenocephalidae* stammten von zwei Katzen, die sich viel im Haus aufhalten, und *C. pipiens* wurde jeweils in und an Häusern gefangen. Die Regenbremse stammt aus einem Sumpfgebiet, das von Wohngebieten umgeben ist.

©Österr. Ges. f. Tropenmedizin u. Parasitologie, download unter www.biologiezentrum.at

Größe und Form der gefundenen Bakterien entsprachen denen der in Zecken gefundenen *B. burgdorferi* (s. o.) und den Literaturangaben. Sie waren zumeist unregelmäßig gewunden; ihre Länge betrug 16 bis 27 µm. Der Durchmesser lag zwischen 0,18 µm und 0,28 µm.

Diskussion

Zecken

Der hier ausgeführte IIFT ermöglicht einen ausreichend spezifischen Nachweis der gesuchten Bakterien:

Das verwendete Humanserum enthielt hochtitrig *B. burgdorferi*-Antikörper, wie mit einem dem hier verwendeten Verfahren vergleichbaren Test festgestellt wurde und stammte von Patienten mit Symptomen der Lyme-Borreliose. Die Gefährdung der Spezifität durch Kreuzreaktionen mit anderen Gattungen der *Spirochaetales* kann nahezu ausgeschlossen werden: Die Vertreter der Gattung *Borrelia,* die das Zeckenrückfallfieber auslösen, sind wie folgende Aufstellung zeigt, nicht in der Bundesrepublik heimisch.

B. duttoni	(Afrika)
B. venezuelensis	(Afrika)
B. hermsii	(USA)
B. tunicatae	(USA)

Auch *B. recurrentis,* der Erreger des Läuserückfallfiebers, ist seit Anfang dieses Jahrhunderts lediglich im nordafrikanischen Raum vertreten (16). Theoretisch könnten Kreuzreaktionen mit einer weiteren Gattung der *Spirochaetales,* mit *Treponema,* stattfinden. Der Vertreter *Treponema pallidum,* der Erreger der Syphilis, kommt in unseren Breiten beim Menschen jedoch nur äußerst selten vor und wird lediglich über Kontaktinfektionen und nicht über Vektoren übertragen. Ebenso vernachlässigbar ist die Möglichkeit einer Kreuzreaktion mit dem Erreger der Leptospirose, den *Leptospira,* eine weitere Gattung der *Spirochaetales* (10a). Diese, wenn auch sehr unwahrscheinlichen, Möglichkeiten der Kreuzreaktionen ließen sich durch eine Voradsorption des verwendeten Humanserums mit Treponema- bzw. Leptospira-Vertretern verhindern.

Die in unserer Studie nachgewiesene weite Verbreitung des Hauptvektors von *B. burgdorferi, I. ricinus,* in Schleswig-Holstein bietet gute Voraussetzungen für die Etablierung des Erregers in der Wild- und Haustierpopulation.

Die Tatsache, daß von verschiedenen Wirten borrelieninfizierte Zecken abgesammelt werden konnten, bestätigte dies. Besonders Hunde erwiesen sich als kompetente Wirte, da der höchste Prozentsatz (7,8%) dieser Zecken von ihnen stammte. Da eine Infektion nicht immer mit deutlichen klinischen Manifestationen einhergeht, sondern auch symptomlos verlaufen kann, können Hunde unbemerkt Reservoirwirte sein und, weil sie häufig von *I. ricinus* befallen werden, zur Verbreitung von *B. burgdorferi* beitragen.

Ein anderer häufiger Wirt dieser Schildzecke ist das Reh *(Capreolus capreolus L.).* Es scheint jedoch nur eine untergeordnete Rolle im Zyklus des Bakteriums zu spielen, da nur 3,3% der von diesem Wirt gesammelten Zecken borrelienpositiv waren.

Der Nachweis von *B. burgdorferi* in allen Stadien der Zeckenentwicklung erhöht ebenfalls die Verbreitungsmöglichkeit des Erregers in Schleswig-Holstein. Daß auch ungesogene Zecken das Bakterium tragen, ist ein Beweis für die Möglichkeit einer transovariellen bzw. transstadialen Übertragung innerhalb des Zeckenzyklus.

