

# Untersuchungen zur Beteiligung von Borrelien an der Ätiologie der equinen rezidivierenden Uveitis (ERU)

Bettina Wollanke, Hartmut Gerhards und Sabrina Kaufmann

Klinik für Pferde der LMU, Lehrstuhl für Innere Medizin und Chirurgie des Pferdes sowie für gerichtliche Tiermedizin

**Zusammenfassung:** Immer wieder werden Borrelien im Zusammenhang mit einer Uveitis bei Pferden genannt. Die geringen Fallzahlen tatsächlich oder wahrscheinlich diagnostizierter Fälle sowie der ungewöhnliche klinische Verlauf der Uveitiden, die Hinweise auf eine ursächliche Borrelieninfektion aufwiesen, lassen jedoch an der Bedeutung der Borrelien für die Entstehung der klassischen rezidivierenden Uveitis der Pferde zweifeln. Zudem existieren andere Untersuchungen, die einen Zusammenhang zwischen Uveitiden und Borrelien nicht bestätigen konnten. Dieser Sachverhalt sollte anhand der Untersuchung von intraokularen Proben von Pferden mit typischen Befunden im Sinne einer ERU geprüft werden. Aus 105 klinisch eindeutig an ERU erkrankten Augen von 88 Pferden wurden mittels real time PCR Proben auf Borrelien untersucht. Dieselben Proben wurden gleichzeitig mittels PCR auf pathogene Leptospiren getestet. Aus jedem Auge wurde mindestens eine Probe untersucht, aus manchen Augen wurden sowohl Kammerwasser- als auch Glaskörperproben untersucht, so dass insgesamt 118 Proben aus an ERU erkrankten Augen mittels PCR auf Borrelien und Leptospiren getestet wurden. Zusätzlich wurden 103 Proben aus 98 Augen untersucht, die entweder ohne besonderen Befund waren, neben Hinweisen auf eine ERU auch an einem Glaukom erkrankt waren oder an einer Augenerkrankung litten, die keine ERU war. In keiner einzigen Probe konnte Borrelien-DNA nachgewiesen werden. Hingegen reagierten 83 der 118 Proben aus an ERU erkrankten Augen (70%) bzw. 80 der 105 beprobten Augen (76%) positiv in der PCR für pathogene Leptospiren. In der Kontrollgruppe konnte lediglich in 3 der 98 Augen bzw. 3 der 103 Proben Leptospiren-DNA nachgewiesen werden. Insgesamt konnte somit mittels PCR in keinem Auge ein Hinweis auf eine Borrelieninfektion gewonnen werden, die PCR für Leptospiren-DNA war jedoch in an ERU erkrankten Augen zu einem hohen Prozentsatz positiv. Im Einzelfall kann bei schwer erkrankten Pferden auch im Rahmen einer Septikämie mit „Vaskulitis“ eine Uveitis auftreten. Dabei handelt es sich jedoch nicht um die typische rezidivierend auftretende Uveitis der Pferde, sondern nach Abklingen der Uveitis ist bei Überleben der Grunderkrankung nicht mit Uveitis-Rezidiven und einer weiteren Schädigung der Augen zu rechnen. Auch bei Uveitiden, die einen besonders schweren und therapieresistenten Verlauf annehmen, kommen andere Infektionserreger als Leptospiren in Frage. Bei Pferden mit der klinisch typischen rezidivierenden Uveitis der Pferde hat sich jedoch kein Hinweis auf eine Beteiligung von Borrelien an der Erkrankung gegeben. Auch bei Pferden mit anderen Erkrankungen des Augeninneren als einer ERU sowie bei augengesunden Pferden kommt Borrelien anhand der vorliegenden Untersuchung keine Bedeutung zu. Hingegen war wie in vorausgegangenen Untersuchungen in einem hohen Prozentsatz Leptospiren-DNA in den intraokularen Proben an ERU erkrankter Pferde nachweisbar.

**Schlüsselwörter:** Pferd, equine rezidivierende Uveitis, Borrelien, Leptospiren, Kammerwasser, Glaskörper, ERU, Ophthalmologie

