

# Diagnostik und Therapie periorbitaler Erkrankungen von Pferden: Wann ist eine Computertomographie (CT) oder Magnetresonanztomographie (MRT) indiziert?

Bettina Wollanke, Hartmut Gerhards und Marc Cronau

Klinik für Pferde der Ludwig-Maximilians-Universität München

## Zusammenfassung

In den vergangenen Jahren hat sich nach der Computertomographie auch die Magnetresonanztomographie in der Pferdemedizin etabliert. Tomographische Untersuchungen bei Pferden sind mit nicht unerheblichen Kosten und Aufwand verbunden und nicht in jedem Fall verfügbar. Der außerordentlich hohe Informationsgewinn kann die mit diesen Untersuchungen verbundenen Kosten und den Aufwand in bestimmten Fällen jedoch rechtfertigen. Bestimmte Erkrankungen insbesondere im Kopfbereich des Pferdes können erst nach der Erstellung von Schnittbildern korrekt eingeschätzt und behandelt werden. Bei den periorbitalen Erkrankungen ist die tomographische Untersuchung insbesondere bei Pferden mit *Protrusio bulbi* infolge eines retrobulbär und retroorbital wachsenden Tumors indiziert. Für die Tumordiagnostik ist die Magnetresonanztomographie der Computertomographie überlegen. Bei Frakturen temporal des Auges bei Verdacht auf Mitbeteiligung des Kiefergelenks ist es ebenfalls sehr vorteilhaft, vor einer operativen Therapie zur Frakturdeklaration tomographische Bilder zu erstellen. Bei der Diagnostik von periorbitalen Frakturen hat die Computertomographie Vorteile bei der Darstellung der knöchernen Veränderungen. Beide Verfahren sind jedoch grundsätzlich sehr gut geeignet, die Indikation für Operationen zu prüfen, deren Prognose besser einzuschätzen und den Operationszugang optimal zu planen. In manchen Situationen können die Kosten für Operationen mit sehr ungünstiger oder infauster Prognose gespart werden. In anderen Fällen sind die tomographische Untersuchung und der Informationsgewinn, den die Schnittbilder liefern, die entscheidende Voraussetzung für die Erhaltung des Augapfels bzw. der Sehfähigkeit.

**Schlüsselwörter:** Bildgebende Verfahren, Ophthalmologie, Magnetresonanztomographie, CT, MRT, Orbita, Tumor, Fraktur

## Diagnosis and therapy of periorbital diseases in horses: Indication for computed tomography (CT) or magnetic resonance tomography (MRT)

During the last years, not only computed tomography (CT) but also magnetic resonance imaging (MRI) has been established in equine medicine. Tomographic examinations in horses are accompanied with high costs and efforts, and they are not available in every case. Certain diseases of the equine head cannot be interpreted or treated without tomographic images. On the other hand, the excellent improvement of information by tomographies justifies the costs and efforts in certain cases. Indications for CT or MRI in periorbital diseases are particularly protrusions of the globe due to retrobulbar or retroorbital tumor growth. In fractures temporal of the globe and suspicion of an injury of the temporo-mandibular joint the preoperative knowledge of the CT or MRI images provides a tremendous advantage for surgery. In tumor diagnostic, information from MRI-images is superior to information from CT-images, and in periocular fractures, information from CT-images is superior to that from MRI-images. Basically, both techniques are particular suitable for verifying an indication for surgery as well as for evaluating the prognosis and for detailed planning of the optimal surgical approach. In some cases, the costs for surgeries with a poor or infaust prognosis can be avoided. In other cases, information from CT or MRI images is a vital condition for preserving the globe or even vision.

**Keywords:** imaging techniques, ophthalmology, magnetic resonance tomography, computed tomography, orbit, tumor, fracture

## Einleitung

Bei Erkrankungen im Kopfbereich sind die Ergebnisse von klinischen, endoskopischen, röntgenologischen sowie sonographischen Untersuchungen häufig nicht zufrieden stellend. Die Computertomographie (CT) und die Magnetresonanztomographie (MRT) haben den Vorteil, dass durch Serien parallel erstellter Schnittbilder keine Überlagerungen unterschiedlicher Strukturen entstehen und durch die Möglichkeit der dreidimensionalen und multiplanaren (MRT) Darstellung ein hoher Informationsgewinn zu erzielen ist. Die Schnittbildverfahren sind vor allem für die präoperative Diagnostik als ergänzende Untersuchungsmethoden sehr gut geeignet

(Arencibia et al. 2000, Vazquez et al. 2001, Junker et al. 2002, Hoppe et al. 2003).

