

# Magnetresonanztomographische Merkmale von Zubildungen im Bereich der Nase, Nasennebenhöhlen und der angrenzenden Knochen: retrospektive Analyse von 33 Pferden

Kerstin Gerlach und Hartmut Gerhards

Universität München, Klinik für Pferde

## Zusammenfassung

Es wurden insgesamt 33 Pferde im Magnetresonanztomographen (MRT) untersucht, die alle Läsionen im Bereich der Nase, der Nasennebenhöhlen und der angrenzenden Knochen aufwiesen. Alle Befunde wurden zum besseren Überblick in drei Gruppen eingeteilt: Tumoren, tumorähnliche Veränderungen und chronisch-entzündliche Veränderungen. Dabei traten innerhalb der Gruppen zwischen den Befunden erhebliche Unterschiede auf. Die meisten Tumoren, tumorähnlichen und chronisch-entzündlichen Veränderungen stellten sich in T1-gewichteten (T1w) Bildern als hypo- bis isointense Strukturen, in T2-gewichteten (T2w) Aufnahmen als hyperintens im Vergleich zur Muskulatur dar. Befand sich die Erkrankung im Anfangsstadium war eine Differenzierung zwischen neoplastischen und entzündlichen Veränderungen in den vorgestellten Fällen möglich. Waren die Veränderungen weiter fortgeschritten, konnte kaum noch differenziert werden. Es sei denn, man fand eine eindeutige Ursache in Form eines kranken Zahnes oder einer Fraktur. Beachtete man Morphologie, Signalverhalten, Lage und Ausdehnung der Veränderungen und beurteilte umgebende knöcherne Strukturen, einschließlich der Zähne, konnten wichtige Informationen für die Therapie und Prognose gewonnen werden.

**Schlüsselwörter:** MRT, Kopf, Pferd, Tumoren, tumorähnliche Veränderungen

---

## Magnetic Resonance Imaging features of masses in the region of nose, sinuses and adjacent bones: Retrospective Analyses of 32 Horses.

33 horses displaying lesions in the nose, the sinuses and the surrounding bone structures underwent a MRI examination. The findings were categorized in three groups: tumors, tumor-like lesions and chronic inflammation alterations. The findings in the different groups varied significantly. Most tumors, tumor-like lesions and chronic inflammatory alterations were hypo- to isointense in T1 weighted pictures whilst hyperintense in T2 weighted pictures compared to muscle tissue. In the beginning state differentiation between tumors and inflammatory changes was possible, whereas more emerged alterations were hard to differentiate unless a clearly defined cause such as a diseased tooth or fracture could be seen.

**Keywords:** MRI, head, horse, tumor, tumor-like lesions

## Einleitung

Zubildungen im Bereich des Kopfes des Pferdes treten relativ häufig auf. Die typischen klinischen Symptome sind einseitiger purulenter bis mukopurulenter Nasenausfluss, Angesichtsverformung, Epistaxis und Exophthalmus (Dixon and Head 1999, Head and Dixon 1999). Dabei stellt die bildgebende Diagnostik am Kopf des Pferdes wegen der Komplexität der zu bewertenden Strukturen nach wie vor eine Herausforderung dar. Goldstandard ist die Röntgendiagnostik, wobei in der Computertomographie und MRT der Nachteil der Summation des Röntgenbildes durch mehrere Schnittebenen ersetzt wird. Das Beurteilen weichteildichter Massen stellt die Domäne der magnetresonanztomographischen Untersuchung dar. Der Einsatz in der Diagnostik der Sinusitis und bei Zahnerkrankungen wurde beim Menschen bereits erfolgreich getestet (Gahleitner et al. 1999, Weiss et al. 2001). Da die kernspintomographische Untersuchung von Pferdeköpfen an wenigen Kliniken durchgeführt werden kann und als diagno-

stische Methode noch nicht vollständig etabliert ist, bestehen noch keine fundierten Erkenntnisse über das Erscheinungsbild von bestimmten Veränderungen im MRT. Ziel dieser Arbeit ist die Auswertung von magnetresonanztomographischen Merkmalen von Massen im Oberkieferbereich von Pferden hinsichtlich ihrer diagnostischen Aussagekraft und Differenzierbarkeit.

## Tiere und Methoden

In die Untersuchungen wurden insgesamt 33 Pferde einbezogen. Davon wurden zwölf Pferde mit einem Kernspintomograph Philipps Gyroscan (0,5 Tesla) und der Körperspule untersucht. Diese Tiere waren Patienten der Chirurgischen Tierklinik der Universität Leipzig, die Narkose erfolgte ausschließlich mittels Triple Drip Infusion. 21 Pferde wurden an der LMU München mit einem Siemens Magnetom Symphony (1,5 Tesla) untersucht, die Narkose erfolgte hier als Inhalation.

tionsnarkose. Routinemäßig wurden transversale, sagittale und koronare Schnitte in T1w und T2w, sowie teilweise fettunterdrückte Sequenzen als Gradientenechos und Fastfieldechos angefertigt. Einheitlich wurde bei beiden Geräten mit einer Pixelgröße von 256 gearbeitet. Andere Parameter variierten (FOV 2-400; Schichtdicke 0,5 -5,0).

Selektionskriterien stellten alle oder einzelne Symptome wie Umfangsvermehrungen am Kopf, Nasenausfluss oder Fistelgänge dar. Bis auf ein Siebbeinhämatom und die Melanome wurden von jedem Pferd Biopsien oder Exzisionen histologisch ausgewertet und als Goldstandard zu Grunde gelegt. Die Entnahme erfolgte am stehenden Pferd, am narkotisierten Pferd oder während einer pathologisch-anatomischen Untersuchung. Die Melanome wurden aufgrund der typischen Gewebemerkmale chirurgisch diagnostiziert. Eine Zusammenstellung der Patienten erfolgt in Tab. 1.

## Ergebnisse

Die Einteilung aller festgestellten Massen im Kopfbereich des Pferdes erfolgte nach einer Modifikation der histologischen Klassifikation von Tumoren der WHO (*Dungworth et al.* 1999) und einer Einteilung nach *Head and Dixon* (1999). Die erste Gruppe umfasste Tumoren, eine weitere Gruppe tumorähnliche Läsionen und eine dritte Gruppe chronisch-entzündliche Veränderungen wie Sinusitiden, Knocheninfektionen, Polypen und Granulome als progressiv destruktive Massen, welche Knochenfragmente enthalten können. Alle magnetresonanztomographischen Befunde der untersuchten Pferde werden in Tab. 2 beschrieben.

Allgemein kann festgestellt werden, dass alle Veränderungen sehr gut im MRT erfasst werden konnten. Die Ausdehnung der Veränderung und auch das Verhältnis zum umliegenden

Tab 1 Gruppeneinteilung der untersuchten Pferde / *Classification of examined horses*

Nummer	Rasse	Alter in Jahren	Geschlecht	Eingruppierung/Diagnose
1	Warmblut (WB)	11	W	Tumoren
2	WB	5	MK	
3	WB	11	MK	
4	WB	14	M	
5	WB	9	W	
6	Shetlandpony	10	W	
7	Trakehner	23	M	
8	Haflinger	28	MK	
9	WB	15	W	
10	Arab. VB	14	W	Tumorähnliche Veränderungen
11	WB	12	W	
12	Quarter Horse	10	W	
13	WB	5	W	
14	Haflinger	9	MK	
15	WB	7	W	
Chronisch entzündliche Veränderungen				
16	Trakehner	11	MK	Primäre Sinusitis
17	Englisches VB	2	W	Sekundäre Sinusitis nach Zahnerkrankung
18	WB	2	MK	
19	Arabisches VB	11	MK	
20	Englisches VB	1,5	W	
21	WB	8	MK	
22	Trakehner	6	MK	
23	Haflinger	3,5	M	Sekundäre Sinusitis nach Fraktur
24	WB	0,5	W	
25	WB	7	MK	Rhinitis/Sinusitis mit Granulationsgewebe (Polypen)
26	WB	21	MK	
27	WB	5	MK	
28	WB	5	MK	Rhinitis/Sinusitis mit Empyem und Osteomyelitis, Otitis
29	Trakehner	11	W	
30	WB	18	MK	
31	Norweger	16	MK	
32	WB	11	MK	