## Investigations on the Borrelia-etiology in equine recurrent uveitis (ERU)

In the literature, *Borrelia spp.* have repeatedly been mentioned as a causative agent for uveitis in horses. As there are only few descriptions of diagnosed or assumed cases of Borrelia associated uveitis, and as in these cases an uncommon clinical course of the uveitis and severe systemic illness have been described, some doubts arose from these observations as to how important Borrelia infections are for the development of the recurrent uveitis in horses. Additionally, some studies could not detect any correlation between uveitis and Borrelia infection. This paper aimed at the evaluation of a possible association between Borrelia infections of equine eyes by examination of intraocular fluids from equine eyes suffering from typical clinical signs of recurrent uveitis. Samples from 105 eyes (from 88 horses) showing typical ERU by history and ophthalmologic examination were tested by real time PCR for *Borrelia flagellin* gene. These samples were also tested by real time PCR for LipL32 of pathogenic *Leptospira spp.* From each eye at least one sample was examined, in some cases two samples (aqueous and vitreous) have been taken within a few days. Altogether, 118 samples from eyes suffering from ERU were taken and tested by PCR for Borrelia and pathogen *Leptospira spp.* Additionally, 103 samples from 98 eyes not showing typical ERU were examined the same way. Those eyes were either sound or showed other signs than ERU, or suffered from glaucoma. In none of the samples from ERU eyes as well as in none of the samples from sound eyes or eyes with other diseases, Borrelia DNA could be detected. However, in 83 of the 118 samples (70%) from eyes showing ERU, or 80 of the 105 tested eyes (76%) respectively, leptospiral DNA could be found. In the control group only 3 samples out of 103, or 3 eyes out of 98 respectively, leptospiral DNA was ascertained. As a result, there was no hint on Borrelia infection in any of the eyes, but there was strong evidence for leptospiral infection in 76% of the eyes suffering from ERU by using solely PCR. In eyes with other diseases than typical ERU only 3% showed leptospiral DNA in their intraocular fluids. These 3 eyes belonged to the group suffering from glaucoma. Due to the literature it can be concluded that severely diseased horses with septicaemia and „vasculitis“ might develop severe uveitis. But this uveitis is not the common one with recurrent attacks and quiet intervals, but some kind of not responding to any therapy and leading to blindness very soon in some cases. If horses survive septicaemia, uveitis will probably stop and show no further bouts. This is at least what is known from foals with uveitis during *Rhodococcus septicaemia*. If vision can be preserved over the general disease, no further damage of the eyes is expected. In very severe uveitis cases which do not respond to any treatment, other infectious agents than leptospires have to be considered, e.g. *Micronema deletrix* or *Borrelia spp.* In eyes showing the typical clinical course of ERU, there was no hint on a factual or at least a possible Borrelia etiology. In eyes suffering from other eye complaints than typical ERU, there was no hint on Borrelia infection either. On the other hand, leptospiral DNA could be detected in 76% of the eyes suffering from ERU, underlining the importance of Leptospira infections for recurrent uveitis in horses.

**Keywords:** horse, Equine Recurrent Uveitis, Borrelia, Leptospiren, aqueous humour, vitreous body

**Citation:** Wollanke B., Gerhards H., Kaufmann S. (2017) Untersuchungen zur Beteiligung von Borrelien an der Ätiologie der equinen rezidivierenden Uveitis (ERU). Pferdeheilkunde 33, 447-451; DOI 10.21836/PEM20170504

**Korrespondenz:** PD Dr. Bettina Wollanke, Universität München, Klinik für Pferde, Veterinärstraße 13, 80539 München; E-Mail: b.wollanke@lmu.de

## Einleitung

Obwohl bei sehr vielen Pferden Antikörper gegen Borrelien im Blut nachweisbar sind, ist eine klinisch apparente Erkrankung im Sinne einer Borreliose eine Seltenheit (Wollanke 1995, Gerhards und Wollanke 1996, Venner und Deegen 1996, Johnstone et al. 2012, Gerber et al. 2016). Zu den häufigeren Symptomen bei den einzelnen in der Literatur beschriebenen Borreliose-Fällen gehören Befunde, die unter den Begriff „Neuroborreliose“ fallen, z.B. Leistungsschwäche, Abmagerung, Ataxien, Kopfnervenausfälle und Bewegungs- und Verhaltensanomalien (Burgess und Mattison 1987, Hahn et al. 1996, Wagner et al. 2011, Priest et al. 2012, Johnstone et al. 2016). Bei experimentellen Infektionen von 27 Ponys war es hingegen nicht möglich, eine Neuroborreliose hervorzurufen (Chang et al. 2000).

Trotz wiederholter Beschreibungen einer Borreliose bei Pferden ist die prämortale Diagnostik oft nicht einfach. Bei Serumuntersuchungen ist nur eine Serokonversion hinweisend auf eine Infektion, weil Antikörper gegen Borrelien weit verbreitet sind. Da die Symptome (z.B. Muskelverluste und Abmagerung) sich oft schon über Monate hingezogen haben, ist die Serokonversion oft nicht mehr nachweisbar wenn eine Borreliose differentialdiagnostisch in Erwägung gezogen wird. Es werden daher Untersuchungen von Liquor und intraokularen Flüssigkeiten angeraten, um den Verdacht auf eine Borreliose zu untermauern. Hierbei kommen neben Antikörpernachweisen (physiologischerweise sind weder im Liquor noch in Kammerwasser oder Glaskörper Antikörper vorhanden) auch PCR-Nachweise in Betracht (Wagner et al. 2011, Priest et al. 2012, Johnstone et al. 2016).

Die erste Beschreibung einer Uveitis im Zusammenhang mit einer Borrelieninfektion beim Pferd erfolgte von Burgess et al. (1986). Hier handelte es sich um ein Pony mit Polyarthrit, das über 6 Monate wegen einer Lahmheit behandelt worden war und bei dem zuletzt im Kammerwasser in einem Nativpräparat Spirochaeten gefunden worden sein sollen. Fluoreszenzmikroskopisch konnte eine Reaktion mit markierten, gegen *Borrelia burgdorferi* gerichteten Antikörpern vom Kaninchen beobachtet werden.