Die Herkunft der untersuchten Zecken begründet zum Teil die unterschiedlichen Infektionsraten der drei Stadien. Es erwies sich z. B. als schwierig, gesogene Larven vom

©Österr. Ges. f. Tropenmedizin u. Parasitologie, download unter www.biologiezentrum.at

Wirt zu sammeln. Die hier untersuchten Tiere stammten daher alle aus dem Freiland und hatten noch keine Blutmahlzeit zu sich genommen. Die Infektionsrate von 1,9% ist somit allein auf eine transovarielle Übertragung zurückzuführen.

Zwei wichtige Kriterien für die hier festgestellte höchste Infektionsrate der Nymphen sind die hohe Reservoirkompetenz ihrer bevorzugten Wirte und deren hohe Populationsdichte. Nymphen sitzen im Wildtierbereich bevorzugt an Rötelmäusen *(Clethrionomys glareolus)* und Gelbhalsmäusen *(Apodemus flavicollis)* (8, 15). Der hohe Infektionsgrad dieser Wirte ist durch Antikörpernachweis bestätigt (2). BERGMANNs (3) Untersuchung an Mäusen in Niedersachsen machte deutlich, wie groß die Abundanz der Rötel- und Gelbhalsmäuse ist; Von 495 gefangenen Tieren gehörten 237 der Art *A. flavicollis* und 159 der Art *C. glareolus* an. Diese große Populationsdichte erhöht die Chance, von Zeckennymphen parasitiert zu werden und diese so zu infizieren.

Auch Larven saugen an Mäusen, die aufgenommene Blutmenge ist jedoch wesentlich geringer und eine Übertragung daher seltener.

Die zweithöchste Infektionsrate zeigten die adulten Zecken beiderlei Geschlechts. Hierfür ist besonders die transstadiale Transmission von Bedeutung: MONIN (11) zeigte, daß der größte Prozentsatz von *B. burgdorferi* bei der Passage Nymphe-Adulte übertragen wird. Da, wie in unserer Studie festgestellt, die Nymphen die höchste Infektionsrate aufwiesen, wurden die Adulten zu einem erheblichen Prozentsatz über die transstadiale Übertragung infiziert. Die hohe Durchseuchung der männlichen *I. ricinus* spricht neben der Infektion durch die transstadiale Transmission auch für eine Aufnahme der Borrelien durch den Saugakt. Diese Aussage wird durch die eigene Beobachtung saugender Männchen unterstrichen und widerlegt einige Autoren (z. B. 6), nach deren Meinung männliche Zecken kein Blut saugen.

Daß in dieser Arbeit die Nymphen die höchste Infektionsrate zeigten und nicht die Adulten, liegt vermutlich an der Herkunft dieser Tiere: Da uns die an Haustieren gesogenen Zecken zum Teil von den selben Tierbesitzern zugestellt wurden, ist möglicherweise die Streuung der erfaßten Gebiete oder Wirte nicht groß genug. Andere Arbeiten zeigen, daß Adulte gebietsweise zu einem wesentlich höheren Prozentsatz infiziert sein können: Im Bereich Lüneburg waren z. B. 22% befallen (7).

Auffällig ist der zum Teil hohe Prozentsatz borrelienifizierter Zecken einzelner Probengebiete. Offensichtlich gibt es in diesen Gebieten ein kompetentes Wirtsreservoir, so daß eine Infektion der Hunde und Katzen bzw. der Rehe, von denen die Zecken stammten, über den Vektor Zecke gewährleistet sein muß.

Bei Abschätzung des Gefährdungspotentials stehen die infizierten Zecken, die aus dem Freiland gefangen wurden, an erster Stelle. Da alle Zecken der drei Entwicklungsstadien ungesogen waren, können sie beim nächsten Saugakt ihre Wirte infizieren und so den Kreis der Reservoirwirte vergrößern.

