

# Ein orbitales Paragangliom als Ursache eines unilateralen Exophthalmus bei einem Pferd

Tobias Theuß<sup>1</sup>, Kirstin Brand<sup>2</sup>, Kathrin Jäger<sup>1</sup> und Heinz-Adolf Schoon<sup>1</sup>

Institut für Veterinär-Pathologie, Universität Leipzig, Leipzig<sup>1</sup> und Klinik für Pferde Sottrum, Sottrum<sup>2</sup>

## Zusammenfassung

Ein 15 Jahre alter Oldenburgerwallach wurde mit rechtsseitigem, chronischem Augenausfluss und Exophthalmus vorgestellt. Ursächlich hierfür war eine retrobulbäre Umfangsvermehrung, welche im Rahmen der klinischen und ultrasonographischen Untersuchungen festgestellt wurde. Auf Besitzerwunsch erfolgte die Euthanasie des Tieres ohne weitere Diagnostik oder Therapieversuch. Postmortal erfolgte dann die Entnahme repräsentativer Proben aus der Umfangsvermehrung mit anschließender histopathologischer Untersuchung. Neben Anteilen der Augenmuskulatur und des Sehnerven fand sich dabei in mehreren Arealen des Gewebes eine neoplastische Zellpopulation, die anhand immunhistologischer und elektronenmikroskopischer Untersuchungen neuroendokrinen Ursprungs zugeordnet wurde. Diese, als equines orbitales Paragangliom bezeichnete Neoplasie, stellt eine eigene Entität des Pferdes dar und tritt sehr selten auf. Aufgrund der Histomorphologie ist sie zwar als prinzipiell benigne einzustufen, ihre Lokalisation innerhalb der Orbita sowie die teils ausgeprägte Infiltration des umliegenden Gewebes sind jedoch prognostisch ungünstig. Hinsichtlich therapeutischer Maßnahmen wird in Kasuistiken auf eine chirurgische (Teil-)Exzision verwiesen, die kurativen Charakter besitzen soll. Differenzialdiagnostisch sind neben anderen Neoplasien auch Traumata, orbitale Blutungen und Abszesse oder Phlegmonen sowie vereinzelt Zysten oder Myositiden zu bedenken.

**Schlüsselwörter:** Auge / Neoplasie / retrobulbär / equines orbitales Paragangliom / neuroendokrin / Pathologie / Histologie / Pferd

## An orbital paraganglioma as the cause of unilateral exophthalmus in a horse

A fifteen-year-old Oldenburger warmblood gelding was presented because of unilateral exophthalmia. There had been chronic epiphora since the previous year and a lack of response to conventional topical treatment. By clinical examination and ultrasonography, a retrobulbar mass was found to be the cause of the observed clinical signs. The intraocular pressure and the vision of both eyes were not altered. On the request of the owner, euthanasia of the horse was elected and no further diagnostic workup or treatment was performed. After the gelding had been humanely destroyed, representative samples of the retrobulbar mass were collected for histological examination and processed routinely. The examined tissue samples contained a neoplastic cell population besides portions of striated muscle and parts of the optic nerve. By the use of immunohistochemistry and electron microscopy, the neuroendocrine origin of the neoplasia was confirmed, and the tumour was diagnosed as an equine orbital paraganglioma (EOP) according to the WHO histological classification of endocrine neoplasms. In general, the neoplastic cell population shows principally a benign histological appearance. The most striking and limiting factors regarding a successful healing or remission, however, are the infiltrative growth of the tumour and its localisation inside of the orbita, where it is located in close proximity to the optic nerve and is surrounded by strongly vascularised tissue. Only a few case reports refer to successful treatment via excision of the tumour mass, even in parts. Further differential diagnoses of unilateral exophthalmia include other retrobulbar neoplasms, orbital trauma and haemorrhage, abscesses, cellulitis, cysts or myositis.