In einer weiteren Publikation wurden 2 Fälle beschrieben, in denen bei an Uveitis erkrankten Pferden eine Borreliose diagnostiziert wurde (Priest et al. 2012). Beide Pferde waren seit mehreren Monaten erkrankt, abgemagert und hatten im Krankheitsverlauf zudem noch eine sehr hartnäckige Uveitis entwickelt, die in kurzer Zeit zur Erblindung geführt hatte. Beide Pferde wurden euthanasiert und da sich 2012 die PCR schon als Routinediagnostik etabliert hatte, stand sie hier für den Nachweis von Borrelien-DNA zur Verfügung. In Glaskörperproben beider Pferde konnte Borrelien-DNA nachgewiesen werden. Mittels PCR für Leptospiren konnte hingegen keine DNA nachgewiesen werden.

Seit der Beschreibung von Burgess et al. (1986) beziehen sich zahlreiche Autoren auf diesen Artikel und postulieren, dass die Borreliose eine Ursache für die Uveitis bei Pferden darstellt (Post et al. 1986, Cohen und Cohen 1990, Liebisch et al. 1990, Carter 1991, Parker und White 1992, Liebisch und Liebisch 2006, Divers und Chang 2009, Gerber et al. 2016, Johnstone 2016). Dabei wird überwiegend nicht von einer

rezidivierenden Uveitis im Sinne der ERU gesprochen, sondern von einer Uveitis oder auch Panuveitis, die begleitend bei einer Allgemeinerkrankung auftritt. Fast alle Pferde haben die Uveitis erst nach monatelanger Vorerkrankung (meist Neuroborreliose) entwickelt, sind dann innerhalb kurzer Zeit erblindet und wurden euthanasiert (Burgess et al. 1986, Barnett et al. 1995, Hahn et al. 1996, Wagner et al. 2011, Priest et al. 2012).

Andere Untersucher konnten weder bei der Untersuchung von Serum noch bei der Untersuchung intraokularer Flüssigkeiten einen Hinweis auf eine Beteiligung von Borrelien an Uveitiden bei Pferden feststellen (Wollanke 1995, Gerhards und Wollanke 1996, Wollanke et al. 1998, Wollanke 2002). In der vorliegenden Untersuchung sollte bei einer größeren Anzahl an ERU erkrankten Pferden und bei Pferden mit anderen Augenbefunden geprüft werden, ob Hinweise auf eine Borrelieninfektion bestehen.

## Material und Methode

Im Rahmen von Vitrektomien, Punktionen der vorderen Augenkammer, Bulbusexstirpationen und Euthanasien wurden 120 intraokulare Proben (24 Kammerwasser- und 76 Glaskörperproben) aus 105 klinisch eindeutig an ERU erkrankten Augen genommen. Aus 15 dieser Augen wurden jeweils Kammerwasser- und Glaskörperproben innerhalb weniger Tage entnommen und zur Labordiagnostik versandt.

Zusätzlich wurden aus 76 Augen mit anderen Erkrankungen und aus 22 klinisch gesunden Augen Proben genommen (s. Tab. 1). Es wurde nicht immer für jede Probe jeder Test angewendet. Aus 5 dieser klinisch nicht an typischer ERU erkrankten Augen wurde jeweils Kammerwasser und Glaskörper innerhalb weniger Tage entnommen und untersucht, so dass insgesamt 103 intraokulare Proben getestet wurden.

Die Einteilung in Gruppen erfolgte anhand der ophthalmologischen Befunde:

Als klinisch „typische ERU“ wurden Augen angesehen, die vorberichtlich wiederholt Uveitisschübe mit Fibrin in der vor-

**Tab. 1** Augen, die nicht an einer klinisch eindeutigen ERU erkrankt waren / Eyes not suffering from typical ERU.

Befund	Anzahl
Klinisch obB	22
Glaukom	19
ERU?	13
Sonstiges	14
Keratitis	11
Tigerschecken-Uveitis	8
Katarakt ohne ERU	4
Uveitis sonstige	3
Chronische Iritis	2
Rhodokokkose	1
Plattenepithelkarzinom	1
$\Sigma$	98

deren Augenkammer hatten, auch wenn die Augen zum Zeitpunkt der Einlieferung in die Klinik ohne besonderen Befund waren. Zudem wurden Augen mit einer diffusen Glaskörpertrübung und/oder dichteren entzündlichen Einlagerungen in der Glaskörperperipherie nahe des Ziliarkörpers, einer Bulbusatrophie und/oder einem erniedrigten Augeninnendruck in die Gruppe „ERU“ aufgenommen. Sowohl Pferde mit Glaukom als auch Pferde, die klinisch keine eindeutigen Hinweise auf eine ERU hatten, wurden aus dieser Gruppe ausgeschlossen.