Eine wichtige Rolle spielen hierbei die infizierten Nymphen. Durch den bereits erwähnten, bedeutenden Anteil transstadialer Übertragungen auf adulte Zecken, kann sich der Befall einer Nymphe auf zwei Entwicklungsstadien auswirken und so zur Infektion entsprechend vieler Wirte führen. Durch die teilweise gegebene Parallelität des Wirtsspektrums von Nymphen und Larven, kann eine befallene Nymphe indirekt über diese Wirte auch Larven infizieren. Infizierte Adulte hingegen schaffen durch den Saugakt zwar ein Reservoir für andere Adulte und in geringerem Ausmaß auch für Nymphen, stellen jedoch für die Verbreitung der Bakterien weitgehend eine Sackgasse dar, da *I. ricinus* nach einmaligem Saugakt, Kopulation und Eiablage stirbt. Eine Weitergabe der Borrelien wäre also nur durch eine transovarielle Transmission möglich. Dem Übertragungsweg über die Eier kommt jedoch nur eine untergeordnete Bedeutung zu (10).

©Österr. Ges. f. Tropenmedizin u. Parasitologie, download unter www.biologiezentrum.at

Insekten

Alle hämatophagen Insekten besitzen eine mehr oder minder ausgeprägte Vektorkompetenz für verschiedene Endoparasiten. Es ist daher theoretisch für keine Art von vornherein auszuschließen, daß sie in der Lage ist, *B. burgdorferi* zumindestens mechanisch, zu übertragen. Zwar zeigen die oben angeführten Ergebnisse, daß der Weg über die Zecke ausreichend ist, um das Borrelienreservoir aufrechtzuerhalten; den Stechinsekten fällt jedoch eine akzessorische Rolle zu, wie verschiedene Fallberichte z. B. aus Österreich (13) oder England (9) belegen.

Betrachtet man die durchschnittliche Befallsrate der hier untersuchten Insekten mit *B. burgdorferi,* so scheint diese Zahl, verglichen mit der Rate von 6,3% bei Zecken, relativ gering. Differenziert man innerhalb der einzelnen Arten, so liegt deren Befall zwischen 2,2% *(H. pluvialis)* und 4,5% *(C. felis)*; quantitativ gesehen könnten diese Arten also durchaus einen Anteil am Infektionsgeschehen haben. Eingeschränkt wird diese Feststellung jedoch durch einen Vergleich des Anteils borrelienpositiver Zecken innerhalb eines Fanggebietes (durchschnittlich 13,7%) mit dem der Insekten (durchschnittlich 7,4%). Die Möglichkeit einer Infektion der verschiedenen Wirte durch Zecken ist also in den meisten Gebieten größer als durch Insekten (immer vorausgesetzt, daß die Vektorkompetenz überhaupt vergleichbar ist). Abgesehen davon konnten nur in vier von 28 Probegebieten borrelienpositive Insekten gefangen werden; bei den Zecken waren es 21 von 50 Gebieten.

Voraussetzung für die Vergleichbarkeit von Zecken und Stechinsekten in ihrer Rolle als Vektoren für *B. burgdorferi* ist, daß sich die Bakterien in letzteren ebenfalls vermehren und über Speichel und Regurgitat auf weitere Wirte übertragen werden können. Eine rein mechanische Übertragung durch adhäsive oder perintestinale Verschleppung des Erregers würde rein zufällig erfolgen und nur wenig zur Verbreitung der Borrelien beitragen. Zur Klärung dieser Frage wären Fütterungsversuche mit den entsprechenden Arten notwendig. Unsere Ergebnisse sprechen nicht dafür, daß hämatophage Insekten mehr als sekundär ergänzende und wahrscheinlich mechanische Vektoren für *B. burgdorferi* sind. Ihre Bedeutung für deren Verbreitung sollte daher nicht überbewertet werden.

Beachtenswert ist allerdings, daß *C. pipiens* und *C. felis* bis in den engen synanthropen Bereich vordringen und so die Gefahr einer Borrelieninfektion näher an den Menschen herantragen.

Unsere Untersuchungen haben gezeigt, daß in Schleswig-Holstein ein Reservoir von *B. burgdorferi* besteht, das durch *I. ricinus* aufrechterhalten und verbreitet wird. Borrelienpositive Stechinsekten sind Indikatoren für endemische Gebiete und können eventuell akzessorisch zur Verbreitung beitragen.

Zusammenfassung

Mit Hilfe des indirekten Immunfluoreszenz-Tests wurden 851 Zecken der Art *Ixodes ricinus* und 558 haematophage Insekten aus elf verschiedenen Arten der *Diptera* und *Siphonaptera* auf Befall mit *Borrelia burgdorferi (Spirochaetaceae),* dem Erreger der Lyme-Borreliose, untersucht.