**Keywords:** eye / neoplasia / retrobulbar / equine orbital paraganglioma / neuroendocrine / pathology / histology / horse

## Einleitung

Paragangliome entstehen aus den neuroendokrinen, nicht-chromaffinen Zellen der Paraganglien entlang sympathischer und parasympathischer Nerven (Bednar et al. 1992, Goodhead et al. 1997). Prinzipiell wird bei diesen Neoplasien zunächst zwischen adrenalen (im Nebennierenmark gelegene) und extraadrenalen (außerhalb des Nebennierenmarkes gelegene) Paragangliomen unterschieden. Erstgenannte treten in Form des Phäochromozytoms mit gewisser Regelmäßigkeit auf, während letztere in der Veterinärmedizin als sehr seltene Tumoren anzusehen sind. Nach aktuell gültiger WHO-Klassifikation (Kiupel et al. 2008) werden zu den extraadrenalen Paragangliomen die Chemodektome des Glomerus caroticum oder aorticum (Adenome bzw. Karzinome), das equine orbitale Paragangliom sowie Paragangliome des Glomerus jugulare, aber auch solche aus anderen, nicht näher genannten Lokalisationen (z.B. Abdomen, Nacken, Halswirbelsäule, Cauda equina) gezählt.

Das equine orbitale Paragangliom (EOP) stellt in dieser Gruppe der neuroendokrinen Neoplasien insofern eine Besonderheit dar, da es bisher nur beim Pferd in Form weniger Fallberichte beschrieben wurde (Thacker und Duckworth 1969, Basher et al. 1997, Goodhead et al. 1997, Matiassek et al. 2007, Miesner et al. 2009).

## Fallbeschreibung

### Klinik

Ein 15 Jahre alter Oldenburgerwallach wurde aufgrund eines seit etwa einem Jahr vorliegenden rechtsseitigen Tränenflusses und vermeintlicher Vergrößerung des Auges in der Klinik vorgestellt. Rechtsseitig zeigte sich ein hochgradiger schmerzloser Exophthalmus mit Vorfall der Nickhaut und geringgradig vermehrtem Tränenfluss. Dabei war der Bulbus voll beweglich und die Achse physiologisch. Die Sehfähigkeit des Tieres war

nicht eingeschränkt, der direkte Pupillenreflex rechts war hingegen verzögert. Die Lider waren geringgradig geschwollen und die Konjunktiva geringgradig gerötet. Kornea, Linse, Glaskörper, Augenhintergrund inklusive der Sehnervpapille sowie die knöchernen Strukturen der Orbita ergaben bei der ophthalmologischen Untersuchung keine Abweichungen von der Norm. Manuell ausgeübter Druck auf den rechten Bulbus bewirkte keine Rückverlagerung des Augapfels in die Orbita und keinerlei Schmerzsymptome. Der Augeninnendruck wurde mit dem Tonopen XL® bestimmt und war beidseits physiologisch ( $IOP_{\text{rechts}} = 24 \text{ mmHg}$ ,  $IOP_{\text{links}} = 22 \text{ mmHg}$ ). Ultraschographisch wurde retrobulbär des rechten Auges eine nicht näher charakterisierbare Umfangsvermehrung dargestellt (Abb. 1). Aufgrund wirtschaftlicher Überlegungen sah der Besitzer von weitergehender Diagnostik und einem Therapieversuch ab und wünschte die Euthanasie.

Im Anschluss an die Euthanasie erfolgte eine Exenteratio bulbi. Retrobulbär fanden sich in der Orbita rosa-beigefarbene, schwammige und gelappt erscheinende Massen. Diese füllten die Orbita nahezu vollständig aus und waren in unmittelbarer Umgebung des Sehnervens kugelförmig und hart. An der Rückfläche der Orbita zog die Umfangsvermehrung in die Tiefe des Schädels. Repräsentative Proben aus verschiedenen Anteilen der Umfangsvermehrung wurden in Formalin fixiert und an das Institut für Veterinär-Pathologie der Universität Leipzig übersandt.