Als „ERU?“ wurden Augen angesehen, die mit dem Vorbericht einer wiederholt aufgetretenen Augenentzündung überwiesen worden waren, bei denen jedoch nie zuverlässig eine Uveitis (z. B. Fibrin in der vorderen Augenkammer) festgestellt worden war und bei denen die ophthalmoskopische Untersuchung keine Hinweise auf eine ERU ergeben hatte, somit eine andere Ursache für die wiederkehrenden Entzündungen wahrscheinlich war (z. B. eine Keratitis).

Bei an „Glaukom“ erkrankten Augen lagen zum Teil Veränderungen vor, die auf eine zuvor abgelaufene ERU hinwiesen, jedoch waren diese Augen entweder noch normal groß oder aber vergrößert, der Augeninnendruck war physiologisch oder erhöht, es lagen z.T. Bändertrübungen und Linsensubluxationen vor. Zudem trat hier oft eine Katarakt auf, die nicht durch hintere Synechien oder entzündliche Auflagerungen auf der Linsenrückfläche induziert worden war. Da die meisten an Glaukom erkrankten Augen eine andere Ursache als eine ERU aufweisen und das Krankheitsbild sehr unterschiedlich ist (Wollanke 2002), wurde die Gruppe „Glaukom“ einzeln bewertet.

Als „chronische Iritis“ wurden die Augen eingeteilt, die nicht durch rezidivierende schmerzhaftes Augenentzündungen aufgefallen waren, sondern eine chronisch-schleichende und kaum schmerzhaftes Iritis erkennen ließen. Die Vorstellung in der Klinik erfolgte hier wegen Hornhauttrübungen. Bei der klinischen Untersuchung zeigten sich stecknadelspitzenartige punktförmige Anhaftungen am Hornhautendothel und kleine und unregelmäßige Depigmentierungen im Bereich der Irisvorderfläche.

Als „Tigerscheckenuveitis“ wurden alle die Augen von Tigerschecken angesehen, die zwar kein Glaukom entwickelt hatten, überwiegend auch keine hinteren Synechien aufwiesen, die jedoch eine Katarakt unterschiedlichen Grades und zum Teil auch dichte Glaskörpereinlagerungen erkennen ließen. Schmerzhaftes rezidivierende Augenentzündungen waren auch hier vorberichtlich nicht aufgetreten.

Als „Uveitis sonstige“ wurden Augen klassifiziert, die Hinweise auf ein Trauma hatten oder bei denen hintere Synechien festgestellt worden waren, die jedoch vorberichtlich keine rezidivierenden Entzündungen gehabt hatten und bei der speziellen Untersuchung keine typischen Glaskörperveränderungen aufwiesen. Die weiteren Befunde (s. Tab. 1) sind selbsterklärend.

Die Proben wurden mittels Echtzeit-PCR (real time PCR) sowohl auf Borrelien-DNA (Flagellin-Gen, Nachweis von *Borrelia burgdorferi sensu lato* spp.) als auch auf Leptospiren-DNA (LipL32, Nachweis pathogener *Leptospiren* spp.) getestet. Die PCR-Analyse erfolgte jeweils im VetMed-Labor in Ludwigsburg.

**Ergebnisse**

Bei allen 118 Proben aus an ERU erkrankten Augen sowie bei allen 84 Proben aus nicht an ERU erkrankten Augen, die mittels PCR auf Borrelien-DNA untersucht worden waren, war das Ergebnis der PCR negativ (s. Tab. 2). Es konnte somit in keiner einzigen Probe mittels PCR Borrelien-DNA nachgewiesen werden. Hingegen konnte in 80 der 105 ophthalmoskopisch eindeutig an ERU erkrankten Augen (76%) bzw. in 84 der 120 intraokularen Proben (70%) Leptospiren-DNA nachgewiesen werden (s. Tab. 2). Die Ergebnisse der Kammerwasser- und Glaskörperproben stimmten hierbei nicht immer überein, in manchen Augen reagierte nur eine der untersuchten Proben positiv in der PCR.

Bei den nicht an typischer ERU erkrankten Augen reagierte die PCR auf Leptospiren lediglich in 3 der 98 Proben positiv (3%) (s. Tab. 3). Alle drei Augen hatten anhand der ophthalm-

**Tab 2** Ergebnisse der PCR für Borrelien und pathogene Leptospiren mit Proben aus Augen, die klinisch an einer typischen ERU erkrankt waren. / *PCR results for Borrelia spp. and pathogen Leptospira spp. using intraocular fluids from eyes showing typical ophthalmologic signs of ERU.*

	n (%)	PCR Borr		PCR Lept	
		pos	neg	pos	neg
Augen (n = 105)	n (%)	0	105 (100 %)	80 (76 %)	25 (24 %)
KW (n = 24)	n (%)	0	24 (100 %)	14 (58 %)	10 (42 %)
GK (n = 96)	n (%)	0	96 (100 %)	70 (73 %)	26 (27 %)
i. o. Proben (n = 120)	n (%)	0	118 (100 %)	84 (70 %)	36 (30 %)