Krankhafte Prozesse im Kopfbereich können detailliert untersucht, deren exakte Lokalisation und Ausdehnung bestimmt sowie ein optimaler Zugang für eine operative Therapie gefunden werden (Tucker und Farrell 2001, Ramirez und Tucker 2004). Die Magnetresonanztomographie ist zwar teurer, hat gegenüber der Computertomographie jedoch den Vorteil, dass Weichteilstrukturen besser darstellbar und interpretierbar sind und die Schnittbilder in beliebigen Ebenen angefertigt werden können. Zusätzlich entfällt bei der MRT die

Strahlenbelastung, die bei Röntgen- und insbesondere bei computertomographischen Untersuchungen für die beteiligten Personen eine Rolle spielt. Neben Erkrankungen der Zähne, der Nasennebenhöhlen und des ZNS können auch Veränderungen in der und um die Orbita mittels Schnittbildverfahren gut dargestellt werden.

Nach periokularen Verletzungen können Fistelbildungen zurückbleiben, deren Grund mit konventionellen Untersuchungsmethoden nicht feststellbar ist, der jedoch mittels Schnittbildtomographien leicht lokalisiert und auch charakterisiert werden kann. Verschiedene Ursachen für unphysiologische Positionen des Augapfels können sowohl zu einer Protrusio bulbi als auch zu einem Enophthalmus führen. Einige dieser Ursachen können ebenfalls ausschließlich durch Schnittbildtechniken diagnostiziert werden. Anhand von unterschiedlichen Krankheitsbildern sollen im Folgenden ausgewählte klinische Befunde und insbesondere MRT-Befunde beispielhaft erläutert werden.

### Exemplarische klinische Befunde und tomographische Untersuchungen

Ein relativ häufiger klinischer Befund ist die Protrusio bulbi, die differentialdiagnostisch von einem Glaukom abgegrenzt werden muss (Abb. 1). Ursachen dafür sind sowohl Traumata



**Abb 1a** Protrusio bulbi infolge eines retrubulbär und retroorbital gelegenen neuroendokrinen Tumors.  
*Exophthalmos due to a retrobulbar and retroorbital tumour.*



**Abb 1b** Buphthalmus infolge eines chronischen Glaukoms.  
*Buphthalmos as a sequela of chronic glaucoma.*

mit (Mehrfach-) Frakturen des Processus zygomaticus des Os frontale, die dazu führen, dass der Augapfel aus der knöchernen Orbita disloziert wird, als auch retrubulbäre Tumore. Eine weitere unphysiologische Position des Augapfels ist ein Enophthalmus. Neben klinisch unbedeutenden Graden eines Enophthalmus gibt es Zustände, die einer chirurgischen Intervention bedürfen (Abb. 2).



**Abb 2** Enophthalmus rechts infolge einer Fraktur des Orbitabodens. Da keine funktionelle Beeinträchtigung erkennbar war, wurde von einer Therapie (Reposition des Augapfels) abgesehen.  
*Enophthalmos on the right side following a fracture of the floor of the orbit. As there was no functional problem detectable, no therapy (reposition of the globe) was performed.*

### Protrusio bulbi nach Trauma

Eine Fraktur des Processus zygomaticus des Os frontale ist relativ einfach durch die klinische Untersuchung zu diagnostizieren und bei unkomplizierten und frischen Frakturen fraglos auch ohne MRT-Untersuchung therapierbar (Abb. 3). Durch Aufrichtung des Processus zygomaticus erlangt der Bulbus seine physiologische Position zurück. Weitere häufig vorkommende Impressionsfrakturen liegen rostral und ventral des Bulbus. Die Reposition der Fragmente ist bei funktionell nicht