Tab 2 MRT Befunde aller untersuchten Pferde / MRT findings of all investigated horses

Nr.	MRT Befundung Darstellung in T1w und T2w im Vergleich zur Muskulatur	Diagnose
<b>Tumoren</b>		
1	Im Bereich des rechten Sinus max. befindet sich eine inhomogene Zubildung, die sich massiv in die umgebenden Strukturen ausdehnt. Sie reicht bis weit proximal an das Siebbein (Struktur rechts deutlich verändert). Im proximalen Bereich ist das Nasenseptum durchbrochen und der Prozess erstreckt sich etwas in den linken Sinus max., scheint aber dort noch von Schleimhaut bedeckt zu sein. Die rechte dorsale Konche ist mit einbezogen. <b>T1w: hypointens relativ homogen</b> <b>T2w: hyperintens, relativ homogen fleckig</b>	Adenokarzinom
2	In T1w retrobulbär befindet sich ein gut abgegrenzter, kapselloser, wenig signalreicherer, inhomogener Bereich im Fettgewebe, kleiner als der Bulbus. Dieser wird dadurch nach außen verlagert. <b>T1w: leicht hyperintens</b> <b>T2w: keine Aufnahmen</b>	Karzinom Tränendrüse
3	Auf Grund technischer Probleme durch Flussartefakte sind auf den T1w Aufnahmen keine zufrieden stellenden Bilder erhalten worden. In den T2w Sequenzen im Sagittalschnitt ließen sich die Melanome im Bereich der Parotis am besten visualisieren. Die fettunterdrückte T2w grenzte das Melanom am besten zur Umgebung ab, in diesem Fall die sehr signalreiche Parotis. Die Veränderungen stellten sich hier homogener und gleichmäßig signallos dar, wie aus einzelnen rundlichen Gebilden zusammengesetzt. Viele kleine einzelne Melanome konnten allerdings nicht erkannt werden, subjektiv war ab ca. 4 mm Durchmesser eine Erfassung möglich. <b>T1w: keine Aufnahmen</b> <b>T2w: hypointens, homogen</b>	Melanom
4	Auf den T1w Aufnahmen stellte sich retrobulbär ein großer und gut abgegrenzter wie abgekapselt erscheinender ovaler im Verhältnis zur Muskulatur hyperintenser Bereich dar. Er erschien weniger hyperintens als Fettgewebe und wirkte inhomogen, Randbereiche wiesen isointense Zonen auf. Zum Zentrum hin wurden die Areale deutlich signalreicher. Auf den T2w wirkte die Umfangsvermehrung inhomogener und die Zusammensetzung veränderte sich ebenfalls von hypointensen Randbereichen zum Zentrum des Gebildes hin zu hyperintens fleckigen Regionen zentral. <b>T1w: hyperintens, inhomogen</b> <b>T2w: hypointens, zentral signalreicher und stark inhomogen</b>	Melanom
5	Eine gut abgegrenzte Masse war innerhalb der Muskulatur rostral des Kiefergelenkes darstellbar. In T1w stellte sich das Gebilde leicht signalreicher als die Muskulatur dar. In T2w erschienen die Tumoren als ein großer Bereich reduzierter homogener Signalintensität. In T2w stir fallen die vielen kleinen runden, signallosen Gebilde unterschiedlicher Größe in der Parotis um die Blutgefäße auf. <b>T1w: hyperintens</b> <b>T2w: hypointens, inhomogen</b> <b>T2w stir: hypointens</b>	Melanom
6	Im gesamten linken Schädelbereich befindet sich eine zusammenhängende Masse, die sich in T2w aus vielen unterschiedlich großen, homogen hyperintens, glatten, rundlichen Gebilden zusammensetzt, dazwischen inhomogenes leicht hyperintens Material. Der sich in den Atmungsrahen vorwölbende Teil erscheint ebenfalls iso- bis hyperintens. In T1w erscheint die Masse isointens zur Muskulatur, zwischenliegende Septen erscheinen wenig signalärmer. Insgesamt reicht die Veränderung vom P3 über die Stirnhöhle bis an die linke Gehirnhälfte, in den Siebbeinbereich und die Keilbeinhöhle und breitet sich bis an das rechte Auge heran aus. Danach weitet es sich pilzförmig in den Atmungsrahen aus und berührt den weichen Gaumen. In einigen Bereichen sind die kugeligen Gebilde nicht vorhanden (Stirnhöhle, Masse im Larynx). Septum und Oberkieferknochen sind verlagert, physiologische Strukturen sind innerhalb der Masse nicht mehr vorhanden. Der Schädelknochen kranial der linken Hirnhälfte ist unterbrochen, Gehirn mit Masseneffekt. <b>T1w: isointens</b> <b>T2w: leicht hyperintens, inhomogen</b>	Rundzelliges Neuro-blastom, undifferenziert, wahrscheinlich neuroendokrines Karzinom.
7	Unterhalb des Siebbeines breitet sich eine bulbusgroße Masse aus, welche bis in den Bulbärraum zieht, etwas unterhalb des Bulbusniveaus. Ausbreitung erfolgt ohne Verdrängung von Strukturen aus. Der Prozess erscheint gut abgegrenzt und relativ homogen. <b>T1w: isointens homogen</b> <b>T2w: leicht hyperintens homogen</b>	Neuroendokrines Karzinom
8	In T2w im Retrobulbärraum im unteren Teil des Auges zwischen Siebbein und Hirn befindet sich hypointense Masse 5 x 3 cm, welche homogen wirkt, aber mit signallosen, kleinen, runden und länglichen Bereichen (Knochenstücken?) durchsetzt ist. Ein Masseneffekt ist im Hirn zu verzeichnen, die Ausbreitung erfolgt ohne jegliche Verdrängung. Das Siebbein ist größtenteils nicht mehr vorhanden. Nasenseptum, Hirnknochen und Orbitalknochen sind nicht mehr vollständig darstellbar. <b>T1w: isointens</b> <b>T2w: leicht hyperintens, leicht inhomogen</b>	Schlecht differenzierter neuroendokriner Tumor Retrobulbärer Tumor,
9	Dorsal aus dem Retrobulbärraum reicht eine relativ homogene mit kleinen signalärmeren Bereichen durchsetzte Masse (tlw. septisch durchziehend), welche gut abgegrenzt wirkt (5 cm x 9 cm). In T1w wirkt der Bereich isointens streng homogen, gut abgegrenzt, in der Muskulatur sitzend und verdrängt das Fettgewebe. Es erscheinen nur die Weichteile verdrängt. <b>T1w: Isointens streng homogen</b> <b>T2w: hyperintens homogen mit Einlagerungen</b>	Spindelzelliges Sarkom  Retrobulbärer Tumor

