

# Das Dilemma der Lyme Borreliose beim Hund unter besonderer Berücksichtigung der „Lyme Nephritis“

B. Gerber<sup>1</sup>, S. Eichenberger<sup>1</sup>, K. Haug<sup>1</sup>, M. M. Wittenbrink<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Klinik für Kleintiermedizin und <sup>2</sup>Institut für Veterinärakteniologie der Universität Zürich

## Zusammenfassung

Lyme Borreliose ist die am häufigsten beschriebene, durch Zecken übertragene Infektionskrankheit des Menschen in der nördlichen Hemisphäre. Auch beim Hund werden gewisse Erkrankungen mit Lyme Borreliose in Zusammenhang gebracht, aber es konnten nur intermittierende Lahmheit mit geschwollenen Gelenken, Lymphadenomegalie, Fieber und Anorexie im Experiment nachgewiesen werden. Borreliose gilt als überdiagnostizierte Erkrankung. Der Begriff „Lyme Nephritis“ wurde für Hunde verwendet mit charakteristischen Nierenveränderungen und typischen klinischen Zeichen, bei denen Antikörper gegen *Borrelia burgdorferi* festgestellt wurden. In verschiedenen Untersuchungen wurde versucht, einen Zusammenhang zwischen Nierenerkrankung und einer *B. burgdorferi* Infektion zu zeigen, was aber bisher nicht gelang. Die Gründe für die Unklarheit über die Auswirkungen von Borreliose beim Hund liegen im häufigen Vorkommen von Antikörpern gegen *B. burgdorferi* sowie in der unklaren klinischen Präsentation und den ungenauen serologischen Tests.

Schlüsselwörter: Berner Sennenhund, *Borrelia burgdorferi*, Glomerulonephritis

## The dilemma with Lyme borreliosis in the dog with particular consideration of „Lyme nephritis“

Lyme borreliosis is the most commonly reported tick-transmitted infectious disease in the northern hemisphere in humans. Certain diseases are associated with Lyme borreliosis in the dog as well, but only intermittent lameness with articular swelling, lymphadenomegaly, fever, and anorexia were experimentally documented. Lyme borreliosis is considered an over diagnosed disease. The term „Lyme nephritis“ was introduced for dogs with characteristic renal lesions and typical clinical signs, in which antibodies against *Borrelia burgdorferi* were found. Different studies have been aimed at showing a relation between renal disease and *B. burgdorferi* infection; however, this was not possible until now. Reasons for the uncertainty of the effects of *B. burgdorferi* in the dog are the high prevalence of circulating antibodies, the unspecific clinical picture and the inaccuracy of serologic tests.

Keywords: Bernese, *Borrelia burgdorferi*, Glomerulonephritis

## Einleitung

Lyme Borreliose ist die am häufigsten beschriebene, durch Zecken übertragene Infektionskrankheit des Menschen in der nördlichen Hemisphäre. Schon am Anfang des 20. Jahrhunderts wurde beim Mensch das „Erythema migrans“ eine typische, flächenhafte, sich ringförmig ausbreitende Hautrötung in Zusammenhang mit Zeckenstichen beschrieben. Später in den 70er Jahren wurde bei Kindern in der Gegend der Ortschaft Lyme beobachtet, dass sich nach dem „Erythema migrans“ eine Arthritis entwickelte. Dieses klinische Bild wurde „Lyme Erkrankung“ genannt. Erst 1982 wurde der Erreger *Borrelia burgdorferi* als Verursacher der Erkrankung entdeckt

(Bratton et al., 2008). Auslöser der Lyme Borreliose sind *B. burgdorferi* sensu lato von denen die wichtigsten Arten *B. burgdorferi* sensu stricto, *B. garinii* und *B. afzelii* sind. In den USA kommt nur die Spezies *B. burgdorferi* sensu stricto vor, während in Europa *B. afzelii* und *B. garinii* vorherrschen (Hubálek und Halouzka, 1997). Der Erreger wird durch Zecken der Gattung *Ixodes* übertragen. Diese Zecken befallen Menschen und andere Wirbeltiere, Hunde eingeschlossen (Greene und Straubinger, 2006). Borreliose gilt sowohl beim Mensch als auch beim Hund als überdiagnostizierte Erkrankung. So hat eine kürzlich durchgeführte Untersuchung (Speck et al., 2007) gezeigt, dass 44 % der Hunde, mit klinischem Verdacht auf Borreliose eine andere Erkrankung hatten.