### Pathologie

Zur Einsendung gelangten sechs Gewebestücke, welche eine Größe von  $4 \times 2 \times 2 \text{ cm}$  bis  $5 \times 7 \times 2 \text{ cm}$  besaßen und Anteile von Skelettmuskulatur, Fettgewebe sowie Nickhaut und des Sehnervens aufwiesen (Abb. 2). Die Gewebestücke waren durch die Formalinfixierung braun-grau marmoriert und weich bis festelastisch. Es erfolgte die routinemäßige Aufarbeitung und Einbettung der Gewebestücke in Paraplast sowie die Färbung der Präparate anhand einer Hämatoxylin-Eosin-Färbung.

In mehreren Gewebsarealen konnte eine mäßig pleomorphe, zytoplasmareiche, runde bis polygonale Tumorzellpopulation



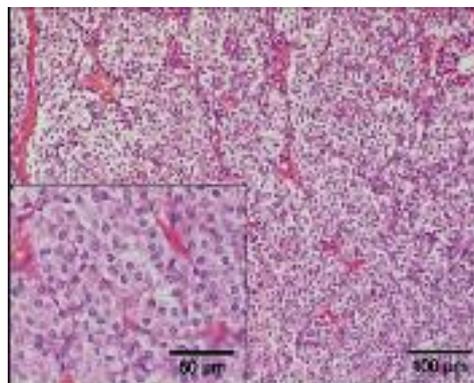
**Abb. 1** Ultraschografische Darstellung (transpalpebral, sagittal, Linearsonde) der retrobulbären Masse. RM = retrobulbäre Masse, BW = Bulbuswand, GK = Glaskörper, I = Iris, VAK = vordere Augenkammer, HH = Hornhaut  
*Ultrasound image of globe and retrobulbar mass (transpalpebral, sagittal plane, linear probe). RM = retrobulbar mass, BW = retina/chorioid, GK = vitreous, I = iris, VAK = anterior chamber, HH = cornea*

gefunden werden (Abb. 3). Die Zellen innerhalb dieser Neoplasie waren in Nestern oder Gruppen (sogenannte „Zellballen“) angeordnet und durch ein feines gefäß- und bindegewebshaltiges (fibrovaskuläres) Stroma durchzogen, wodurch ein teils alveolär erscheinendes Wachstumsmuster erkennbar war (Abb. 3). Eine Infiltration des umliegenden gesunden Gewebes durch die Tumorzellen konnte nicht gesehen werden. Das Zytoplasma der Tumorzellpopulation stellte sich blass eosinophil bis basophil und teils granuliert dar (Abb. 4). Die Zellkerne waren rund bis rundoval und die Zellgrenzen teilweise undeutlich.

Zur weiteren Charakterisierung der Neoplasie auf subzellulärer Ebene erfolgte die Einbettung repräsentativer Lokalisationen in Epoxid-Harz (Epon 812) mit anschließender Anfertigung elektronenmikroskopischer Präparate nach Standardverfahren. Hierbei fanden sich in den Tumorzellen teils zahlreiche elektronendichte Granula (sog. „dense-core bodies“), welche von einer einschichtigen Membran umgeben waren (Abb. 4). Die Morphologie der Granula war überwiegend rund bis rundoval, wobei ihr Durchmesser zwischen 225 und 341 nm betrug. Sie wurden als neurosekretorische Granula angesprochen (Ghadially 1997).