<b>Tumor-ähnliche Läsionen</b>		
10	<p>In T1w ist eine Verdickung des N. infraorbitalis im Kanal über den N. maxillaris bis zum N. trigeminus zu verfolgen, welche sich homogen isointens darstellt. In T2w ist in Höhe der Kieferhöhle der N. infraorbitalis physiologisch leicht hyperintens, beginnt dann einschließlich des Kanales an Durchmesser zu gewinnen. Es bildet sich ein schmaler signalreicher Saum ab, indem sich absolut homogenes hypointenses Gewebe (längs oval ca. 2 cm Durchmesser) befindet. In Höhe des Bulbus wird es schmaler und der signalreiche Saum verschwindet. Hier erscheint der Retrobulbärraum verdrängt, aber nicht invasiv. Der Nerv wird dann etwas kleiner, bleibt aber deutlich dicker als der der Gegenseite.</p> <p><b>T1w: isointens homogen</b>  <b>T2w: isointens leicht inhomogen</b></p>	Granulomatöse Neuritis des N. trigeminus
11	<p>Im Bereich der rechten Nasennebenhöhlen befindet sich eine absolut homogene Fläche, welche in T2w flüssigkeitsisointens und in T1w hypointens, mit isointensem, schmalen gleichmäßigen Rand (Kapsel?) darstellt. Es erfolgte eine Destruktion der Maxilla lokal sowie eine Verschiebung des Septums. Der Bereich ist homogen und scharf abgegrenzt.</p> <p><b>T1w: isointens homogen</b>  <b>T2w: hyperintens homogen</b></p>	Zyste
12	<p>Im Bereich von Nase und Nasennebenhöhlen befindet sich rechts ein in T2w homogen flüssigkeitsisointenses Gebilde. In T1w erscheint der Bereich hypo- bis isointens mit dünner kapselähnlicher Struktur. Der Prozess reicht bis an Septum heran, in der Nase sind keine Strukturen mehr darstellbar, in der Kieferhöhle Knochen nach außen auf ca. 2 cm durchbrochen, der Rest erscheint noch physiologisch.</p> <p><b>T1w: isointens</b>  <b>T2w: hyperintens, flüssigkeitsisointens, absolut homogen</b></p>	Zyste
13	<p>Von der Stirnhöhle beginnend zieht eine in T2w homogene hyperintense Masse in allen luftführenden Strukturen nach rostral, in Höhe des Siebbeines beginnt innerhalb dieser Veränderung eine ebenfalls homogene noch signalreichere Abteilung, die nach rostral immer größer wird, sich dorsal befindet und nach außen den Schädelknochen verdrängt hat. Rostral erscheint die Schleimhaut im Bereich der betroffenen Nasenmuscheln deutlich verdickt, ab Höhe P3 ist nur noch der ventrale Nasengang vorhanden, alles andere bis an das Septum ist homogen ausgefüllt. Das Septum erscheint nicht lageverändert, es besteht keine Kapsel.</p> <p><b>T1w: isointens</b>  <b>T2w: hyperintens, tw. Flüssigkeitsisointens</b></p>	Zyste
14	<p>Im Bereich des distalen Siebbeines befinden sich zwei unterschiedliche, gut voneinander abgegrenzte Bereiche. Ein kleinerer Anteil stellt sich in T2w sehr signalreich dar, der andere eher signallos mit kleinen unregelmäßigen signalreichen Einlagerungen.</p> <p><b>T1w: hypointens</b>  <b>T2w: hyper- und hypointense Areale</b></p>	Siebbeinhämatom
15	<p>In der rechten Kieferhöhle ist eine inhomogene Struktur nachweisbar. Sie besteht aus zwei Abteilungen: dorsal stellt sie sich in T2w hyperintens mit homogener Signalverteilung dar. Bei T1w ist die Läsion etwas inhomogener und hypointenser. Der rostrale ventrale Anteil ist deutlich inhomogener und hypointens. Mit hoher Wahrscheinlichkeit ist mindestens der dorsale Anteil von einer Kapsel umgeben. Eine Knocheninvasivität ist nicht nachweisbar, andere Abteilungen des Kopfes sind nicht betroffen.</p> <p><b>T1w: hypointens</b>  <b>T2w: hyperintens</b></p>	Siebbeinhämatom
<b>Chron entzündl. Veränderungen – Primäre Sinusitis</b>		
16	<p>Die Kieferhöhle ist vollständig mit inhomogenem Material ausgefüllt, die Schleimhaut ist verdickt, innerhalb der luftführenden Wege sind Knocheneinschmelzungen vorhanden.</p> <p><b>T1w: iso- bis hypointens</b>  <b>T2w: hyperintens, inhomogen</b></p>	Primäre Sinusitis
<b>Sekundäre Sinusitis nach Zahnerkrankung</b>		
17	<p>Das Pferd ist bereits mehrfach voroperiert, zwei Zähne (M1 und P4) wurden aus dem OK entfernt. Im gesamten Nasennebenhöhlenbereich befindet sich eine in T1w isointens homogen fleckig Masse. Sie erscheint in T2w ähnlich, aber hyperintens. Im Bereich der Kieferhöhle dorsal einer Fistelöffnung befindet sich ein gut abgegrenzter kleiner Bereich, der als Knochenstück oder Zahnrest interpretiert werden kann. Dorsale und ventrale Nasenmuscheln sind ebenfalls ausgefüllt.</p> <p><b>T1w: isointens homogen</b>  <b>T2w: hyperintens homogen</b></p>	Sekundäre Sinusitis nach Zahnerkrankung (voroperiert)
18	<p>Massive Ausfüllung der gesamten Schädelhälfte aller Bereiche. Das Septum erscheint stark verlagert, Strukturen sind nicht mehr erkennbar. Die Masse wirkt auffällig inhomogen und patchworkartig. Der M1 ist auf den sagittalen Aufnahmen mit einer rundlichen apikalen isointensen Struktur dargestellt, dorsal fallen verwaschenen Pulpen und zwei nicht dargestellte Pulpen auf.</p> <p><b>T1w: isointens</b>  <b>T2w: hyperintens</b></p>	sekundäre Sinusitis nach Zahninfektion, Osteomyelitis, Rhinitis
19	<p>Auf den T2w ist im Bereich M1 kein Zahn erkennbar, eine homogene hypointense Masse füllte den Bereich aus, welcher etwas größer als der Zahn ist. In T1w sind in diesem Bereich mehrere, scharf abgegrenzte signallose Gebilde zu sehen (Zahnfragmente), nach dorsal schließt sich ein gut abgekapseltes, zur Muskulatur isointenses, rundes Gebilde an. Je weiter dorsal, umso größer wird dieser Bereich und bildet eine etwas signalreichere Kapsel aus, Verbindung zur Nase besteht. Die kraniale Kieferhöhle scheint ausgefüllt, im kaudalen Abschnitt ist ein kleiner Flüssigkeitsspiegel dargestellt. In den transversalen Schnitten ist eine fast vollständige Verdrängung im Bereich der Nasenmuscheln sichtbar, das Septum ist leicht verschoben.</p> <p><b>T1w: isointens</b>  <b>T2w: hyperintens, (Kapsel, schwammartig)</b></p>	Sekundäre Sinusitis nach Zahnfraktur