## Borreliose beim Hund

Während beim Mensch die Beziehung des Erregers *B. burgdorferi* zur „Lyme Erkrankung“ klar erscheint, besteht beim Hund weiterhin Unsicherheit über die Auswirkungen von Borreliosen (Evison et al., 2006). Die einzigen experimentellen Studien, bei denen eindeutige klinische Symptome erzeugt werden konnten, wurden an jungen, mit *B. burgdorferi* infizierten Beagles in den USA durchgeführt. Die wichtigsten klinischen Symptome waren Fieber, intermittierende Lahmheit mit geschwollenen Gelenken, Lymphadenomegalie und Anorexie (Greene und Straubinger, 2006). Ein „Erythema migrans“ konnte nicht festgestellt werden. Bei den erwähnten Beagles wurde 49 bis 581 Tage nach der Infektion eine Sektion durchgeführt (Summers et al., 2005). Dabei wurden nur vergrößerte Lymphknoten mit folliculärer und parafollikulärer Hyperplasie, Polyarthritiden mit zum Teil makroskopisch geschwollenen Gelenken, eine Dermatitis in der Region, wo die Zecken angesetzt wurden und bei einigen Hunden Periarteritis und Perineuritis in Gelenkskapseln, perinodalen Weichteilen und der Haut festgestellt. In keinen anderen Organen wurden Veränderungen gefunden, insbesondere auch keine Nierenveränderungen. Experimentell wurde bisher nur eine einzige Studie mit in Europa vorkommenden Spezies durchgeführt (Jenal, 2002). In dieser Schweizer Studie serokonvertierte nur einer von 6 Hunden, bei denen Zecken angesetzt wurden und nur 4 Tiere zeigten vorübergehende Lahmheit.

Andere beim Hund beobachtete Symptome, die mit Lyme Borreliose in Verbindung gebracht wurden, sind rheumatoide Arthritis, neurologische Dysfunktionen, Herzarrhythmen und Glomerulonephritis und nur deshalb, weil gleichzeitig ein positiver Antikörpertiter gegen *B. burgdorferi* mit Lyme Borreliose vorhanden war. Im Experiment konnten diese klinischen Bilder jedoch nie erzeugt werden.

## Diagnostik

Bedingt durch die unspezifischen klinischen Zeichen beim Hund ist die Diagnose der Lyme Borreliose schwierig (Littman et al., 2006). Zum Nachweis einer Infektion mit *B. burgdorferi* werden meist Antikörper gesucht. Leider trägt aber die fehlende Genauigkeit serologischer Tests viel zur Verunsicherung in der Diagnostik bei. Wegen der Ähnlichkeit der Antigene von *B. burgdorferi* mit denjenigen anderer Spirochäten und anderer Bakterien, die zur natürlichen Mikroflora der Hunde gehören oder als pathogene Keime vorkommen, sind falsch positive Resultate insbesondere bei Ganzzell-ELISA Tests häufig. Deshalb wird empfohlen, positive Ganzzell-ELISA Testresultate mittels Westernblot zu bestätigen (Magnarelli et al., 2000). Im Westernblot wird getestet, ob das Serum auf ausgewählte *B. burgdorferi* Antigene reagiert. Damit können durch kreuzreagierende Antikörper erzeugte, falsch

positive Resultate im Ganzzell-ELISA erkannt werden (Greene und Straubinger, 2006). Zudem lassen sich mittels Westernblot infizierte von geimpften Tieren unterscheiden. Da in verschiedenen Labors meist verschiedene Testverfahren durchgeführt werden, sind diese oft nicht vergleichbar.