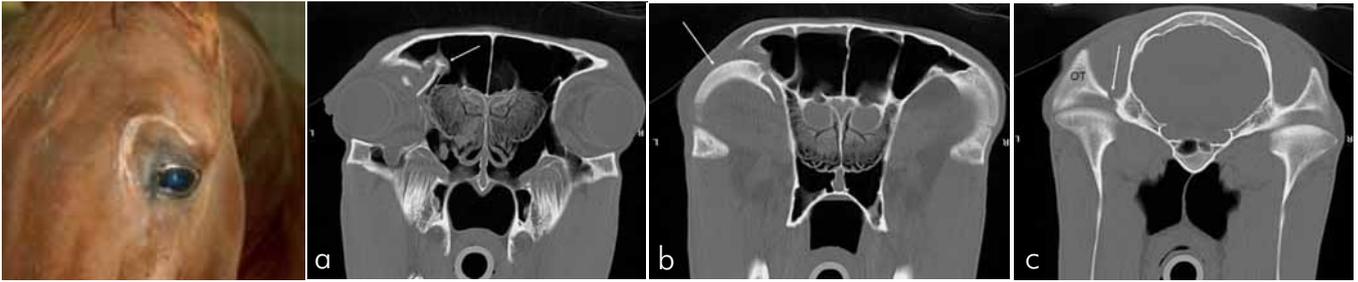


**Abb 3** Protrusio bulbi mit mangelhaftem Lidschluss und Exposition der Hornhaut. Ursache der Dislokation des Augapfels ist eine Impressionsfraktur des Processus zygomaticus des Os frontale (Pfeil).  
*Exophthalmos with insufficient closure of the eyelids and corneal exposition. The cause for dislocation of the globe is an impression fracture of the zygomatic process of the frontal bone (arrow).*

beeinträchtigenden und kosmetisch unbedeutenden Frakturen nicht erforderlich. Wenn eine funktionelle Beeinträchtigung (z.B. durch Veränderung der Bulbusposition) oder medizinische Indikation (Sequester im Frakturbereich oder in der Kieferhöhle) besteht, sollte die Fraktur wieder eingerichtet und vorhandene Sequester entfernt werden. Sofern das Os temporale und das Kiefergelenk nicht mit beteiligt sind, gelingt die Reposition und Fixierung der Knochenfragmente unkompliziert unter Sichtkontrolle und ohne tomographische Untersuchungen. Bei Beteiligung des Kiefergelenks muss das Risiko für die Entstehung einer posttraumatischen Arthritis / Arthrose angesprochen werden (Abb. 4).

### Protrusio bulbi infolge von retrubulbärem und retroorbitalem Tumorwachstum

Bei den retrubulbär und retroorbital liegenden Tumoren gibt es große Unterschiede in deren Struktur, Lokalisation und



**Abb 4** Links 3-jähriger Araberhengst mit Enophthalmus, nach ventral disloziertem Bulbus und Mehrfachfrakturen im Bereich des Orbitabodens, des Os frontale mit Processus zygomaticus sowie des Os temporale mit Beteiligung des Kiefergelenks (präoperative Aufnahme; die haarlose Stelle über dem linken Auge ist noch Traumafolge). Rechts: a) Fraktur des Orbitabodens als Ursache für den Enophthalmus (Pfeil), b) Fraktur des Processus zygomaticus des Os frontale (Pfeil), c) Fraktur des Os temporale (OT) mit Traumatisierung des Kiefergelenks (Pfeil). (CT-Bilder: Dres. Lutz und Heidbrink, Tierärztliche Klinik für Pferde in Aschheim). Anhand der CT-Bilder war die Rekonstruktion der Frakturen im Bereich des Processus zygomaticus des Os frontale und des Os temporale möglich, so dass postoperativ weder eine funktionelle Beeinträchtigung des Auges noch des Kiefergelenks feststellbar waren.