**Abb. 2** Schnittfläche des Gewebestückes im Bereich des N. opticus (Stern), angrenzender Augenmuskulatur (Pfeile) und Anteil des equinen orbitalen Paraganglioms (Kreis).  
*Cut-surface of the tissue sample with the N. opticus (asterisk), ocular muscles (arrows) and adjacent parts of the equine orbital paraganglioma (red circle).*

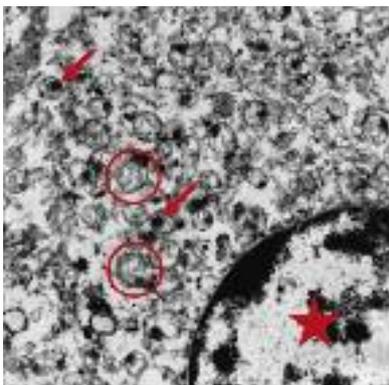


**Abb. 3** Histologisches Schnittpräparat des EOP. Charakteristisch sind die großen, polygonalen eosinophilen bis basophilen Zellen. Diese sind in Zellgruppen (sog. „Zellballen“) angeordnet und durch ein feines fibrovaskuläres Stroma getrennt. Inset: Detailansicht der Tumorzellen. (H.-E.-Färbung)  
*Histological section of the EOP. The neoplastic cells are large, polygonal and contain a pale eosinophilic or basophilic cytoplasm. Note the characteristic growth pattern in groups („Zellballen“ pattern), separated by a subtle fibrovascular stroma. Inset: Detailed illustration of the neoplastic cells. (H.-E.-staining)*

Zur Bestätigung der neuroendokrinen Herkunft der neoplastischen Zellen bzw. zum Ausschluss einer epithelialen Neoplasie (z.B. Adenom/Karzinom der Glandula lacrimalis) wurden immunhistologische Untersuchungen auf Chromogranin A, Synaptophysin, Neuronenspezifische Enolase (NSE) und Zytokeratin AE1/AE3 durchgeführt. Weiterhin erfolgte die Darstellung intrazellulärer versilberbarer (sog. argyrophiler) Granula anhand einer Warthin-Starry-Versilberung. Die Tumorzellen stellten sich dabei als positiv für Chromogranin A, Synaptophysin und NSE dar (Abb. 5), während die Untersuchungen auf Zytokeratin AE1/AE3 mit negativem Ergebnis verliefen. Zudem waren in zahlreichen Tumorzellen argyrophile Granula erkennbar. Daher wurde die Diagnose eines equinen orbitalen Paraganglioms gestellt.

## Diskussion

Das equine orbitale Paragangliom ist eine sehr selten auftretende neuroendokrine Neoplasie, welche bislang nur beim Pferd beschrieben wurde (Thacker und Duckworth 1969, Basher et al. 1997, Goodhead et al. 1997, Matiasek et al. 2007, Tóth et al. 2007, Miesner et al. 2009). Als zellulärer Ursprung dieses Tumors wird das Ziliarganglion angenommen (Goodhead et al. 1997). Dieses befindet sich ventral des M. obliquus ventralis, in direkter Nachbarschaft zum Nervus oculomotorius (Nickel et al. 1992). Der Tumor zeigt ein langsam-progressives Wachstum, kann dabei aber auch infiltrativ in die Umgebung einwachsen, wovon insbesondere die umliegenden Knochenstrukturen betroffen sind (Miesner et al. 2009). Im Allgemeinen ist die Metastasierungsrate gering, jedoch wurden in einem Fall Fernmetastasen in der Lunge beobachtet, sodass ein malignes Verhalten in Einzelfällen nicht auszuschließen ist (Basher et al. 1997). Die Neoplasie befindet sich innerhalb oder außerhalb des Konus der Augenmuskeln und somit in direkter Umgebung zum Sehnerven, wodurch eine Beeinträchtigung des Visus möglich ist (Basher et al. 1997, Matiasek et al. 2007). Zudem kann in Abhängigkeit von der Lokalisation des Tumors zu den Augenmuskeln ein unilateraler Strabismus bestehen (Gelatt 1999, Martin 2005, Matiasek et al. 2007). Ein solcher Strabismus ist