Bei neueren Tests wird die Spezifität von ELISA Verfahren erhöht, indem das synthetische Peptid C6 als Antigen verwendet wird. Dieses Peptid entspricht der IR6, einer immunodominante Region des VlsE (Vmp-like sequence, Expressed) Oberflächen-Lipoproteins von Borreliien und ist genetisch, strukturell und antigenetisch bei verschiedenen *B. burgdorferi* Spezies konserviert (Greene und Straubinger, 2006). Die Gene der IR6 werden nur bei einer aktiven Infektion exprimiert. Aus diesem Grund werden stark positive Tests mit dem C6 ELISA als Zeichen einer aktiven Infektion interpretiert. In einer Studie (Levy et al., 2002) konnte gezeigt werden, dass bei Hunden mit einem C6-ELISA die gleichen Resultate erzielt wurden, wie mit einem Ganzzell-ELISA kombiniert mit einem Westernblot. Der C6-ELISA hatte gegenüber anderen ELISA Tests den Vorteil, dass bei geimpften Tieren keine positiven Reaktionen entstanden. Ein C6 Schnelltest hat sich auch bei Seren von Schweizer Hunden als brauchbar erwiesen (Sensitivität 81 %, Spezifität 77 %), was nicht selbstverständlich ist, da diese Tests vor allem an Tieren mit *B. burgdorferi* sensu stricto Infektionen evaluiert wurden (Haug, 2006). Die C6 ELISAs sind vielversprechende Tests zum Nachweis von Antikörpern gegen *B. burgdorferi*, insbesondere auch, weil durch die breitere Nutzung desselben Antigens in der Serodiagnostik die Vergleichbarkeit der Laborresultate verbessert wird.

Kultur und PCR zur Suche nach *B. burgdorferi* Keimen werden eher selten verwendet. Kulturen werden nur in spezialisierten Labors durchgeführt und sind sehr aufwändig. Zudem ist durch die geringe Keimdichte die Wahrscheinlichkeit eines positiven Resultats gering. PCR ist besser zugänglich, ihre Spezifität für eine aktive Infektion wird aber als tief beurteilt, weil PCR nicht zwischen lebenden und abgestorbenen Organismen unterscheidet und trotz klinischer Heilung positiv bleiben kann (Hengge et al., 2003).

## Antikörperprävalenz

In einer älteren Studie aus der Schweiz (Pfister et al., 1989) wiesen von 176 gesunden Hunden 9 % einen positiven Antikörper Titer gegen *B. burgdorferi* auf. In neueren Arbeiten (Eichenberger, 2005; Gerber et al., 2007) wurde eine Prävalenz von 15 % (62 Hunde ohne Berner Sennenhunde) festgestellt. Der Grund einer höheren Prävalenz in der späteren Studie ist am ehesten in den unterschiedlichen Testverfahren zu suchen. Es bestehen nämlich keine Hinweise, dass sich der Infektionsdruck in der Schweiz in den Jahren zwischen den beiden Studien verstärkt hätte. Bereits 1986 wurden in 5 %–34 % der *I. ricinus* Zecken

Borrelien gefunden und keine der untersuchten Zeckenpopulationen war frei von Borrelien (Aeschlimann et al., 1986). Ähnliche Zahlen wurden auch in einer Untersuchung von 2004 aus der Westschweiz mit 9–47% infizierten Zecken publiziert (Jouda et al., 2004). Es konnte auch gezeigt werden, dass Zecken in allen Regionen der Schweiz mit Borrelien befallen waren, aber die Verteilung der Spezies unterschiedlich war. So konnten im Tessin *B. garinii*, aber nicht *B. afzelii* oder *B. burgdorferi* sensu stricto festgestellt werden (Jouda et al., 2003), während in der Region Interlaken 47% *B. garinii*, 29% *B. afzelii* und 24% *B. burgdorferi* sensu stricto gefunden wurden (Jouda et al., 2004). Im Wallis wiederum, war *B. burgdorferi* sensu stricto am häufigsten (57%), gefolgt von *B. garinii* (37%) und *B. afzelii* (7%) (Péter et al., 1995).