Die Tiere stammten aus 50 (Zecken) bzw. 28 (Insekten) verschiedenen Probegebieten Schleswig-Holsteins und wurden entweder direkt aus dem Freiland oder von verschiedenen vertebraten Wirten gesammelt.

Die Untersuchung der Zecken ergab, daß alle drei Entwicklungsstadien den Erreger, wenn auch in unterschiedlichem Maß, beherbergen. Besonders Nymphen (Befallsrate

©Österr. Ges. f. Tropenmedizin u. Parasitologie, download unter www.biologiezentrum.at

7,4%) verbreiten *B. burgdorferi* unter den Reservoirwirten. Ein großer Teil der infizierten Zecken wurde von Hunden abgesammelt, die offenbar besonders reservoirkompetent sind; der Anteil infizierter Zecken von Rehen war dagegen gering.

Insgesamt wurden in 21 der 50 Gebiete Zecken mit *B. burgdorferi*-Infektion gefunden; die Prävalenz lag zwischen 2,3% und 28,6%.

B. burgdorferi ist in Schleswig-Holstein zusammen mit seinem Vektor *I. ricinus* weit verbreitet. Die Befallsrate aller untersuchten Zecken lag bei 6,3%.

Von den aus sieben Familien stammenden blutsaugenden Insekten waren insgesamt 1,4% mit *B. burgdorferi* befallen, wobei die infizierten Tiere jedoch nur drei Arten angehörten: *Culex pipiens* (Befallsrate 3,2%), *Haematopota pluvialis* (Befallsrate 2,2%) und *Ctenocephalides felis* (Befallsrate 4,5%). Nach unseren Ergebnissen sind diese Haematophagen jedoch nur akzessorische Vektoren der Bakterien, die nicht zur Aufrechterhaltung oder Verbreitung des Borrelien-Reservoirs notwendig sind. Eine mechanische Übertragungsmöglichkeit ist jedoch wahrscheinlich. Eine Gefahr besteht hierbei auch für den Menschen, da vor allem *C. pipiens* und *C. felis* bis in den engen synanthropen Bereich vordringen.

Schlüsselwörter

Lyme-Borreliose, *Borrelia burgdorferi,* Immunfluoreszenztest, Zecken, Stechinsekten, Schleswig-Holstein (BRD).

Summary

Praevalence of *Borrelia burgdorferi,* the etiologic agent of Lyme Borreliosis, in ticks *(Ixodidae)* and haematophageous insects *(Diptera, Siphonaptera)* in Schleswig-Holstein, FRG

By means of indirect immuno-fluorescence assay 851 ticks *(Ixodes ricinus)* and 558 haematophagus insects of the orders *Diptera* and *Siphonaptera* (11 different species) have been investigated on infection with *Borrelia burgdorferi (Spirochaetacea).*

The ticks were collected in 50, the insects in 28 different areas of Schleswig-Holstein, either directly from the vegetation or from different vertebrate species.

All three developmental stages harboured *B. burgdorferi,* but to a different extent. Especially nymphs (prevalence 7,4%) propagate *B. burgdorferi* among the reservoir hosts. A high amount of infected ticks was gathered from dogs being obviously a very competent reservoir, whereas the amount of the infected ticks from roe deers rather low.

Altogether ticks from 21 out of the 50 areas were found to be infected with *B. burgdorferi;* representing a prevalence between 2,3% and 28,6% with an average prevalence in all infected tick-stages of 6,3%.

Totally 1,4% of the haematophagus insects out of seven families were infected with *B. burgdorferi.* The infected specimens, however, belonged to only three species: *Culex pipiens* (3,2%), *Haematopota pluvialis* (2,2%) and *Ctenocephalides felis* (4,5%). Probably, the haematophagus insects are only accessory vectors of the germs being not essential for the maintainance or distribution of the *Borrelia* reservoir. However, a mechanical transmission is probable, especially concerning *C. pipiens* and *C. felis,* since they are present in synanthropic regions.

Key words

Lyme-Borreliosis, *Borrelia burgdorferi,* immuno-fluorescence assay, ticks, biting insects, Schleswig-Holstein (FRG).