*Left: 3 years old Arabian stallion with enophthalmos, globe dislocated ventrally, and comminuted fractures of the floor of the orbit, frontal bone with zygomatic process, and involvement of the mandibular joint (preoperative picture; the loss of hair around the dorsal edge of the orbit is due to the trauma). Right: a) A fracture of the floor of the orbit resulted in enophthalmos (arrow), b) Fracture of the zygomatic process of the frontal bone (arrow), c) Fracture of the temporal bone (OT) with involvement of the mandibular joint (arrow). (CT images: Dres Lutz and Heidbrink, Equine Clinic, Aschheim). With the images from CT, reconstruction of the fractures of the zygomatic process of the frontal bone and the temporal bone was possible. After surgery function of the eye and of the mandibular joint was normal.*

Ausdehnung. Histologisch wurden überwiegend neuroendokrine Tumore nachgewiesen. Diese neuroendokrinen Tumore weisen ein relativ langsames Wachstum auf, das z.T. über mehrere Jahre beobachtet werden kann (Abb. 5), bis infolge Erblindung und schließlich Expositionskeratitis mit Ulkusbil-

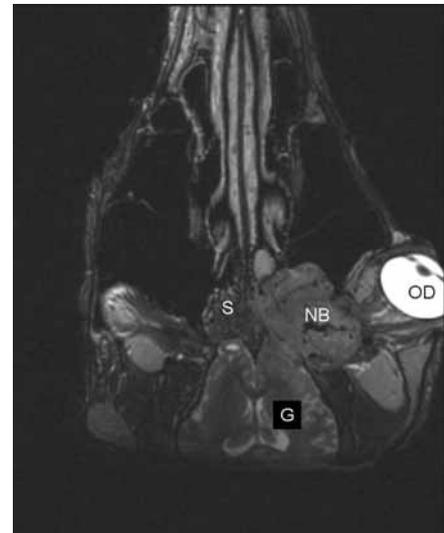
dung die Evisceratio orbitae oder aber die Euthanasie erforderlich wird (Abb. 6). In Einzelfällen kommen jedoch auch (Ästhesio-) Neuroblastome, neuroepitheliale Tumore, progressive Siebbeinhämatome und ossifizierende Fibrome vor. Neuroblastome und neuroepitheliale Tumore weisen erfah-



**Abb 5** Warmblutwallach mit retroorbitalem, langsam wachsenden Tumor 2 Jahre nach Erstvorstellung.  
*Warmblood gelding with retroorbital situated and slowly growing tumour 2 years after the first presentation to the clinic.*



**Abb 6** Sechzehn-jähriger Warmbluthengst mit neuroendokrinen Tumor, der sich überwiegend retrobulbär innerhalb der Orbita befand. Durch die Protrusio bulbi war der Lidschluss nicht mehr möglich und es kam zu einem Hornhautulkus. Seit der Evisceratio orbitae vor 2,5 Jahren ist der Hengst beschwerdefrei.  
*Sixteen years old warmblood stallion with neuroendocrine tumour growing mainly inside of the orbit. Caused by severe exophthalmos, closure of the eyelids was impossible and corneal ulceration developed. 2.5 years after evisceration of the orbit, the stallion is in a very good condition.*



**Abb 7** MRT-Bild (koronärer Schnitt) eines retrobulbären Neuroblastoms, das zur Protrusio bulbi geführt und z.T. schon das Neurokranium mit befallen hatte (OD = Oculus dexter, NB = Neuroblastom, G = Gehirn, S = Siebbein).

*MRT image (coronar section) of a retrobulbar neuroblastoma leading to exophthalmos and involving the neurocranium (OD = oculus dexter, NB = neuroblastoma, G = brain, S = ethmoidal bone).*

rungsgemäß ein sehr infiltratives Wachstum auf (Abb. 7) und neuroepitheliale Tumore zusätzlich sehr schnelles Wachstum (Abb. 8).

Manche Tumore befinden sich überwiegend in der Orbita oder unmittelbar retroorbital. In solchen Situationen kann den betroffenen Pferden häufig durch eine Evisceratio orbitae für einen langen Zeitraum (bis über mehrere Jahre) geholfen werden. Die Tumore können jedoch auch ausgedehnt retroorbital liegen, das Siebbein mit involvieren und sogar