**Tab. 3** Ergebnisse der PCR für Borrelien und pathogene Leptospiren mit Proben aus Augen, die klinisch nicht an typischer ERU erkrankt waren (s. Tab. 1). Es wurden nur 84 der 98 Augen bzw. 84 der 103 Proben auf Borrelien getestet. / *PCR results for Borrelia spp. and pathogen Leptospira spp. using intraocular fluids from eyes which did not show typical signs of ERU, or which suffered from ERU and additional glaucoma (see table 1). Only 94 out of the 98 eyes, or 103 samples respectively, have been tested for borrelia.*

	n (%)	PCR Borr		PCR Lept	
		pos	neg	pos	neg
Augen (n = 98)	n (%)	0	84 (100 %)	3 (3 %)	95 (97 %)
i.o. Proben (n = 103)	n (%)	0	84 (100 %)	3 (3 %)	100 (97 %)

mologischen Untersuchung sowohl ein Glaukom als auch Hinweise auf eine ERU. In 97% der Proben aus nicht an ERU erkrankten Augen konnte mittels PCR keine Leptospiren-DNA nachgewiesen werden (s. Tab. 3).

## Diskussion

Die im Rahmen einer Borreliose an Uveitis erkrankten Pferde wurden laut Literaturangaben nahezu ausnahmslos wegen chronischer Lahmheit, Gewichtsverlust, Pruritus und Erblindung euthanasiert. Die Uveitis war jeweils nach einer längeren Erkrankungsphase hinzu gekommen, relativ hartnäckig und nur unter Behandlung zu bessern. Zudem hatte die Uveitis offenbar sehr schnell zur Erblindung der betroffenen Augen geführt. Man gewinnt den Eindruck, dass es sich nicht um eine „typische“ und rezidivierend verlaufende Uveitis („ERU“) gehandelt hat, sondern dass es eine fulminant verlaufende Panophthalmitis war, die schnell zu einer sehr erheblichen Schädigung der Augen geführt hat und die medikamentös kaum zu beeinflussen war. Der Verlauf der Augenerkrankungen erinnert an die Uveitisform, die im Rahmen von Infektionen mit *Micronema deletrix* bzw. *Halicephalobus deletrix* beschrieben wurde (Rames et al. 1995, Wollanke et al. 2000).

Wie es bei der Rhodokokkose zu einer begleitenden Uveitis kommen kann, die bei Überleben der Septikämie jedoch nicht zu rezidivierenden Uveitiden führt, kann auch im Rahmen anderer Allgemeininfektionen eine begleitende Uveitis auftreten. Diese Uveitis kann entweder direkt durch im Auge befindliche Infektionserreger hervorgerufen werden oder aber durch erhebliche Reaktionen des Immunsystems z.B. im Rahmen von Allgemeininfektionen und folgender Störung des intraokularen Gleichgewichts zwischen immer vorhandenen Autoaggressionsreaktionen und den entgegen wirkenden intraokularen Regulationsmechanismen. Es müssen nicht in jedem Fall Infektionserreger in das Auge gelangen. Das intraokulare Gleichgewicht kann auch durch eine Beeinflussung des Immunsystems im Zusammenhang mit schweren Allgemeinerkrankungen, Stress, Traumata oder experimenteller Injektion von Autoantigenen induziert werden, so dass es zu einer vorübergehenden funktionellen Beeinträchtigung der immunsuppressiven Grundeinstellung des Auges sowie der Blut-Kammerwasserschranke mit folgender meist selbstlimitierender Uveitis kommt (Mair und Crispin 1989, Zierhut et al. 1991, Nussenblatt und Gery 1996, Zierhut et al. 1999, Deeg et al. 2002, Verma und Stevenson 2012).

Die schnellsten und desolatesten Veränderungen im Auge entstehen, wenn gewebeschädigende Erreger wie z.B. Staphylokokken in das Auge gelangen. Andere Organismen wie *Micronema deletrix* und offenbar auch Borrelien können ebenfalls innerhalb erstaunlich kurzer Zeit zur Erblindung führen. Im Vergleich dazu ist die chronische Leptospireninfektion im Auge harmloser, da diese die intraokularen Strukturen nicht direkt erkennbar schädigt und zwischen den Uveitis-schüben typischerweise entzündungsfreie Intervalle liegen, in denen eine Vitrektomie durchgeführt und damit auch die Sehfähigkeit in den meisten Fällen erhalten werden kann (Winterberg und Gerhards 1997, Frühauf et al. 1998, Gerhards et al. 1998, Gerhards et al. 1999, Wollanke 2002, Wollanke et al. 2004, Gerhards und Wollanke 2001, von Borstel et al. 2005, Gerhards und Wollanke 2005, 2006, Tömördy et al.