Eine sehr hohe Prävalenz von 58% wurde beim Berner Sennenhund (n = 160) festgestellt und war damit deutlich höher als 15% bei anderen Hunderassen (n = 62), die in denselben Gegenden und unter denselben Bedingungen gehalten wurden (Gerber et al., 2007). Der Grund für diese hohe Prävalenz bei Berner Sennenhunden ist unklar, könnte aber auf eine mögliche Rasseprädisposition hinweisen.

## Lyme Nephritis bei Hunden

„Lyme Nephritis“ ist eine typische Erkrankung beim Hund und der Begriff wurde durch Dambach et al. (1992, 1997) in den 90er Jahren geprägt. Die Namensgebung basierte auf der Beobachtung von speziellen Nierenveränderungen bei Hunden, die Antikörper gegen *B. burgdorferi* aufwiesen. Die Läsionen wurden als Glomerulonephritis, diffuse tubuläre Nekrosen mit Regeneration und interstitieller Entzündung beschrieben. Am häufigsten wurde eine membranoproliferative Glomerulonephritis gefunden. Beim Menschen wurden nur 3 Fälle publiziert, bei denen eine Nierenerkrankung mit Borreliose in Zusammenhang gebracht wurde (Kelly et al., 1999; Kirmizis et al., 2004; Zachaus, 2008).

Das klinische Bild beim Hund wurde als rasch verlaufende, fatal endende glomeruläre Erkrankung beschrieben (Sanders et al., 1997). Labrador- und Golden Retriever waren am häufigsten erkrankt. Es wird vermutet, dass die Nierenschädigungen ein immunvermitteltes Phänomen darstellen und es konnte gezeigt werden, dass die Konzentration von *B. burgdorferi* induzierten zirkulierenden Immunkomplexen mit einem hohen Titer im ELISA-Test korrelierte (Goldstein und Atwater, 2006). Bereits in früheren Untersuchungen wurde vermutet, dass *B. burgdorferi* Nephropathien auslösen kann. Magnarelli et al. (1987) beschrieben 5 Hunde, die Nierenerkrankungen und gleichzeitig Antikörper gegen *B. burgdorferi* aufwiesen. Drei der 5 Hunde zeigten auch Lahmheit und bei einem Hund wurden mittels Immunfluoreszenz Spirochaeten in der Niere nachgewiesen. Nur ein Jahr später wurden bei einem Labrador, bei dem im Urin und in den

Nieren Borrelien vermutet wurden, ebenfalls Nierenläsionen beschrieben (Grauer et al., 1988). Der Hund wies einen stark positiven Antikörpertiter gegen *B. burgdorferi* auf. In einer weiteren Untersuchung (Reusch et al., 1994), bei der gehäuft Glomerulonephritis bei Berner Sennenhunden festgestellt und eine familiäre Ursache vermutet wurde, waren alle gestesteten Hunde ebenfalls *B. burgdorferi* positiv.

Bei allen oben beschriebenen Fällen wurde eine Nierenerkrankung gleichzeitig mit einem positiven Antikörpertiter festgestellt. Es hat sich aber gezeigt, dass bei Hunden, insbesondere bei Berner Sennenhunden, die Prävalenz von Antikörpern sehr hoch sein kann (bis 58%) und damit ein gleichzeitiges Vorliegen beider Befunde ohne direkten Zusammenhang möglich ist. Auch neuere Untersuchungen konnten keinen Zusammenhang zwischen *B. burgdorferi* und Glomerulonephritis herstellen. Bei Hunden, bei denen auf Grund von Antikörpern gegen *B. burgdorferi* und typischen histologischen Nierenveränderungen ein Verdacht auf „Lyme nephritis“ bestand, wurde für die Suche nach Borrelien die Fluoreszenz-in-situ-Hybridisierung (FISH) eingesetzt (Hutton et al., 2008). In 2 von 21 Fällen konnten zwar Borrelien entdeckt werden, das Ergebnis wurde aber von den Autoren selbst in Frage gestellt, da nur je ein Organismus in den Nierentubuli entdeckt wurde und zu einer sicheren Diagnose der Nachweis mehrere Erreger notwendig ist.