**Abb 8** Oben: Elf-jährige Warmblutstute mit retrobulbärem neuroepitheliale Tumor, der zu der Protrusio bulbi und der sichtbaren Umfangsvermehrung dorsal der Orbita geführt hatte (Pfeil). Unten: MRT Bild der Stute (OT = Os temporale, NT = neuroepithelialer Tumor, G = Gehirn). Die signalarme (schwarze) Linie zwischen dem Tumor und dem Gehirn ist die knöcherne Begrenzung des Gehirns. Die Stute musste 3 Wochen nach der MRT-Diagnostik mit ZNS-bedingten Ausfallserscheinungen euthanasiert werden.  
*Top: Eleven years old warmblood mare with retrobulbar neuroepithelial tumour leading to exophthalmos and a marked swelling dorsal to the orbit (arrow). Bottom: MRT image of the mare (OT = temporal bone, NT = neuroepithelial tumour, G = brain). The line with low signal (black) between the tumour and the brain is the neurocranium. The mare had to be euthanized 3 weeks after MRT-diagnostic because of central nervous failures.*

das Neurocranium einbeziehen. Bei diesem ausgedehnten retroorbitalen Tumorwachstum muss eine vorsichtige Prognose gestellt werden. Wenn das Tumorwachstum das Gehirn erreicht hat, ist innerhalb kurzer Zeit mit Ausfallserscheinungen und bei einzelnen Pferden auch mit plötzlichem aggressivem Verhalten zu rechnen. Eine Therapie ist hier als infaust anzusehen. Seltener finden sich Tumore im M. masseter oder unterhalb des Masseters, die sich von kaudal in die Orbita hineindrücken und dadurch ebenfalls eine Protrusio bulbi hervorrufen können. Eine einseitige Vorwölbung des retroorbitalen Fettes sowie Umfangsvermehrungen im Ganaschenbereich können auf Tumore in diesem Bereich hinweisen. Bei dem Patienten von Abb. 9 und 10 konnte nach der MRT-Untersuchung der Augapfel erhalten und zwischen Mandibula und M. masseter lokalisiertes, gut abgegrenztes Melanom entfernt werden.

### Enophthalmus infolge einer Fraktur des Orbitabodens

Bei einem scheinbar zu kleinen, klinisch jedoch unauffälligen Augapfel (ggf. Größenmessung mittels Ultraschall) liegt ein Enophthalmus vor (Abb. 2). Der Augapfel liegt dabei entweder durch Kontraktion des M. retractor bulbi (z. B. bei Tetanus-erkrankung) oder aber nach Fraktur des Orbitabodens (Os sphenoidale, Os palatinum und/oder Os lacrymale) auffallend weit in der Augenhöhle. Diese Position ist in vielen Fällen nicht mit einer Beeinträchtigung der Sehfähigkeit verbunden und kann belassen werden. Eine chirurgische Reposition des Augapfels ist nur indiziert, wenn eine funktionelle Beeinträchtigung vorliegt. Bei einem Patienten war der rechte Augapfel nach einem Trauma mittels klinischer Untersuchung nicht mehr auffindbar. Mittels MRT-Diagnostik wurde der Bulbus oculi in der Kieferhöhle lokalisiert (Abb. 11). Abgesehen von einer geringgradigen Deformierung (Eindellung der Sklera) schien das Auge noch intakt zu sein und die Linse befand sich in der physiologischen Position, so dass eine operative Therapie versucht werden sollte. Es wurde eine Trepanation der Kieferhöhle durchgeführt und durch die Trepanationsöffnung konnte der Augapfel in die Orbita reponiert und der Orbitaboden teilweise rekonstruiert werden. Bei dem betroffenen Pferd sind zwar Visuseinschränkungen zurückgeblieben, es konnte jedoch ein exzellentes kosmetisches Resultat erzielt werden.



**Abb 9** Dreiundzwanzig-jähriger Warmbluthengst mit Protrusio bulbi und Zubildungen im retrobulbären Raum sowie im Masseterbereich. Oben präoperativer Zustand, unten Zustand postoperativ (Foto unten: Dr. D. Fister, Tierärztliche Klinik für Pferde in Bilsen).  
*Twentythree years old warmblood stallion with exophthalmos and a swelling in the masseter region. Top preoperative and bottom postoperative photograph. (Bottom: Dr. D. Fister, Equine Clinic, Bilsen). The tumour was a melanoma.*



**Abb 10** MRT-Untersuchung des Hengstes von Abb. 9: a) Transversalschnitt, b) koronärer Schnitt, c) Sagittalschnitt. Es stellt sich ein relativ großer und gut abgegrenzter Tumor dar. (M = Mandibula, MM = Musculus masseter, G = Gehirn, OS = Oculus sinister, S = Siebbein, T = Tumor).