2010, Dorrego Keiter et al. 2017, Schinagl 2017). Natürlich führt auch die intraokulare Leptospireninfektion unbehandelt innerhalb von Monaten bis Jahren, seltener auch innerhalb weniger Wochen zur Erblindung. Anders als bei den anderen Infektionserregern kann die intraokulare Leptospireninfektion jedoch auch monate- oder sogar jahrelang unbemerkt vorliegen, bevor die rezidivierende Uveitis auftritt (Roberts et al. 1952, Bryans 1955, Roberts 1958, Sova 1962, 1963, Bolte 1966, Williams 1968, Williams et al. 1971, Wollanke 2002, Wollanke et al. 2004).

Bei den in der Literatur beschriebenen Uveitiden, die im Zusammenhang mit Borrelieninfektionen aufgetreten waren, scheint es sich eher um gravierendere Verläufe von Panuveitiden gehandelt zu haben. Die Inzidenz dieser klinisch apparenten Borrelieninfektionen ist jedoch auffallend gering im Vergleich mit nachweisbaren Antikörpern gegen Borrelien in Serumproben von Pferden und ebenfalls im Vergleich mit anderen Ursachen für Uveitiden beim Pferd. In der vorliegenden Untersuchung war weder bei an typischer ERU erkrankten Pferden noch bei an anderen Formen von Uveitiden erkrankten Pferden Borrelien-DNA nachweisbar. In Deutschland und in anderen europäischen Ländern (ausgenommen des UK) gibt es bisher keine einzige Beschreibung einer Uveitis, die auf eine Borreliose zurückzuführen war. Es ist zwar nicht ausgeschlossen, dass ein solcher Fall eines Tages auftreten könnte, es ist jedoch zumindest hierzulande eine sehr unwahrscheinliche Ursache für eine Uveitis. Sollten Pferde mit Allgemeinerkrankungen oder neurologischen Erkrankungen auch eine fulminant verlaufende Uveitis entwickeln, sollte neben anderen Erregern jedoch auch an Borrelien gedacht und darauf untersucht werden. Hierbei ist zu beachten, dass Serumuntersuchungen nicht aussagekräftig sind, sondern dass bei neurologischen Symptomen Liquor und bei Uveitiden intraokulare Flüssigkeit zur Untersuchung gelangt und diese Proben sowohl auf Antikörper gegen Borrelien als auch mittels PCR auf Borrelien-DNA getestet werden (Hahn et al. 1996, Priest et al. 2012, Johnstone et al. 2016).

Uveitisverläufe, die klinisch typisch für die equine rezidivierende Uveitis sind, haben jedoch offenbar nichts mit einer Borreliose zu tun. Hier sollte im Zweifelsfall auf Leptospiren getestet werden. In der vorliegenden Studie wurden ausschließlich die PCR-Ergebnisse ausgewertet. Wenn Antikörpertests hinzu gezogen worden wären, hätte sich eine Leptospirenätiologie noch in einem deutlich höheren Prozentsatz nachweisen lassen (Wollanke et al. 1998, Wollanke et al. 2001, Wollanke 2002, Wollanke et al. 2004, Loibl 2009, Roth 2013, Roth et al. 2014, Schinagl 2017).

## Literatur

- Barnett K. C., Crispin S. M., Lavach J. D., Matthews A. G. (1995) Color Atlas and Text of Equine Ophthalmology. Mosby-Wolfe, Italy, S. 166
- Bolte H. F. (1966) Uveitis, a sequela to experimentally induced Leptospira Pomona infection in the Shetland pony. Faculty of Purdue University, Thesis
- Bryans J. T. (1955) Studies on equine leptospirosis. Cornell Vet. 45, 16-50
- Burgess E. C., Gillette D., Pickett J. P. (1986) Arthritis and panuveitis as manifestations of Borrelia burgdorferi infection in a Wisconsin pony. J. Am. Vet. Med. Assoc. 189(10), 1340-1342
- Burgess E. C., Mattison M. (1987) Encephalitis associated with borrelia burgdorferi infection in a horse. J. Am. Vet. Med. Assoc. 191, 402-407