Weil Proteinurie der wichtigste Marker einer Glomerulopathie ist, wurde sowohl bei gesunden Labrador- und Golden Retrievern als auch bei gesunden Berner Sennenhunden untersucht, ob bei Antikörper positiven Hunden die Ausscheidung von Eiweiss im Urin erhöht ist (Goldstein et al., 2007; Gerber et al. 2009). In diesen Untersuchungen wurden verschiedene Methoden zur Proteinebestimmung im Urin verwendet, doch bei keiner der Methoden konnte ein Unterschied in der Eiweissausscheidung zwischen Hunden mit und Hunden ohne Antikörper gegen *B. burgdorferi* festgestellt werden. Auch eine späte Auswirkung von *B. burgdorferi* auf die Gesundheit von Hunden konnte nicht nachgewiesen werden. Seropositive Hunde, die nach 2–3 Jahren erneut untersucht wurden, wiesen nicht häufiger Anzeichen von Glomerulopathie oder Lahmheit als seronegative Hunde auf (Gerber et al., 2009).

## Schlussfolgerungen

Lyme Borreliose ist eine beim Hund überdiagnostizierte Erkrankung. Selbst im Experiment konnten durch *B. burgdorferi* nur milde, wenig spezifische Symptome erzeugt werden. Die Diagnose wird durch die hohe Prävalenz von Antikörpern, die auch bei gesunden Hunden vorkommen und ungenaue Testverfahren erschwert. Der Nachweis, dass „Lyme Nephritis“ eine durch *B. burgdorferi* verursachte Nephropathie ist, konnte bisher nicht erbracht werden und deshalb sollte dieser Begriff vermieden werden.

### Le dilemme de la borréliose de Lyme chez le chien et en particulier de la «néphrite de Lyme»

La borréliose de Lyme est la maladie infectieuse humaine transmise par les tiques la plus fréquemment décrite dans l'hémisphère nord. Certaines affections sont également mises en rapport avec elle chez le chien mais, expérimentalement, on n'a pu mettre en évidence que des boiteries intermittentes avec des articulations enflées, un grossissement des ganglions lymphatiques, de la fièvre et de l'anorexie. On considère que la borréliose est une maladie surdiagnostiquée. Le concept de néphrite de Lyme a été utilisé chez le chien en présence d'altérations typiques des reins accompagnée de signes cliniques évidents, dans lesquels des anticorps contre *Borrelia burgdorferi* ont été trouvé. Dans plusieurs examens, on a essayé de trouver une relation entre l'affection rénale et une infection à *B. Burgdorferi* mais sans succès jusqu'à présent. Les raisons du manque de clarté de l'action des Borrelia chez le chien sont à chercher dans la présence fréquente d'anticorps contre *B. burgdorferi* ainsi que dans les présentations cliniques peu claires et les tests sérologiques inexacts.

### Il dilemma della borelliosi di Lyme nel cane con particolare attenzione alla „nefrite di Lyme“

La borelliosi di Lyme è la malattia infettiva trasmissibile all'uomo dalle zecche, la più frequentemente descritta nell'emisfero Nord. Anche nel cane sono state dimostrate sperimentalmente che, certe malattie sono strettamente connesse alla borelliosi di Lyme come la zoppia intermittente con gonfiore delle articolazioni, la linfoadenomegalia, la febbre e l'anorexia. La borelliosi è una malattia utradiagnosticata. Il termine „nefrite di Lyme“ viene utilizzato per i cani, nei quali sono stati rilevati degli anticorpi contro la *Borrelia burgdorferi* e si sono riscontrati modifiche renali caratteristiche e segni clinici tipici. Con varie analisi, si è cercata la correlazione tra le malattie renali e un'infezione da *B. burgdorferi* ma finora non vi sono stati risultati. I motivi per la confusione sugli effetti della Borellia nei cani si trovano nella mancanza di una chiara presentazione clinica, di inesatti test sierologici e nella frequente comparsa di anticorpi contro la *B. burgdorferi*.