20	<p>Auf der linken Seite im Bereich der Kieferhöhlen befindet sich eine relativ homogene Masse, die sich in T1w hypointens und in T2w hyperintens und etwas inhomogener darstellt. Es ist keine Kapsel vorhanden, das Wachstum wirkt verdrängend, das Septum ist nach rechts verlagert. Der Prozess scheint weiter dorsal in die Nasenbereiche eingebrochen zu sein. Nach kranial reicht er bis an den P2 heran, nach kaudal endet er in der Kieferhöhle, scheint aber am Siebbein vorbei bis in die Nasenmuschelhöhle/Stirnhöhle zu reichen. Das Siebbein selbst ist nicht infiltriert, wirkt aber trotzdem etwas deformiert. In der Stirnhöhle befindet sich dorsal der Masse ein Bereich mit flüssigkeitsisointensem Erscheinungsbild (T2w trans). Die Schleimhaut der linken Seite im Bereich der Nase ist deutlich verdickt (T2w trans). In T2w dorsal sind 2 Bereiche der Masse zu erkennen: kaudal wirkt der Abschnitt etwas homogener mit einer radiären Struktur, in deren Zentrum sich ein gut abgegrenztes, signalloses Gebilde befindet (Teil von M1?), kranial wirken die Veränderungen mehr granuliert und inhomogen. Auffällig ist, dass die Begrenzung von P2 von lateral nicht mehr glatt vorhanden ist, die Zahnanlage wirkt leicht rotiert (T2w trans), der M1 ist frakturiert, zwei größere Stücke und einige kleinere befinden sich innerhalb der Masse in Höhe der Trepanationsöffnung.</p> <p><b>T1w: hypointens</b>  <b>T2w: hyperintens und etwas inhomogener als T1w</b></p>	Sekundäre Sinusitis, Granulationsgewebe, (voroperiert)
21	<p>In beiden Wichtungen fällt eine aggressiv erscheinende Masse im Bereich der Nase und der Nebenhöhlen auf. Sie wirkt extrem inhomogen und wirkt überwiegend in T1w isointens und in T2w hyperintens. Der M1 ist problemlos als Ursache festzustellen.</p> <p><b>T1w: isointens</b>  <b>T2w: hyperintens inhomogen</b></p>	Sekundäre Sinusitis, Ossifizierende Periostitis und Ostitis nach Zahnerkrankung
22	<p>Im rechten Oberkiefer sind sowohl in der T1 als auch in der T2w im Dorsalschnitt alle fünf Pulpen des M1 unscharf bzw. nicht dargestellt. Die Alveole scheint unverändert. Die rechten Kieferhöhlen sind mit einem gut abgegrenzten, unregelmäßig strukturierten signalreichen (T2w) und signalarmen (in T1w) Gewebe ausgefüllt. Es ist kein invasives Wachstum erkennbar.</p> <p><b>T1w: hypointens inhomogen</b>  <b>T2w: hyperintens inhomogen</b></p>	sekundäre Sinusitis nach Zahnerkrankung (Pulpitis)
<b>Sekundäre Sinusitis nach Fraktur OK</b>		
23	<p>Alle Zähne erscheinen unverändert. Die gesamte rechte Seite ist verdickt, die Knochenlinie irregulär, manchmal erscheint Kompakta an unphysiologischen Stellen als glatt begrenzte signallose längliche Struktur. Eine Masse in der Kieferhöhle erscheint inhomogen in T2w hyperintens und in T1w hypointens, wirkt verwaschen, nicht vollständig ausgefüllt. Das Septum ist nicht verlagert. In der dorsalen und ventralen Nasenmuschel befindet sich signalloses Material (T1w). Die physiologische Struktur zwischen dorsalem und ventralem Nasengang ist stellenweise nicht mehr vorhanden.</p> <p><b>T1w: hypointens, inhomogen</b>  <b>T2w: hyperintens, inhomogen</b></p>	Sekundäre Sinusitis nach Fraktur
24	<p>Es fällt eine Konturunterbrechung des Knochens links oberhalb der Wurzeln des Milchzahnes p4 und M1 auf, evtl. befinden sich isolierte Knochenstücke an dieser Stelle. In dem Bereich besteht eine Verdickung der Weichteile nach außen, welche in T2w als verwaschen hypointenses Gewebe erscheint.</p> <p><b>T1w: isointens</b>  <b>T2w: hyperintens, wenig</b></p>	Sekundäre Sinusitis nach Fraktur, Fistel
<b>Rhinitis mit Granulationsgewebe</b>		
25	<p>In der Nase und Kieferhöhle befindet sich einseitig eine signalreiche, sehr homogene Masse, die sich durch alle Nasengänge leicht verdrängend bis nach rostral zieht. Es besteht kein aggressives Wachstum. In T1w wirkt der Bereich signalarm, aber signalreicher als Flüssigkeit, dazwischen bestehen mesointense Strukturen, die auf eine Septierung hinweisen könnten.</p> <p><b>T1w: hypointens</b>  <b>T2w: hyperintens, homogen</b></p>	Polyp, Rhinitis
26	<p>Im gesamten Nasen- und Kieferhöhlenbereich befinden sich homogene, in T1w isointense Strukturen. In T2w erscheinen sie ebenfalls homogen hyperintens mit teilweiser Bekapselung und gut begrenzt. Eine leichte Septumdeviation besteht. Alle inneren Strukturen im Nasenbereich sind nicht mehr vorhanden, besonders deutlich sind alle Nasengänge homogen ausgefüllt, Muscheln erscheinen verdrängt. Es handelt sich um homogenes Gewebe in T2w, welches zentral signalarm und zum Rand hin signalreicher wird, dadurch entsteht der Eindruck von einer Kapsel.</p> <p><b>T1w: isointens homogen</b>  <b>T2w: hyperintens homogen</b></p>	Polypen
27	<p>Rostral des Siebbeines besteht eine Septumverlagerung ohne ersichtlichen Grund. Weiter rostral im Bereich der dorsalen Nasenmuschel beginnend befindet sich ein in T2w hypointenser unscharf abgegrenzter Bereich, der sich nach rostral fortsetzt. Stellenweise ist er kaum darstellbar, führt aber zu Auflösungserscheinungen im Bereich der dorsalen und ventralen Nasenmuschel. Zusätzlich ist die Kieferhöhle der gleichen Seite inhomogen signalreich ausgefüllt.</p> <p><b>T1w: isointens, inhomogen</b>  <b>T2w: hyperintens, inhomogen</b></p>	Mykotische Rhinitis
<b>Rhinitis mit Empyem und Osteomyelitis</b>		
28	<p>In T2w fällt ein hyperintensives ovales Gebilde, welches in Kieferhöhle und in Nase hineinreicht, auf. Zur Nase hin besteht keine Begrenzung mehr, es reicht ohne es zu verdrängen an das Septum. Das Gebilde hat eine Art Kapsel, der Inhalt ist feingranuliert inhomogen mit kleinen hypointensen Bereichen. In T1w erscheint es ähnlich, aber eine deutlichere, etwas signalreichere Kapsel fällt auf.</p> <p><b>T1w: hypointens</b>  <b>T2w: hyperintens, inhomogen fein</b></p>	Abszess mit Kapsel, Rhinitis, Einschmelzungen

29	Ein in T1w isointensiver Prozess zieht dorsal durch die Nase, anatomische Strukturen sind nicht mehr vorhanden. Im Bereich der Kieferhöhle ist rostral ein vollständig inhomogener signalreicher Abschnitt, kaudal erscheint die Hälfte homogen signalreich ausgefüllt. Der Prozess wirkt aggressiv, ist aber noch nicht weit ausgebreitet. Das Septum erscheint verdrängt, evtl. auch durchbrochen. <b>T1w: isointens, inhomogen, stellenweise homogen</b> <b>T2w: hyperintens, homogener und inhomogener Anteil</b>	chronisch eitrig Rhinitis, Nekrose Nasenmuschel
30	Ab Höhe des P4 beginnt von der Nase in die Kieferhöhlen und Stirnhöhle reichend eine Veränderung, welche in T1w hypointens, tlw. mit deutlicher Kapsel und homogen erscheint. In T2w ist es deutlich signalreicher, inhomogener, tlw. zwiebelschalentypig aufgebaut und gut abgegrenzt. Zusätzlich ist ein Flüssigkeitsspiegel und gefangene Luft zu erkennen. Im Bereich der Stirnhöhle besteht eine Septumdeviation. Beidseits bestehen deutliche Schleimhautverdickungen, die Nasengänge sind fast verschlossen. Im mittleren Nasengang von rostral beginnend besteht ein Verlust der Nasenmuschelstruktur. <b>T1w: hypointens homogen mit Kapsel</b> <b>T2w: hyperintens inhomogen</b>	Nasenmuschel- nekrose
31	Im dorsalen Nasenbereich befindet kranial eine homogene in T2w isointense Zubildung. Sie erscheint stellenweise wie eine Verdickung des Septums mit Deviation. Der Prozess ist klein und wirkt mäßig aggressiv. <b>T1w: hypointens</b> <b>T2w: iso- bis hyperintens, inhomogen</b>	Nekrotische (mykotische) Rhinitis
32	Im Bereich der linken kaudalen Kieferhöhle, Nasenmuschelhöhle und Stirnhöhle befindet sich eine in T2w signalreiche Masse, tlw. mit kapselähnlicher Struktur, welche als dickrahmige Flüssigkeit interpretiert werden kann. Das Siebbein wird von ihr eingeschlossen und wirkt verkleinert, aber wenig strukturverändert. Rostral davon, in Höhe der Fistelöffnung, befindet sich inhomogenes Gewebe ohne flüssige Anteile, welches sich aus unterschiedlichen Anteilen zusammensetzen scheint (evtl. auch Knochenteile). Der Prozess schiebt sich bis in die rostrale Abteilung der dorsalen Nasenmuschel vor, der rostrale Abschnitt der ventralen Nasenmuschel ist ebenfalls betroffen. Etwas weiter kaudal davon ist das Septum leicht nach rechts verlagert, außer dem gemeinsamen Nasengang sind keine anatomischen Strukturen mehr vorhanden (erscheint in T1w signalarm mit Kapsel). Eine starke Verdickung der Schleimhaut rechts fällt auf. In Höhe der Kieferhöhle ist auf den transversalen Aufnahmen kein abgegrenztes Nasenseptum mehr vorhanden. Der N. infraorbitalis ist durchgehend zu verfolgen, ein ursächlicher Zahn ist nicht diagnostizierbar. Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass ein Tumor nicht ausgeschlossen werden kann. Es liegt ein entzündlicher Prozess aus dem Bereich der Nasenmuscheln (Nekrose?) vor. <b>T1w: isointens</b> <b>T2w: hyperintens</b>	Rhinitis, Sinusitis (voroperiert)

Gewebe waren sehr gut darstellbar. Bei der Auswertung der Bilder konnten subjektiv keine Unterschiede zwischen den beiden Geräten festgestellt werden, die auf die Diagnostik Einfluss hatten.