**Abb. 4** Elektronenmikroskopische Aufnahme einer Tumorzelle. Sehr zahlreiche, aufgrund von Autolyse schlecht erhaltene Mitochondrien (Kreise), daneben einzelne elektronendichte Körperchen (dense-core bodies) (Pfeile) sowie der Zellkern (Stern). (Gerätevergrößerung 12.000 X)

*Electron micrograph of the equine orbital paraganglioma. Note plenty of degenerated mitochondria (due to autolysis) (circle), some dense-core bodies (arrows) and the nucleus (asterisk). (Magnification 12.000 X)*

jedoch nicht als pathognomonisch für ein EOP anzusehen, da er ebenso bei anderen Neoplasien oder Umfangsvermehrungen in der Orbita auftreten kann. Auch im vorliegenden Fall war das EOP unweit des Sehnerven lokalisiert (Abb. 2), jedoch überwiegend außerhalb des Augenmuskelkonus, wodurch das Fehlen eines Strabismus und der Erhalt des Visus bei dem vorgestellten Wallach zu erklären ist.

Das EOP tritt gehäuft zwischen dem 12. und dem 28. Lebensjahr auf (Basher et al. 1997, Goodhead et al. 1997, Matiasek et al. 2007, Tóth et al. 2007, Miesner et al. 2009), eine Geschlechtsdisposition ist nicht zu erkennen. Aufgrund des langsamen Wachstums der Neoplasie liegt in vielen Fällen zum Zeitpunkt der Diagnosestellung bereits eine längere Vorgeschichte klinisch manifester und therapieresistenter Augensymptome vor (Goodhead et al. 1997, Miesner et al. 2009), wie sie auch anamnestisch bei dem überwiesenen Wallach bekannt waren. Dabei handelt es sich jedoch nicht um pathognomonische Symptome eines EOP, vielmehr stellt dies eine Gemeinsamkeit langsam progressiver retrobulbärer Umfangsvermehrungen dar (Tóth et al. 2007).

Im vorgestellten Fall war das klinische Leitsymptom ein unilateraler Exophthalmus, welcher auch bei allen in der Literatur berichteten Fällen auftrat (Thacker und Duckworth 1969, Basher et al. 1997, Goodhead et al. 1997, Matiasek et al. 2007, Tóth et al. 2007, Miesner et al. 2009). Dieser stellte sich bei den Tieren überwiegend schmerzlos und direkt proportional zur Größenzunahme der Umfangsvermehrung dar. Als begleitende und von Fall zu Fall variierende Symptome werden Tränenfluss, Visusverlust, Anisokorie, verzögerter Pupillarreflex und ein Prolaps des dritten Augenlides beschrieben (Basher et al. 1997, Miesner et al. 2009). Der Bulbus sowie der intraokulare Druck waren dabei jedoch stets ohne besonderen Befund. Auch bei dem Wallach wurden im Rahmen der klinischen Untersuchung keine pathologischen Befunde an den Augenstrukturen festgestellt. Auffällig waren aber der Vorfall der Nickhaut, ein übermäßiger Tränenfluss und eine verzögerte Pupillarreaktion.

Interessanterweise ist in der Mehrzahl der in der Literatur beschriebenen Fälle das rechte Auge betroffen (Goodhead et al. 1997, Matiasek et al. 2007, Tóth et al. 2007, Miesner et al. 2009), so auch im vorgestellten Fall. Eine anatomische



**Abb. 5** Immunhistologischer Nachweis von NSE (Neuronenspezifische Enolase) in allen Tumorzellen (braune Farbreaktion). Das dazwischen liegende fibrovaskuläre Stroma ist negativ. *Immunohistochemical labelling for NSE (neuron-specific enolase) in all neoplastic cells (brown colour). The fibrovascular stroma is negative for NSE.*

oder pathophysiologische Ursache hierfür ist nach Kenntnisstand der Autoren und im Einklang mit der einschlägigen Literatur nicht bekannt (Miesner et al. 2009).