## Literatur

Aeschlimann A., Chamot E., Gigon F., Jeanneret J.P., Kesseler D., Walther C.: *B. burgdorferi* in Switzerland. Zbl. Bakt. Hyg. A. 1986, 263: 450–458.

Bratton R.L., Whiteside J.W., Hovan M.J., Engle R.L., Edwards F.D.: Diagnosis and treatment of Lyme disease. Mayo Clin. Proc. 2008, 83: 566–571.

Eichenberger S.: Zu Vorkommen und Häufigkeit von Glomerulonephritis und Antikörpern gegen *Borrelia burgdorferi* beim Berner sennenhund. Dissertation, Universität Zürich, 2005.

Evison J., Aebi C., Francioli P., Peter O., Bassetti S., Gervaix A., Zimmerli S., Weber R.: Abklärung und Therapie der Lyme-Borreliose bei Erwachsenen und Kindern. Empfehlungen der Schweizerischen Gesellschaft für Infektiologie. Teil 1: Epidemiologie und Diagnostik. Rev. Med. Suisse. 2006, 2: 919–924.

Gerber B., Eichenberger S., Wittenbrink M.M., Reusch C.E.: Increased prevalence of *Borrelia burgdorferi* infections in Bernese Mountain Dogs: a possible breed predisposition. BMC Vet. Res. 2007, 3: 15.

Gerber B., Eichenberger S., Haug K., M. W.M., E. R.C.: Bernese Mountain dogs: Studies into the association of urine protein excretion and infection with *Borrelia burgdorferi*

sensu lato. Vet. J. 2009: In press (DOI information: 10.1016/j.tvjl.2008.1008.1022).

Gerber B., Haug K., Eichenberger S., Reusch C.E., Wittenbrink M.M.: Follow-up of Bernese Mountain dogs and other dogs with serologically diagnosed *Borrelia burgdorferi* infection: What happens to seropositive animals? BMC Vet. Res. 2009, 5: 18.

Goldstein R.E., Atwater D.Z.: Evaluation of serology and circulating immune complexes in dogs naturally infected with *Borrelia burgdorferi*. J. Vet. Intern. Med. 2006, 20: 713 (abstract).

Goldstein R.E., Cordner A.P., Sandler J.L., Bellohusen B.A., Erb H.N.: Microalbuminuria and comparison of serologic testing for exposure to *Borrelia burgdorferi* in nonclinical Labrador and Golden Retrievers. J. Vet. Diagn. Invest. 2007, 19: 294–297.

Grauer G.F., Burgess E.C., Cooley A.J., Hagee J.H.: Renal lesions associated with *Borrelia burgdorferi* infection in a dog. J. Am. Vet. Med. Assoc. 1988, 193: 237–239.

Greene C.E., Straubinger R.K.: Borreliosis. In: Infectious diseases of the dog and the cat. Hrsg. C.E. Greene, Saunders Elsevier, St. Louis, 2006, 417–435.

Haug K.: Zum Verlauf und Vorkommen von Glomerulonephritis und Antikörpertitern gegen *Borrelia burgdorferi* bei Berner Sennenhunden. Dissertation, Universität Zürich, 2006.

Hengge U.R., Tannapfel A., Tyring S.K., Erbel R., Arendt G., Ruzicka T.: Lyme borreliosis. Lancet Infect. Dis. 2003, 3: 489–500.

Hubálek Z., Halouzka J.: Distribution of *Borrelia burgdorferi* sensu lato genomic groups in Europe, a review. Eur. J. Epidemiol. 1997, 13: 951–957.

Hutton T.A., Goldstein R.E., Njaa B.L., Atwater D.Z., Chang Y.F., Simpson K.W.: Search for *Borrelia burgdorferi* in kidneys of dogs with suspected “Lyme nephritis”. J. Vet. Intern. Med. 2008, 22: 860–865.