- Carter G. K. (1991) Inflammatory, infectious and immune diseases. In: Colahan P. T., Mayhew I. G., Merrit A. M., Moore J. N. (Hrsg.): Equine Medicine and surgery. 4. Aufl. Bd. II. American Veterinary Publications, Goleta, California, 1281-1317.
- Chang Y. F., Novosol V., McDonough S. P., Chang C. F., Jacobson R. H., Divers T., Quimby F. W., Shin S., Lein D. H. (2000) Experimental infection of ponies with *Borrelia burgdorferi* by exposure to Ixodid ticks. *Vet. Pathol.* 37(1), 68-76
- Cohen N. D., Cohen D. (1990) Borreliosis in horses: a comparative review. *Comp. Cont. Educ. Pract. Vet.* 12, 1449-1458
- Deeg C. A., Thureau S. R., Gerhards H., Ehrenhofer M., Wildner G., Kaspner B. (2002) Uveitis in horses induced by interphotoreceptor retinoid-binding protein is similar to the spontaneous disease. *Eur. J. Immunol.* 32, 2598-2606
- Divers T. J., Chang Y.-F. (2009) Lyme disease. In: Robinson NE, Sprayberry KA (Hrsg.): Current therapy in Equine Medicine. 6. Aufl., Saunders Elsevier, St. Louis, Missouri, 143-144
- Dorrego Keiter E., Tóth J., Dikler L., Sielhorst J., Schusser G. F. (2017) Langzeitergebnisse der Pars-Plana-Vitrektomie in Abhängigkeit vom Leptospiren-Antikörper-Nachweis im Glaskörper bei 118 Pferden mit Equiner Rezidivierender Uveitis (ERU). *Pferdeheilkunde* 33, 112-118
- Frühauf B., Ohnesorge B., Deegen E., Boeve M. (1998) Surgical management of equine recurrent uveitis with single port pars plana vitrectomy. *Vet. Ophthalmol.* 1, 137-151
- Gerber V., Frey J., Unger L., Straub R. (2016) Bakterielle Infektionen. 16.10 Spirochaetales. In: Gerber V, Straub R (Hrsg.): Pferdekrankheiten. Innere Medizin. 2. Aufl., Haupt Verlag Bern, 561
- Gerhards H., Wollanke B. (1996) Antikörper gegen Borrelien bei Pferden und Vorkommen der equinen rezidivierenden Uveitis (ERU). *Berl. Münch. Tierärztl. Wschr.* 109, 273-278
- Gerhards H., Wollanke B., Winterberg A., Werry H. (1998) Technique for and results with surgical treatment of equine recurrent uveitis (ERU). Proceedings of the 29th Annual Meeting of the American College of Veterinary Ophthalmologists, Seattle, 30
- Gerhards H., Wollanke B., Brem S. (1999) Vitrectomy as a diagnostic and therapeutic approach for equine recurrent uveitis (ERU). Proceedings 45th Ann. Conv. AAEP, Albuquerque, 89-93
- Gerhards H., Wollanke B. (2001) Uveitis bei Pferden – Diagnose und Therapie. *Pferdeheilkunde* 17, 319–329
- Gerhards H., Wollanke B. (2005) Surgical treatment of equine recurrent uveitis: Trans-pars-plana vitrectomy in horses. In: Gilger B. C. (Hrsg.): Equine Ophthalmology, 1. Aufl., Elsevier Saunders, S. 314-319
- Gerhards H., Wollanke B. (2006) Equine Rezidivierende Uveitis. In: Dietz O., Huskamp B. (Hrsg.): Handbuch Pferdepraxis. Enke Verlag Stuttgart, 775-786
- Hahn C. N., Mayhew I. G., Whitwell K. E., Smith K. C., Carey D., Carter S. d., Read R. A. (1996) A possible case of Lyme borreliosis in a horse of the UK. *Equine Vet. J.* 28, 84-88
- Johnstone L. K., Engles J. B., Aceto H., Buechner-Maxwell V., Divers T., Gardner R., Levine R., Scherrer N., Tewari D., Tomlinson J., Johnson A. L. (2016) Retrospective Evaluation of horses diagnosed with Neuroborreliosis on Postmortem Examination: 16 Cases (2004-2015). *J. Vet. Intern. Med.* 30, 1305-1312
- Liebisch A., Kopp A., Olbrich S. (1990) Zeckenborreliose bei Haustieren (Teil II). *Vet.* 5, 15-20
- Liebisch A., Liebisch G. (2006) Borreliose. In: Dietz O, Huskamp B (Hrsg.): Handbuch Pferdepraxis. 3. Aufl., Enke Verlag Stuttgart, S. 713-715
- Loibl J. (2009) Immunologische und mikrobiologische Untersuchungen zur intraokular persistierenden Leptospireninfektion bei Pferden mit rezidivierender Uveitis. *Diss Med. Vet. München*
- Mair T. S., Crispin S. M. (1989) Immunological mechanisms in uveitis. *Equine Vet. J.* 21, 391-392
- Nussenblatt R. B., Gery I. (1996) Experimental autoimmune uveitis and its relationship to clinical ocular inflammatory disease. *J. Autoimm.* 9, 575-585
- Parker J. L., White K. K. (1992) Lyme borreliosis in cattle and horses: a review of the literature. *Cornell Vet.* 82, 253-274
- Post J. E., Shaw E., Palka F. (1986) Lyme disease in horses. *Proc. Ann. Conf. Am. Assoc. Equine Pract.* 32, 415-412
- Priest H. L., Irby N. L., Schlafer D. H., Divers T. J., Wagner B., Glaser A. L., Chang Y.-F., Smith M. C. (2012) Diagnosis of *Borrelia*-associated uveitis in two horses. *Vet. Ophthalmol.* 15, 398-405