## Diskussion

Im MRT konnten im Vergleich zur Röntgenuntersuchung signifikant zusätzliche Informationen gewonnen werden, da die Schnittbilddiagnostik eine überlagerungsfreie Darstellung in drei Ebenen gestattet. Noch im Anschluss an die Untersuchung in Narkose war eine zielgerichtete histologische Probenentnahme möglich.

Die Untersuchung sollte nach einem standardisierten Protokoll erfolgen, um eine größtmögliche Aussagekraft zu erhalten. Spulwahl, Größe des FOV und Schichtdicke müssen der Größe des Prozesses angepasst werden. Es müssen der gesamte Tumor und anatomische Landmarken miterfasst werden (Wörtler 2004).

Mit einem FOV von 350-400 konnten bei den untersuchten Pferden ausreichend große Abschnitte dargestellt werden, um Veränderung und anatomische Orientierung zu gewährleisten. Auch die gewählten Schichtdicken von 3-5 mm erlaubten eine gute Diagnostik bei vertretbaren Untersuchungszeiten von 3 bis 7 min pro Sequenz.

Die WHO (Dungworth et al. 1999) teilt in epitheliale, mesenchymale Tumoren und tumorähnliche Läsionen ein, welche Polypen, Siebbeinhämatome und chronisch proliferative Rhi-

nitiden beinhalten. Head and Dixon (1999) ordnen in die Gruppe der tumorähnlichen Veränderungen zusätzlich maxilläre Zysten, Polypen und Granulome ein. Aus klinischer Sicht erscheint hier eine dritte Gruppe sinnvoll, in der entzündliche Veränderungen zusammengefasst werden. Wir ordneten Granulome und Polypen dieser Gruppe zu, da diese Veränderungen bei Head und Dixon (1999) als progressive destruktive Massen definiert werden, die auch Knochenfragmente erodierter Konchen beinhalten können. Ursächlich können bakterielle Infektionen oder Zahninfektionen eine Rolle spielen.

Daraus ergebend teilten wir die Veränderungen in drei Gruppen ein: 1. Tumoren, 2. tumorähnliche Veränderungen und 3. chronisch-entzündliche Veränderungen (Tab. 1). Betrachtet man alle untersuchten Pferde, so fällt auf, dass weitaus mehr entzündliche Probleme als eigentliche tumoröse Veränderungen auftraten. Diese Ergebnisse entsprechen anderen Angaben aus der Literatur. Dixon und Head (1999) stellten ebenfalls einen weitaus häufigeren Anteil von entzündlichen Problemen im Kopfbereich des Pferdes fest und fanden ihre eigene ermittelte Verteilung von 2/3 (nicht neoplastisch) zu 1/3 (tumorös) ebenfalls in der Literatur bestätigt. Unsere eigene Auswahl an Patienten war jedoch vorselektiert und entsprach damit nicht dem Durchschnitt, so dass das Patientenmaterial und die Verteilung nicht vollständig zu vergleichen sind: Eindeutige Befunde, wie klinisch oder röntgenologisch sicher diagnostizierte Zahnerkrankungen bedürfen in der Regel keiner weiteren Diagnostik. Letztendlich ist auch ein Siebbeinhämatom in den meisten Fällen sicher klinisch und endoskopisch zu diagnostizieren. Bei solchen Pferden interessierte im MRT vor allem die Ausdehnung der Veränderung.



Head und Dixon (1999) werteten die existierende Literatur über Tumoren im Kopfbereich des Pferdes übereinstimmend dahingehend aus, dass Tumoren häufiger in den Nasennebenhöhlen als in der Nase selber vorzufinden sind. Der am häufigsten auftretende Tumor im Nasen- und Nasennebenhöhlenbereich des Pferdes soll demnach das Plattenepithelkarzinom darstellen. Dies konnte im eigenen Untersuchungsgut nicht reproduziert werden. Karzinome, Melanome und neuroendokrine Tumoren waren im Kopfbereich häufiger vertreten. Diese Beobachtung könnte ebenfalls mit einer überweisungsbedingten Vorselektion der Patienten erklärt werden, da Veränderungen im Bereich der Nase häufiger endoskopisch geklärt werden können.

Magnetresonanztomographische Untersuchungen des Kopfhalsbereiches haben beim Menschen die Aufgabe, Infiltrationstiefe, submuköses Wachstum sowie eine Infiltration angrenzender Organe nachzuweisen oder auszuschließen. Besonders wichtig erscheint es auch die Mitbeteiligung knöcherner oder knorpeliger Strukturen zu klären, die in der Regel sowohl klinisch als auch endoskopisch nicht entschieden werden kann (Greess et al. 2002). Leider ist aber der Stellenwert der MR Untersuchung bei der Diagnostik der Sinusitis aufgrund der fehlenden Differenzierung von Knochen und pneumatisierten Nasennebenhöhlen (beide signalarm) gering (Greess et al. 2002).

Es existieren nur wenige Kriterien für die Differenzierung in benign und malign. Eine aggressive Knochenerosion mit irregulären Rändern stellt in der Regel das einzige Unterscheidungskriterium dar. Jedoch erfolgt dies im frühzeitigen Stadium bei malignen Läsionen nicht immer. Und andererseits können auch benigne Läsionen den Knochen zerstören, in die angrenzenden Strukturen vordringen und bösartige Veränderungen sowohl beim Menschen (Som et al. 1991) als auch beim Pferd (Head and Dixon 1999) vortäuschen. Erschwerend kommt hinzu, dass beim Pferd aus verschiedenen Gründen keine routinemäßige Anwendung von Kontrastmitteln erfolgt. Der Einsatz ist nur beim nicht - lebensmittelliefernden Pferd möglich. Andererseits kämen nochmals zusätzliche Kosten auf den Besitzer zu. Da diese Option für die untersuchten Pferde nicht zur Verfügung stand, musste auf allgemeine Kriterien von Zubildungen im MRT zurückgegriffen werden.

Es wurden insgesamt neun Pferde mit Tumoren, sechs mit tumorähnlichen und 17 mit chronisch entzündlichen Veränderungen untersucht. Dabei traten die größten Abweichungen in der Darstellung bei der Gruppe der Tumoren auf. Es wurden Karzinome (Adenokarzinom Abb. 1), neuroendokrine Tumoren (neuroendokrines Karzinom Abb. 3), ein spindelzelliges Sarkom (Abb. 2) sowie Melanome vorgefunden.

Die Befunde variierten stark, allgemein erschienen in T1w die meisten der Veränderungen (ohne Melanome) iso- bis hypointens. Eine Ausnahme stellte das Karzinom der Tränendrüse mit einer leicht signalreicheren Abbildung dar.

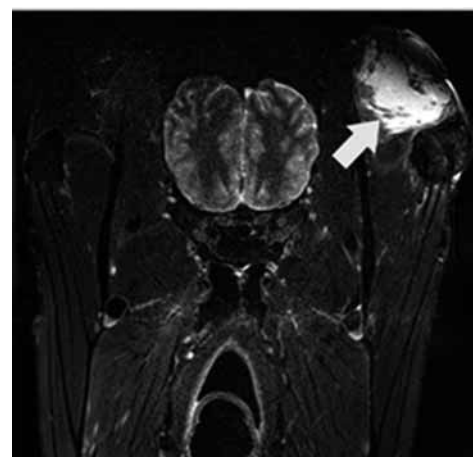
In der Humanmedizin auftretende neuroendokrine Tumoren des Pankreas und neuroendokrine Karzinome der Gallenblase werden in T2w ähnlich signalreich beschrieben (Ahn et al. 2007, Siegelman 2006). In der Leber wird von van der Hoef et al. (2004) ein weites, sehr unterschiedliches Spektrum des Erscheinungsbildes neuroendokriner Tumoren beschrieben.