Jenal K.: Studie zur Pathogenese und klinischen Symptomatik der Borreliose beim Hund nach experimenteller Infektion. Dissertation, Universität Zürich, 2002.

Jouda F., Crippa M., Perret J.L., Gern L.: Distribution and prevalence of *Borrelia burgdorferi* sensu lato in *Ixodes ricinus* ticks of canton Ticino (Switzerland). Eur. J. Epidemiol. 2003, 18: 907–912.

Jouda F., Perret J., Gern L.: Density of questing *Ixodes ricinus* nymphs and adults infected by *Borrelia burgdorferi* sensu lato in Switzerland: spatio-temporal pattern at a regional scale. Vector Borne Zoonotic Dis. 2004, 4: 23–32.

Kelly B., Finnegan P., Cormican M., Callaghan J.: Lyme disease and glomerulonephritis. Irish Medical Journal 1999, 92: 372.

Kirmizis D., Efstratiadis G., Economidou D., Diza-Mataftsi E., Leontsini M., Memmos D.: MPGN secondary to Lyme disease. Am. J. Kidney Dis. 2004, 43: 544–551.

Levy S., O'Connor T.P., Hanscom J.L., Shields P.: Utility of an in-office C6 ELISA test kit for determination of infection status of dogs naturally exposed to *Borrelia burgdorferi*. Vet. Ther. 2002, 3: 308–315.

Littman M.P., Goldstein R.E., Labato M.A., Lappin M.R., Moore G.E.: ACVIM small animal consensus statement on Lyme disease in dogs: diagnosis, treatment, and prevention. J. Vet. Intern. Med. 2006, 20: 422–434.

Magnarelli L.A., Ijdo J.W., Padula S.J., Flavell R.A., Fikrig E.: Serologic diagnosis of Lyme borreliosis by using enzyme-linked immunosorbent assays with recombinant antigens. J. Clin. Microbiol. 2000, 38: 1735–1739.

Péter O., Bretz A.-G., Bee D.: Occurrence of different genospecies of *Borrelia burgdorferi* sensu lato in ixodid ticks of Valais, Switzerland. Eur. J. Epidemiol. 1995, 11: 463–467.

Pfister K., Bigler B., Neswadba J., Gern L., Aeschlimann A.: *Borrelia burgdorferi* infections in dogs in Switzerland. Zbl. Bakt. Hyg. A. 1989, Suppl. 18: 26–31.

Reusch C., Hoerauf A., Lechner J., Kirsch M., Leuterer G., Minkus G., Brem G.: A new familial glomerulonephropathy in Bernese mountain dogs. Vet. Rec. 1994, 134: 411–415.

Sanders N.A., Dambach D.M., Littman M.P.: Clinical characterization of rapidly progressive and fatal glomerulonephritis associated with *Borrelia burgdorferi* infection in the dog (“Lyme nephritis”). J. Vet. Intern. Med. 1997, 11: 127.

Speck S., Reiner B., Streich W.J., Reusch C., Wittenbrink M.M.: Canine borreliosis: a laboratory diagnostic trial. Vet. Microbiol. 2007, 120: 132–141.

Summers B.A., Straubinger A.F., Jacobson R.H., Chang Y.F., Appel M.J., Straubinger R.K.: Histopathological studies of experimental Lyme disease in the dog. J. Comp. Pathol. 2005, 133: 1–13.

Zachaus M.: Mesangioproliferative IgA-nephritis in a patient with lyme borreliosis. MMW Fortschr. Med. 2008, 150: 38–40.

## Korrespondenz

Gerber Bernhard  
Klinik für Kleintiermedizin  
Vetsuisse-Fakultät Universität Zürich  
Winterthurstrasse 260  
8057 Zürich  
Tel: 044 635 81 11  
Fax: 044 635 83 20  
Email: bgerber@vetclinics.uzh.ch

Manuskripteingang: 27. Januar 2009  
Angenommen: 19. Mai 2009