Aufgrund der recht unspezifischen klinischen Symptomatik sind bei einem unilateralen Exophthalmus verschiedene Ursachen differenzialdiagnostisch in Betracht zu ziehen. Diese umfassen andere primäre und sekundäre (retro-)orbitale Neoplasien, Traumata, (retro-)orbitale Abszesse oder Phlegmonen, Zysten, Myositiden sowie Entzündungen (Bistner et al. 1983, Loupal et al. 1985, Barnett et al. 1988, Martin 2005, Muñoz et al. 2007, Plummer 2007). In der Literatur sind bisher eine Vielzahl intraorbitaler Neoplasien beim Pferd beschrieben. Zu diesen zählen: Adenokarzinome der Tränendrüse, Lymphosarkome, Lymphome, Lipome, Melanome, multilobuläre Osteome, Schwannome, Neurofibrome, Medulloepitheliome, Mastzelltumore, Meningeome, Hämangiosarkome, Neuroepitheliome, Neuroblastome und infiltrativ in die Orbita wachsende Plattenepithelkarzinome (Bistner et al. 1983, Loupal et al. 1985, Gelatt 1999, Martin 2005). Darüber hinaus sind auch andere Neoplasien potenziell in der Lage, in die Orbita zu metastasieren, wenngleich dies einen ungewöhnlichen Verbreitungsweg darstellt.

Bei Vorliegen eines unilateralen Exophthalmus bzw. des Verdachtes auf eine retrobulbäre Neoplasie sollten weiterführende diagnostische Verfahren wie sonografische (Basher et al. 1997, Goodhead et al. 1997, Matiasek et al. 2007, Plummer 2007, Miesner et al. 2009), computer- (CT) und magnetresonanztomographische (MRT) Untersuchungen eingesetzt werden (Wollanke et al. 2006, Matiasek et al. 2007, Miesner et al. 2009). Letztgenannte Untersuchungen sind dabei im Hinblick auf individuelle prognostische Angaben oder mögliche chirurgische Interventionen, aufgrund der detailgetreuen Darstellung der Verhältnisse in der Orbita, anderen Untersuchungsmethoden überlegen (Wollanke et al. 2006, Matiasek et al. 2007, Miesner et al. 2009). Im vorliegenden Fall wurde aus wirtschaftlichen Überlegungen von einer CT oder MRT-Untersuchung abgesehen.

Zusätzlich könnte eine Probenentnahme für zytologische Untersuchungen (true-cut-Biopsie oder Feinnadelaspiration) unter Ultraschallkontrolle für die Diagnosestellung herangezogen werden (Plummer 2007, Miesner et al. 2009). Hierbei besteht jedoch die Gefahr einer möglichen Schädigung nervaler oder vaskulärer Strukturen in der Orbita (Basher et al. 1997).

Bei orbitalen Neoplasien ist die chirurgische Entfernung des Tumors als einzige wirkungsvolle Therapie beschrieben (Basher et al. 1997, Goodhead et al. 1997, Miesner et al. 2009). Dabei sollen auch unvollständige Resektionen einen gewissen Erfolg und Überlebenszeiten bis zu zwei Jahren erbringen (Miesner et al. 2009). Der Erhalt des Visus erscheint, in Anbetracht der vorgeschlagenen Operationstechniken, nicht möglich. Dieser dürfte aber auch ohne Operation bei voranschreitender Umfangsvermehrung durch Druckatrophie des Sehnerven verloren gehen.

## Interessenskonflikt

Die Autoren erklären hiermit, keinen wirtschaftlichen, persönlichen oder anderweitig gearteten Interessenskonflikten zu

den im oben genannten Text aufgeführten medizintechnischen Produkten zu unterliegen.