Die Darstellung im MRT ist erheblich vom Alter der Läsion abhängig. Während bei Patient 6 deutliche entzündliche Reaktionen, Destruktionen, Ausbreitung über mehrere Kompartimente und Sekretansammlungen die Diagnose Tumor intra vitam fast unmöglich machten, war dies bei den Pferden 2, 7, 8, und 9 aufgrund der noch nicht weiter fortgeschrittenen Prozesse und der noch geringen Ausdehnung leichter



**Abb 1** Dorsale T2w (TR 3388 msec, TE 70 msec) von Pferd Nr. 1 mit der Diagnose Adenokarzinom. Die Zubildung erscheint inhomogen und größtenteils signalreich, wirkt aber trotzdem wie eine einheitliche Masse (Pfeil). Das Septum ist durchbrochen, aber nicht verlagert.

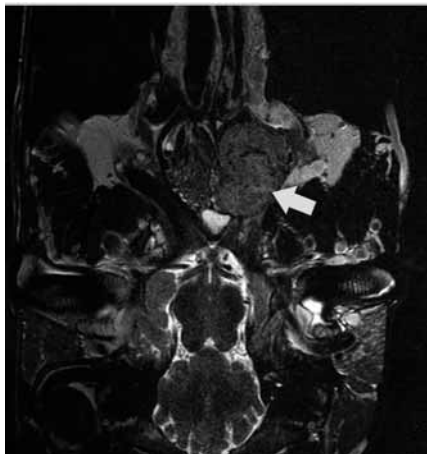
*Dorsal T2w (TR 3388 msec, TE 70 msec) of horse 1 with diagnosis adenocarcinoma. The mass appears homogenous and mostly hyperintense (arrow). Nevertheless it appears like a whole unit. The nasal septum is destroyed but not deviated.*



**Abb 2** Transversale T2 stir (TR 6610 msec, TE 70 msec) von Pferd Nr. 10 mit der Diagnose spindelzelliges Sarkom. Dorsal aus Retrobulbärraum (Pfeil) reicht eine relativ homogene mit kleinen signalärmeren Bereichen durchsetzte Masse. Der Prozess erscheint wenig aggressiv.

*Transversal T2 stir (TR 6610 msec, TE 70 msec) from horse 10 with diagnosis spindle cell carcinoma. From dorsal bulb region (arrow) emerges a homogenous hyperintense mass (includes small areas of low signal). The process appears to be nonaggressive.*

möglich. Neuroendokrine Tumoren des Retrobulbärraumes beim Pferd kommen selten vor, können sich weiter ausbreiten und Knochen angreifen (Basher et al. 1997, van Maanen et al. 1996, Matisek et al. 2007). Bei periorbitalen Erkrankungen, insbesondere bei Pferden mit Protrusio bulbi, ist die Magnetresonanztomographie deshalb indiziert (Wollanke et al. 2006).



**Abb 3** Dorsalschnitt T2w (TR: 9310 msec, TE: 15 msec) von Pferd Nr. 7 mit der Diagnose Neuroendokrines Karzinom. Die Schnittebene befindet sich unterhalb des Bulbus, der Tumor ist als inhomogene, geringgradig signalreichere Masse unmittelbar neben dem Siebbein der rechten Seite zu erkennen (Pfeil). Umliegender Knochen ist involviert.

*Dorsal T2w (TR: 9310 msec, TE: 15 msec) of horse 7 with diagnosis neuroendocrine carcinoma. The section is under the bulb. The tumor can be seen (arrow) as an inhomogeneous slightly more signalcontaining mass, next to the right ethmoidal bone. Surrounding bone is involved.*

Das Adenokarzinom (Pferd 1, Abb. 1) fiel durch sein aggressives, anscheinend sehr schnelles Wachstum auf, da sich das Septum kaum verlagert hat und sofort destruiert wurde. Ein solches Wachstum wurde ebenfalls von Davis et al. (2002) beschrieben. Ähnlich knocheninvasiv erschienen die Massen bei Pferd 6 und 8. Eine Ausnahme bildeten die Melanome mit einem völlig gegensätzlichen Muster in der Darstellung: in T1w signalreich und in T2w signalarm und gut abgegrenzt. Dies beruht auf dem paramagnetischen Effekt des Melanins (Gerlach et al. 2007, Gomori et al. 1986). Retrobulbäre Melanome kommen beim Pferd vor, so dass sich dieses Unterscheidungsmerkmal als Hilfe in der Diagnostik anbietet.

Eine charakteristische Morphologie, die sie von anderen Veränderungen leicht unterscheidet, wird in der Humanmedizin bei folgenden Tumoren beschrieben: lipomatöse Tumoren (Lipom, Liposarkom), vaskuläre Läsionen (Hämangiom, Lymphangiom), einige neurogene Tumoren, seltene chondrogene Tumoren der Weichteile, praktisch alle Gelenktumoren und das Elastofibrom (de Schepper 2000, Kransdorf et al. 1993). Lipome stellen sich auf T1w homogen signalintensiv und auf T2w mäßig hyperintens bis isointens dar. Liposarkome variieren je nach Fettgehalt (Hosten et al. 2002). Lipoblastome stellen sich beim Kind in T1w Bildern hyperintens und in der T2 mit mittleren Signalreichtum dar, mit Fettunterdrückung in der T2 erscheinen sie hypointens (Leonhardt et al. 2004). Der Einsatz von fettunterdrückten Sequenzen ist deshalb für die Differenzierung sinnvoll.

Insgesamt kann auch beim Pferd in der Gruppe der Weichteiltumoren eine uncharakteristische Morphologie mit unspezifischem Signalverhalten konstatiert werden. So erscheinen die meisten Tumoren wie beim Menschen hypointens bis isointens gegenüber Muskelgewebe auf T1w, hyperintens gegenüber Fettgewebe auf T2w Aufnahmen (Kransdorf et al. 1993). Weitere Untersuchungen sind jedoch erforderlich.



**Abb 4** Sagittale T2w (TR 2250 msec, TE 100 msec) von Pferd Nr. 15 mit der Diagnose Siebbeinhämatom in der Kieferhöhle. Deutlich sind hier zwei sich in der T2w sehr unterschiedlich darstellende (beide Pfeile), gut abgegrenzte und wenig aggressive Bereiche: ein signalreicherer und ein auffallend signalärmer Anteil.

*Sagittal T2w (TR 2250 msec, TE 100 msec) of horse 14 with diagnosis ethmoidal hematoma in the maxillary sinus. Two clearly defined, non aggressive regions can be seen (two arrows): one is containing more signal while the other is remarkably low in signal. The process appears to be non-aggressive.*

In der Gruppe der tumorähnlichen Veränderungen standen sechs Pferde in der Auswertung zur Verfügung. Beide dieser Gruppe zugeordneten Siebbeinhämatome (Pferd 14 und 15) wiesen keine Knocheninvasivität auf (Abb. 4). Sie bestanden übereinstimmend aus unterschiedlichen, gut voneinander abgegrenzten Abteilungen: eine in T2w sehr signalreiche, die andere eher signallos. Siebbeinhämatome werden als Läsionen mit einer Hülle aus zylindrischen Epithel und einer submukösen Kapsel beschrieben, welche eine zentrale Masse aus Blutungen umgibt. Frische Blutungen können von hämosiderinhaltigen Zellen begleitet werden. Dazwischen werden die Blutungen durch Kapillaren und fibröses Gewebe organisiert (Platt 1975). Dies könnte einen Teil der unterschiedlichen Veränderungen im MRT Bild erklären. Blut stellt sich sehr vielfältig in Abhängigkeit vom Alter des Prozesses dar. Abbauprodukte des Hämoglobins sind paramagnetisch und führen zu Relaxationsänderungen. Während eine akute Blutung oft schlecht von der Umgebung abzugrenzen ist, steigt die Signalintensität bei Blutungen nach 7-30 Tagen, um dann wieder abzufallen. Im chronischen Stadium nach einigen Monaten kommt es durch das Hämosiderin in T1w und T2w zu starken Signalabsenkungen im Randbereich, zentral befinden sich signalreiche Zonen im Hämatom (Lemke and Steiner 1999).