- Rames D. S., Miller D. K., Barthel R., Craig T. M., Dziezyc J., Helman R. G., Mealey R. (1995) Ocular *Halickephalobus* (syn. *Micronema*) *deletrix* in a horse. *Vet. Pathol.* 32, 540-542
- Roberts C. S., York C. J., Robinson J. W. (1952) An outbreak of leptospirosis in horses on a small farm. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 121, 237-242
- Roberts S. J. (1958) Sequelae of leptospirosis in horses on a small farm. *J. Am. Med. Vet. Assoc.* 133, 189-194
- Roth T. (2013) Histologische Untersuchungen des Glaskörpers bei an equiner rezidivierender Uveitis erkrankten Pferden. *Diss Med. Vet. München*
- Roth T., Brandes K., Gerhards H., Giving E., Wollanke B. (2014) Histologische Untersuchungen des Glaskörpers bei Pferden mit equiner rezidivierender Uveitis. *Pferdeheilkunde* 30, 512-520
- Schinagl C. (2017) Pars-Plana-Vitrektomie bei Equiner Rezidivierender Uveitis – Langzeitergebnisse zu Rezidivfreiheit, Sehfähigkeit und Bulbuserhalt bei 654 Augen von 549 Pferden. *Diss. Med. Vet. München*
- Sova Z. (1962) Beitrag zur Forschung der Weilschen Krankheit bei Pferden. *Veterinárni Medicína* 7 (XXXV), 859-866 (deutsche Zusammenfassung)
- Sova Z. (1963) Febris grippotyphosa in horses. *eskoslovenská parazitologie* X, 147-161
- Tömördy E., Hässig M., Spiess B. M. (2010) Die Resultate der Pars-Plana-Vitrektomie bei Pferden mit rezidivierender Uveitis in Abhängigkeit von Antikörpern gegen verschiedene Serotypen von *Leptospira interrogans* im Glaskörper. *Pferdeheilkunde* 26 (2), 251-254, DOI10.21836/PEM20100222
- Venner M, Deegen E. (2006) Interpretation von *Borrelia burgdorferi* Antikörpern beim Pferd unter Berücksichtigung der Kenntnisse zur Borreliose beim Menschen. *Pferdeheilkunde* 12, 856-873
- von Borstel M., von Oppen T., Glitz F., Frühauf B., Deegen E., Boevé M. H., Ohnesorge B. (2005) Langzeitergebnisse der Pars plana Vitrektomie (double port) bei Equiner Rezidivierender Uveitis. *Pferdeheilkunde* 21, 13-18
- Wagner B., Glaser A., Bartol J., Mahar O., Johnson A., Divers T. (2011) A new sensitive Lyme Multiplex Assay to confirm neuroborreliosis in horses: a case report. *AAEP Proc.* 57, 70-75
- Williams R. D. (1968) The presence and duration of persistence of *Leptospira Pomona* in equine ocular tissues following experimentally induced systemic infection. *Purdue University, Lafayette, Ind., M. S. Thesis*
- Williams R. D., Morter R. L., Freeman M. J., Lavignette A. M. (1971) Experimental chronic uveitis. Ophthalmic signs following equine leptospirosis. *Invest. Ophthalmol.* 10, 948-954
- Winterberg A., Gerhards H. (1997) Langzeitergebnisse der Pars-plana-Vitrektomie bei equiner rezidivierender Uveitis. *Pferdeheilkunde* 13, 377-383
- Wollanke B. (1995): Untersuchungen zur Ätiologie der equinen rezidivierenden Uveitis (ERU). *LMU, Vet Med Fak, Diss.*
- Wollanke B., Gerhards H., Brem S., Gothe R., Wolf E., Herzog S., Kopp P., Meyer P. (1998) Studies on vitreous and serum samples from horses with equine recurrent uveitis (ERU): The role of *Leptospira*, *Borrelia burgdorferi*, *Borna disease virus* and *Toxoplasma* in the etiology of ERU. *Tagungsbericht des 29. Am. ACVO-Meetings, Seattle, 31*
- Wollanke B., Gerhards H., Schäffer E. H. (2000) Keratouveitis und Makrohämaturie bei einer Infektion mit *Micronema deletrix* bei einem Pferd. *Pferdeheilkunde* 16, 23-29
- Wollanke B., Rohrbach B. W., Gerhards H. (2001) Serum and vitreous humor antibody titers in and isolation of *Leptospira interrogans* from horses with recurrent uveitis. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 219, 795-800
- Wollanke B. (2002) Die equine rezidivierende Uveitis (ERU) als intraokulare Leptospirose. *Habil. Vet. Med. München*
- Wollanke B., Gerhards H., Brem S., Meyer P., Kopp H. (2004) Ätiologie der equinen rezidivierenden Uveitis (ERU): Autoimmunkrankheit oder intraokulare Leptospireninfektion? *Pferdeheilkunde* 20, 327-340
- Zierhut M., Klein R., Berg P., Thiel H. J. (1991) Zur Bedeutung der Autoimmunität bei verschiedenen Uveitisformen. *Klein. Mbl. Augenheilk.* 198, 165-173
- Zierhut M., Wild U., Roser R., Wiggert B., Thiel H. J., Stiemer R. (1999) Experimentelle Autoimmun-Uveitis. Charakterisierung der die Retina infiltrierenden Zellen. *Ophthalmologie* 96, 252-256