MRT examination of the stallion from fig. 9: a) transverse section, b) coronar section, c) sagittal section. A relatively large and well-defined tumour can be seen. (M = mandibula, MM = masseter muscle, G = brain, OS = oculus sinister, S = ethmoid, T = tumor).

## Diskussion

Bei Pferden, die periorbitale Veränderungen aufweisen und bei denen herkömmliche Untersuchungsmethoden wie die klinische, ophthalmologische und röntgenologische Untersuchung keine zufrieden stellenden Ergebnisse erbringen, kann mittels CT und MRT ein exzellenter Informationsgewinn erzielt werden. Wenn diese Techniken verfügbar sind, können der Charakter und die exakte Lokalisation von Veränderungen

bestimmt werden. Bei Pferden mit Protrusio bulbi und Verdacht auf einen retroorbitalen Tumor sind MRT-Bilder sehr aussagekräftig und liefern überzeugende und detaillierte Ergebnisse. Weitere Indikationen sind periokulare Verletzungen mit Fistelbildung oder retrobulbäre Abszesse. Bei einem Enophthalmus nach Trauma liegt häufig eine Impressionsfraktur des Orbitabodens vor. Klinisch unbedeutende Fälle eines Enophthalmus, bei denen keine funktionellen Störungen bestehen, können belassen werden.



**Abb 11** MRT-Bilder eines Warmblutfohlens, bei dem nach Trauma im Bereich der rechten Orbita der Bulbus nicht auffindbar war. Links Transversalschnitte von kaudal nach kranial (1 – 4): der rechte Bulbus befindet sich rostral und ventral der Orbita in der Kieferhöhle. Rechts 2 koronäre Schnitte, 1 auf Höhe des linken gesunden Augapfels, 2 wenige cm tiefer durch den in der rechten Kieferhöhle liegenden rechten Augapfel. Die Sklera ist geringgradig eingedellt, die Linse befindet sich jedoch in situ. (OD = Oculus dexter, OS = Oculus sinister, O = rechte Orbita).

MRT images of a warmblood foal after a trauma. The right globe was not detectable with clinical examinations. Left: transverse sections from caudal to cranial (1 – 4): the right globe is situated rostrally and ventrally to the orbit in the maxillary sinus. Right: 2 coronar sections, 1 through the left globe, 2 through the ventrally luxated right globe. The sklera is moderately indented, but the lens is still in the normal position. (OD = oculus dexter, OS = oculus sinister, O = right orbit)

Die Entscheidung über das weitere Vorgehen kann in Kenntnis der Schnittbilder sehr fundiert getroffen werden. Bei Indikationsstellung für eine Operation kann die exakte Operationsplanung anhand der magnetresonanztomographischen oder computertomographischen Untersuchung sorgfältig durchgeführt und der Operationszugang optimal gewählt werden.

Unkomplizierte Orbitafrakturen können häufig auch ohne die zuvor angefertigten Schnittbilder wieder eingerichtet werden. Bei komplizierten Frakturen, insbesondere dann, wenn das Os temporale und möglicherweise das Kiefergelenk mit betei-



**Abb 12** Acht-jährige Ponystute mit retrobulbärem Abszess. Die Ursache für den chronischen purulenten Augenausfluss konnte ohne Tomographie nicht ermittelt werden.

*Eight years old pony mare with a retrobulbar abscess. The cause for the chronic purulent discharge from the palpebral fissure could not be detected without tomography.*

ligt sind, ist es hingegen ratsam, vor einer Operation Schnittbilder anzufertigen. In diesem Fall ist die Untersuchung mittels CT sehr gut geeignet, die Knochenstrukturen darzustellen. Anhand der Schnittbilder ist die Reposition der Knochenfragmente gezielter möglich und die Prognose präoperativ besser einzuschätzen.