Die vorgefundenen Lokalisationen im Siebbeinbereich und in den Nasennebenhöhlen sind literaturkonform (Sullivan et al. 1984, Behrens et al. 1991). Die Zysten (Pferd 11, 12 und 13) im Oberkiefer sind dabei in der Diagnostik eindeutig durch ihr flüssigkeitsisointenses, sehr homogenes Signal in T2w kaum



mit anderen Veränderungen zu verwechseln (Abb. 5). Auch in T1w war das Bild extrem homogen, eine Kapsel deutete sich an. Die der gleichen Gruppe zugeordneten Siebbeinhämatome (Pferd 14 und 15) wiesen beide keine Knocheninvasivität auf (Abb. 4). Sie bestanden übereinstimmend aus unterschiedlichen, gut voneinander abgegrenzten Abteilungen: eine in T2w sehr signalreiche, die andere eher signallos.

In T2w stellte sich die granulomatöse Neuritis (Pferd 11) als Ausnahme dar. Neuritiden stellen sich meist signalreicher dar (Bert et al. 2004), auch bei Hunden sind Neuritiden des N. trigeminus in T2w als signalreich beschrieben worden (Schultz



**Abb 5** Dorsale T2w (TR 9310 msec, TE 15 msec) von Pferd Nr. 12 mit der Diagnose Zyste. Auffallend ein extrem homogenes Gebilde mit der gleichen hohen Signalstärke wie Flüssigkeit in T2w (Pfeil) und einer verdrängenden Komponente. Eine Kapsel kann in T1w besser dargestellt werden.

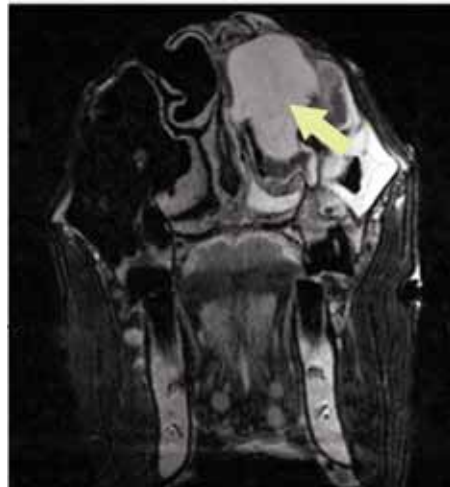
*Dorsal T2w (TR 9310 msec, TE 15 msec) of horse 12 with diagnosis maxillary cyst. A clearly defined, extremely homogenous area is seen in T2w (arrow). It is the same high signal intensity as fluid. A capsule can be better visualized in T1w images.*

et al. 2007). Eine mögliche Erklärung für die signalarme Darstellung des Nerven mit Neuritis könnte ein Magic Angle Effekt (Bowen 2004) sein. Beschrieben sind aber auch Signalabsenkungen nach längerem Bestehen der Entzündung (Onofri et al. 1999). Vorberichtlich scheint der Prozess bei Pferd 9 über Monate bestanden zu haben und die Erklärung für ein Absinken des Signales darzustellen.

Die größte untersuchte Gruppe stellten 17 Pferde in der Gruppe der chronisch entzündlichen Veränderungen dar. Dabei wurden Läsionen im Bereich der Nase, Nasennebenhöhlen (NNH) und der angrenzenden Knochen einbezogen, welche durch primäre oder sekundäre Sinusitiden (nach Zahnerkrankung oder Fraktur) oder leichte bis hochgradige Rhinitiden ausgelöst worden waren. Wir haben in diese Gruppe die sogenannten nasalen Polypen eingeordnet (Abb. 6). Diese werden als Massen im Bereich der Nasenhöhlen, die sich in Nüstern und Choanen ausdehnen können, beschrieben. Histologisch sind sie im Bereich der Nase mit einer Pseudokapsel überzogen, im Inneren befinden sich Blutungen und organisierte Bereiche mit fibrösem Gewebe, dazwischen Bindegewebe. Solche Polypen sind gut vaskularisiert (Platt 1974). Diese Veränderungen stellten sich bei den Pferden 25 und 26 als sehr homogene Massen im Nasen- und Kieferhöhlenbereich dar. Eine Art Pseudokapsel war

sichtbar. Die Nasenmuscheln wurden bei Pferd 26 völlig verdrängt.

Bei den zwei Patienten mit Polypen (Pferd 25 -26) konnte ein nicht aggressives Wachstum mit relativ homogener iso- bis hypointenser Darstellung in T1w und hyperintenser in T2 w vorgefunden werden. Typisch erschien ein erst in den natürlichen Hohlräumen stattfindendes, anschließend verdrängendes Wachstum. Die Verdrängung fand im Septumbereich und in den zarten Knochen der Konchen statt. Bei der diagnostizierten Rhinitis war das Erscheinungsbild ähnlich, der Prozess wirkte aber etwas aggressiver (Pferd 27).



**Abb 6** Transversale T2w (TR 6350 msec, TE 99 msec) von Pferd Nr. 26 mit der Diagnose Polyp, Rhinitis und Sinusitis. Es fällt die homogene Struktur des Polypen im Bereich der Nase auf (Pfeil), sekundär befindet sich signalreicheres Sekret in den Nasennebenhöhlen. Die Masse wirkt verdrängend.

*Transversal T2w (TR 6350 msec, TE 99 msec) of horse 26 with diagnosis rhinitis and sinusitis, nasal polyp. The turbinates are obscured by solid tissue. The polyp (arrow) appears homogenous with a high signal, but the signal of fluid in the maxillary sinus is higher (end of arrow). The process appears to be displacing.*

Die MRT spielt bei der Diagnostik der Sinusitis aufgrund der fehlenden Differenzierung von Knochen und pneumatisierten NNH (beide signalarm) beim Menschen keine Rolle (Grees et al. 2002). Nasen und -nebenhöhlen sowie Zähne stellen eine denkbar ungünstige Aufgabe in der MRT dar: Zahnschmelz, Dentin, Zement, kortikaler Knochen sowie intraorale Luft sind unsichtbar. Im Gegensatz dazu sind Knochenmark, Pulpa, Mandibularkanal, Parodontalspalt, Schleimhaut und andere Weichgewebe nach Erfahrungen aus der Humanmedizin im MRT gut beurteilbar (Gahleitner et al. 1999, Weiss et al. 2001). Dies konnte in den eigenen Untersuchungen bestätigt werden: selbst bei den beiden Pferden mit Frakturen der Oberkieferknochen waren die unterbrochenen Konturen der Schädelknochen darstellbar.

Bei allen sechs Pferden (Pferd 17 - 22) mit sekundären Sinusitiden (Abb. 7) aufgrund einer Zahnerkrankung konnte mindestens ein Zahn als Ursache identifiziert werden. Das MRT stellte sich damit als hilfreich in der schwierigen Zahndiagnostik beim Pferd heraus (Gerlach et al. 2006). Bei den Pferden 23 und 24 konnten alle Zähne als unverändert beschrieben werden. Die Sinusitis trat hier sekundär infolge einer Fraktur auf. Bei Patient 23 konnten einzelne dislozierte Knochenstücke gut identifiziert werden (Abb. 8).

In der Gruppe der entzündlichen Veränderungen traten die stärksten Unterschiede im Wachstumsverhalten auf. Diese Gruppe wies hoch variable Befunde auf. Häufig war das Nasenseptum verlagert, Nasenneben- und Nasenhöhlen waren teilweise stark destruktiv verändert und täuschten maligne Tumoren vor. Dieses Problem ist aus der Humanmedizin bekannt (Som et al 1991, Delfini et al. 1993). Umgekehrt rufen maligne Tumoren gerade in den Anfangsstadien noch keine Knochenerosionen hervor.

Für das Pferd kann die Darstellung von Abszessen aus der Humanmedizin übernommen werden, welche in T2w signal-



**Abb 7** Dorsale T2w (TR 10000 msec, TE 15 msec) von Pferd Nr. 22 mit der Diagnose sekundäre Sinusitis, Abszess. Der überwiegend signalreiche Abszessinhalte wirkt gut abgegrenzt und von vielen kleinen signallosen Einschlüssen durchsetzt (Pfeil).