©Österr. Ges. f. Tropenmedizin u. Parasitologie, download unter www.biologiezentrum.at

Literatur

1. ANDERSON, J. F., MAGNARELLI, L. A. (1984):
Avian and Mammalian Hosts for Spirochete-Infected Ticks and Insects in a Lyme Disease Focus in Connecticut.
Yale J. Biol. Med. 57, 627-641.

2. BARK, S.:
Zur Diagnose und Verbreitung der einheimischen Zecken-Borreliose beim Tier.
Vet.-Med. Diss., München, 1986.

3. BERGMANN, J.:
Zum Vorkommen der einheimischen Borreliose bei Zecken, Wild- und Haustieren in einem niedersächsischen Moor.
Vet.-Med. Diss., Hannover, 1990.

4. BURGDORFER, W., BARBOUR, A. G., HAYES, S. F., BENACH, J. L., GRUNWALDT, E., DAVIS, J. P. (1982):
Lyme disease — A tick-borne spirochetosis?
Science 216, 1317-1319.

5. HÅRD, S. (1966):
Erythema chronicum migrans (Afzelii) associated with mosquito bite.
Acta Derm. Venerol. (Stockh.) 46, 473-476.

6. HIEPE, T., RIBBECK, R.:
Lehrbuch der Parasitologie, Band 4: Veterinärmedizinische Arachno-Entomologie.
Stuttgart, 1982.

7. HORST, H.:
Einheimische Zeckenborreliose (Lyme-Krankheit) bie Mensch und Tier.
Erlangen, 1991.

8. LUGER, S. W. (1990):
Lyme Disease Transmitted by a "Biting Fly".
N. Engl. J. Med. 322, 1752.

9. MacALLAN, D. C., HUGHES, C. A., BRADLOW, A. (1987):
Lyme arthritis in southern England.
Br. Med. J. 294, 1062-1063.

10. MAGNARELLI, L. A., ANDERSON, J. F., FISH, D. (1987):
Transovarial Transmission of Borrelia burgdorferi in Ixodes dammini (Acari: Ixodidae).
J. Infect. Dis. 156, 234-236.

10a. MAGNARELLI, L. A., ANDERSON, J. F., JOHNSON, R. C. (1987):
Cross-Reactivity in Serological Tests for Lyme Disease and other Spirochaetal Infections.
J. Infect. Dis. 156, 183-188.

11. MONIN, R., GERN, L., AESCHLIMANN, A. (1989):
A Study of the Different Modes of Transmission of Borrelia burgdorferi by Ixodes ricinus.
Zbl. Bakt. Suppl. 18, 14-20.

12. ROITT, I. M.:
Leitfaden der Immunologie.
3. Aufl., Darmstadt, 1988.

13. STANEK, G., WEWALKA, G., GROH, V., NEUMANN, R., KRISTOFERITSCH, W. (1985):
Differences Between Lyme Desease and European Arthropod-Borne Borrelia Infections.
Lancet 238, 401.

14. STEERE, A. C. (1989):
Lyme Disease.
New England J. Med. 321, 586-595.

15. WALTER, G., LIEBISCH, A. (1980):
Untersuchungen zur Biologie und Verbreitung von Zecken (Ixodidae) in Norddeutschland.
Zs. angew. Zool. 67, 449-473.

16. WIESMANN, E. (1982):
Medizinische Mikrobiologie.
5. Aufl., Thieme, Stuttgart, New York, 543 pp.

©Österr. Ges. f. Tropenmedizin u. Parasitologie, download unter www.biologiezentrum.at

KORRESPONDENZADRESSE:

A. Rudolph, M. Wichelmann
Zoologisches Institut der Christian-Albrechts-Universität Kiel

Olshausenstraße 40 - 60
D-W 2300 Kiel 1 · Bundesrepublik Deutschland

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Mitteilungen der Österreichischen Gesellschaft für Tropenmedizin und Parasitologie

Jahr/Year: 1992

Band/Volume: 14

Autor(en)/Author(s): Rudolph Andrea, Wichelmann Martina, Böckeler Wolfgang

Artikel/Article: Prävalenz von Borellia burgdorferi, dem Erreger der Lyme-Borreliose, bei Zecken (Ixodidae) und haematophagen Insekten (Diptera, Siphonaptera) in Schleswig-Holstein, BRD. 239-248