## Literatur

- Barnett K. C., Cottrell B. D. und Rest J. R. (1988) Retrobulbar Hydatid Cyst in the Horse. *Equine Vet. J.* 20, 136-138
- Basher A. W. P., Severin G. A., Chavkin M. J. und Frank A. A. (1997) Orbital neuroendocrine tumors in three horses. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 210, 668-671
- Bednar M. M., Trainer T. D., Aitken P. A., Grenko R., Dorwart R. und Duckworth J. (1992) Orbital Paraganglioma – Case-Report and Review of the Literature. *British J. Ophthalmol.* 76, 183-185
- Bistner S., Campbell R. J., Shaw D., Leininger J. R. und Ghobrial H. K. (1983) Neuroepithelial Tumor of the Optic-Nerve in A Horse. *Cornell. Vete.* 73, 30-40
- Gelatt K. N. (1999) *Veterinary Ophthalmology*. Gelatt K.N., Pennsylvania, Lippincott Williams & Wilkins, 3. Auflage, S. 1068
- Ghadially F. N. (1997) *Ultrastructural Pathology of the Cell and Matrix*. Ghadially F.N., Oxford, Butterworth-Heinemann, 3. Auflage, Vol. 1, S. 388, 408, 410
- Goodhead A. D., Venter I. J. und Nesbit J. W. (1997) Retrobulbar extra-adrenal paraganglioma in a horse and its surgical removal by orbitotomy. *Vet. Comp. Ophthalmol.* 7, 96-100
- Kiupel M., Capen C., Miller M. und Smedley R. (2008) *Histological Classification of Tumors of the Endocrine System of Domestic Animals*. Washington, DC, Armed Forces Institute of Pathology in Cooperation with the C.L. Davis DVM Foundation and The World Health Organization Collaborating Center for Worldwide Reference on Comparative Oncology, S. 63
- Loupal G. und Mikula M. (1985) Olfaktorischer Neuroblastom bei einem Pferd. *Pferdeheilkunde* 1, 65-9
- Martin C. L. (2005) *Ophthalmic Disease in Veterinary Medicine*. London, Manson Publishing Ltd., 1. Auflage, S. 127
- Matiasek K., Cronau M., Schmahl W. und Gerhards H. (2007) Imaging features and decision making in retrobulbar neuroendocrine tumours in horses – Case report and review of literature. *Vet. Med. Series A-Physiol. Pathol. Clin. Med.* 54, 302-6
- Miesner T., Wilkie D., Gemensky-Metzler A., Weisbrode S. und Colitz C. (2009) Extra-adrenal paraganglioma of the equine orbit: six cases. *Vet. Ophthalmol.* 12, 263-268
- Muñoz E., Leiva M., Naranjo C. und Peña T. (2007) Retrobulbar dermoid cyst in a horse: a case report. *Vet Ophthalmol* 10, 394-7
- Nickel R., Schummer A. und Seiferle E. (1992) *Lehrbuch der Anatomie der Haustiere*. Berlin, Paul Parey, 3 Auflage, S. 302
- Plummer C. E. (2007) Exophthalmus in the horse. *Equine Vet. Educ.* 19, 584-589
- Thacker W. C. und Duckworth J. K. (1969) Chemodectoma of the orbit. *Cancer* 23, 1233-1238
- Tóth J., Hollerrieder J., Köhler K. und Hetzel U. (2007) Ungewöhnliche ophthalmologische Erkrankungen beim Pferd: eine Herausforderung für Diagnostik und Therapie. *Tierärztl. Prax.* 35(G), 23-32
- Wollanke B., Gerhards H. und Cronau M. (2006) Diagnostik und Therapie periorbitaler Erkrankungen von Pferden: Wann ist eine Computertomografie (CT) oder Magnetresonanztomografie (MRT) indiziert? *Pferdeheilkunde* 22, 431-438

Dr. Tobias Theuß  
 Institut für Veterinär-Pathologie  
 Veterinärmedizinische Fakultät der Universität Leipzig  
 An den Tierkliniken 33  
 04103 Leipzig  
 theuss@vetmed.uni-leipzig.de