Für die Lokalisation und die Bestimmung der Größe retrobulbärer Tumore ist die MRT das Mittel der Wahl. Eine Ultraschalluntersuchung kann innerhalb der Orbita zwar den Verdacht auf vorhandenes Tumorgewebe bestärken, die MRT ist jedoch bei der Darstellung des Tumorgewebes der Ultraschalluntersuchung weit überlegen. Die MRT ist zudem neben der Computertomographie die einzige Möglichkeit, Tumore auch retroorbital darzustellen. Die in der Orbita befindliche Tumormasse kann bei Operationen natürlich grundsätzlich mit entfernt werden, auch wenn zuvor keine MRT-Diagnostik angewandt wurde. Für die Prognose ist es jedoch entscheidend, wie weit das Tumorstadium retroorbital ausgedehnt und somit einer Operation nicht zugänglich ist. Wenn absehbar ist, dass eine Operation nur einen sehr kurzfristigen Erfolg bringen kann, danach jedoch innerhalb kürzester Zeit Ausfallserscheinungen durch ZNS-Schäden zu erwarten sind, ist von einer chirurgischen Behandlung abzuraten.

Neben der Tumordiagnostik und der Diagnostik nach Trauma sind Untersuchungen mittels Schnittbildverfahren außerdem geeignet, andere retrobulbäre Prozesse zu untersuchen. Sowohl Abszesse als auch Fremdkörper, die eine Fistel unterhalten, können klinisch, mittels Ultraschall- und Röntgendiagnostik nicht in jedem Fall lokalisiert werden (Abb. 12). Mittels CT ist die Lokalisation und insbesondere mittels MRT zusätzlich die Charakterisierung dieser Veränderungen jedoch sehr gut möglich.

Die tomographischen Untersuchungen und insbesondere die MRT sind zwar relativ aufwändige und teure Verfahren, können jedoch die Operationsplanung und das präoperative Besitzergespräch entscheidend beeinflussen. Ohne die Schnittbilder können viele der periorbitalen Erkrankungen nicht oder nur unzureichend interpretiert werden, so dass keine Therapie möglich ist. Der Informationsgewinn durch die tomographischen Untersuchungen ist häufig beeindruckend. Der relativ hohe (Kosten-) Aufwand der tomographischen Untersuchungen lohnt sich in vielen Fällen, da die operative Behandlung einiger Tumore und Verletzungen durch die Untersuchung mittels Schnittbildverfahren erst möglich wird. Einer Therapie nicht zugängliche Prozesse können präoperativ erkannt und damit die Operation sowie Schmerzen und Leiden der Pferde vermieden werden.

## Literatur

- Arencibia A., J. M. Vazquez, R. Jaber, F. Gil, J. A. Ramirez, M. Rivero, N. Gonzalez und E. R. Wisner (2000): Magnetic resonance imaging and cross sectional anatomy of the normal equine sinuses and nasal passages. *Vet. Radiol. Ultrasound* 41, 313-319
- Hoppe T., W. Horstmann und H. Gerhards (2003): Kernspintomographische Untersuchungen von Erkrankungen der Kopfregion des Pferdes – drei Fallberichte. *Pferdeheilkunde* 19, 143-150
- Junker C., T. Hoppe, W. Horstmann, H. Gerhards und K. Matiassek (2002): Magnetresonanztomographische Studien an Kopf und Hals des Pferdes mit Fallberichten. *Pferdeheilkunde* 18, 351-358
- Ramirez S. und R. L. Tucker (2004): Ophthalmic imaging. *Vet. Clin. North Am.* 20, 441-457
- Tucker R. L. und E. Farrell (2001): Computed tomography and magnetic resonance imaging of the equine head. *Vet. Clin. North Am.* 17, 131-144
- Vazquez J. M., M. Rivero, F. Gil, J. A. Ramirez, G. Ramirez, J. M. Vilar und A. Arencibia (2001): Magnetic resonance imaging of two normal equine brains and their associated structures. *Vet. Rec.* 148, 229-232

PD Dr. Bettina Wollanke  
Klinik für Pferde der Ludwig-Maximilians-Universität München  
Veterinärstr. 13  
D-80539 München  
b.wollanke@lmu.de