*Dorsal T2w (TR 10000 msec, TE 15 msec) of horse 22 with diagnosis secondary sinusitis, abscess. The contents of the abscess are mostly rich in signal and are containing many small hypointense regions (arrow).*



**Abb 8** Dorsale T2w (TR 10000 msec, TE 15 msec) von Pferd Nr. 23 mit der Diagnose sekundäre Sinusitis/Oberkieferfraktur. Deutlich ist am Pfeil ein isoliertes längliches Knochenstück (schwarz) sichtbar, welches die Kontinuität des Oberkieferknochens unterbricht. Alle Zähne erscheinen bei dem jungen Pferd physiologisch.

*Dorsal T2w (TR 10000 msec, TE 15 msec) of horse 23 with diagnosis secondary sinusitis, fracture. A black bone fragment (arrow) can be clearly defined which leads to discontinuation of the upper jaw bone. All teeth from the young horse seemed to be unchanged.*

reich und in T1w signalarm erscheinen. Dabei wird davor gewarnt, dass die Ausdehnung im MRT meist überschätzt wird. Auch Veränderungen im Sinne einer Osteomyelitis des Knochens sind gut im MRT zu sehen (Lenz und Greess 2001). Adams et al. (1989) schlugen für die Prognose von Tumoren beim Hund folgende Kriterien vor: Ausdehnung in die kontralaterale Nasen- oder Stirnhöhle, Knochenbeteiligung, Beteiligung der Orbita oder des subkutanen Gewebes, nasopharyngeale Ausdehnung oder Zerstörung der Lamina cribrosa. Diese Parameter sind eigentlich für Tumorstaging gedacht, können beim Pferd nach den Erfahrungen der vorgestellten Fälle aber für eine Einschätzung der Prognose bei raumfor-



**Abb 9** Dorsale T1w (TR 766 msec, TE 1 msec) von Pferd Nr. 19 mit der Diagnose sekundäre Sinusitis infolge Fraktur M1. Drei isolierte Zahnfragmente (Pfeil am größten Teil) lassen sich als signallose Gebilde mit unvollständigen Pulpen in der Alveole neben signalreichem Granulationsgewebe darstellen.

*Transverse T1w (TR 766 msec, TE 1 msec) of horse 19 with diagnosis secondary sinusitis with tooth fracture. Three isolated tooth fragments (arrow on the largest piece) are displayed as low signal with destroyed diffuse pulps. Between the fragments appears granulation tissue with higher signal.*

dernden Prozessen im Bereich der Nase, Nasennebenhöhlen und der angrenzenden Knochen übernommen werden. So wurden die Fälle 6 und 8 euthanasiert, weil im MRT gut dargestellt werden konnte, dass der Knochen im Hirnschädelbereich destruiert war und trotz der noch geringen Ausdehnung insgesamt eine infauste Prognose gestellt werden musste.

Eine Differenzierung zwischen neoplastischen und entzündlichen Veränderungen ist zum momentanen Zeitpunkt beim Pferd im Anfangsstadium teilweise möglich. Schreiten die Veränderungen jedoch weiter fort, kann kaum noch differenziert werden. Es sei denn, man findet eine eindeutige Ursache, wie zum Beispiel eine Zahnerkrankung oder eine Fraktur. Beachtet man Morphologie, Signalverhalten, Lage und Ausdehnung der Veränderungen und beurteilt umgebende knöcherne Strukturen einschließlich der Zähne, können unter Einbeziehung der bisherigen Erkenntnisse wichtige Informationen für Behandlung und Prognose gewonnen werden.

## Literatur

Adams W. M., P. E. Miller, D. M. Vail, L. J. Forrest und E. G. McEwen (1998) An accelerated technique for irradiation of malignant canine nasal and paranasal tumors. *Vet. Rad. Ultras.* 39, 475-481

- Ahn J. E., J.H. Byun, M.S. Ko, S.H. Park und M.G. Lee (2007) Neuroendocrine carcinoma of the gallbladder causing hyperinsulinaemic hypoglycaemia. doi:10.1016/j.crad.2006.11.016
- Basher A. W. P., G. A. Severin, M. J. Chavkin und A. A. Frank (1997) Orbital neuroendocrine tumors in three horses. J. Am. Vet. Med. Assoc. 210, 668-671
- Behrens E., J. Schumacher und E. Morris (1991) Contrast paranasal sinusography for evaluation of disease of the paranasal sinuses of five horses. Vet. Radiol. 32, 105-109
- Bert R. J., R. Samawarewa und E. R. Melhem (2004) CNS MR and CT Findings Associated with a Clinical Presentation of Herpetic Acute Retinal Necrosis and Herpetic Retrobulbar Optic Neuritis: Five HIV-Infected and One Non-Infected Patients. Am. J. Neuroradiol. 25, 1722-1729
- Bowen B. C. (2004) Peripheral Nerve Imaging and the Magic angle. Am. J. Neuroradiol. Editorials 352- 354
- De Schepper A. M., I. De Beuckeleer, J. Vandevenne und J. Somville (2000) Magnetic resonance imaging of soft tissue tumors. Eur. Radiol. 10, 213-222
- Davis J. L., Gilger B. C., Spaulding K., Robertson I. D. und Jones S. L. (2002) Nasal adenocarcinoma with diffuse metastases involving the orbit, cerebrum, and multiple cranial nerves in a horse. J. Am. Vet. Med. Assoc. 221:1460-1463.
- Delfini R., P. Missori, G. Ianetti, P. Ciappetta und G. Cantore (1993) Mucocoeles of the paranasal sinuses with intracranial and intraorbital extension: report of 28 cases. Neurosurgery 32, 901-906
- Dixon P. M. und K. W. Head (1999): Equine Nasal and Paranasal Sinus Tumours: Part 2: A Contribution of 28 Case reports. Case reports. Vet. J. 157, 279-294
- Dungworth D. L., B. Hauser, F. F. Hahn, D. W. Wilson, T. Haenichen und J. R. Harkema (1999) WHO: Histological Classification of the Tumors of the Respiratory System of Domestic Animals. Second Series, Volume VI, 13-23
- Gahleitner A., P. Solar, C. Nasel, P. Homolka, S. Youssefzadeh, L. Ertl und S. Schick (1999) Die Magnetresonanztomographie in der Dentalradiologie (Dental-MRT). Radiologe 39, 1044-1050
- Gerlach K., D. Scharner, E. Ludewig und S. Reese (2006) Die Untersuchung von Zähnen des Pferdes im MRT: informativ oder überflüssig? 19. Arbeitstagung der FG „Pferdekrankheiten“ der DVG, Hannover, ISBN 3-938026-67-7, ISSN 0936-8221, 231-234
- Gerlach K., M. Cronau, R. McMullen und H. Gerhards (2007) Magnetresonanztomographische Untersuchungen von Melanomen im Kopfbereich bei drei Pferden. Pferdeheilkunde 23, 259-262
- Gomori J. M., R. I. Grossmann, J. A. Shields, J. J. Augsburger, P. M. Joseph und D. DeSimeone (1986) Choroidale Melanomas: of NMR spectroscopy and MR Imaging. Radiology 158, 443-445
- Grees H., M. Lell und W. Bautz (2002) Indikation und Aussagekraft von CT und MRT im Kopf-Hals-Bereich. HNO 50, 611-625
- Head K. W. und P. M. Dixon (1999) Equine Nasal and Paranasal Sinus Tumours. Part 1: Review of the Literature and Tumour Classification. Vet. J., 157: 261-278
- Hoef van der M., D. W. Crook, B. Marincek und D. Weishaupt (2004) Primary neuroendocrine tumors of the liver: MRI features in two cases. Abdominal Imaging 29, 77-81
- Hosten N., C. Zwicker und M. Langer (2002) Orbita. In: Reiser M. und Semmler W: MRT. Springer Verlag, 3. Auflage, 393-405
- Krandsdorf M. J., J. S. Jelinek und R. P. Moser (1993): Imaging of soft tissue tumors. Radiol. Clin. North Am. 31, 359-372
- Lemke A. J. und G. Steiner (1999) Interpretation von MRT-Bildern. In: Hosten N., A. J. Lemke und R. Felix: Kernspintomographie. Ecomed, Landsberg, 1-6
- Lenz M. und H. Greess (2001) Mundhöhle, Oropharynx und Mundboden. In: Freyschmidt J. und T. J. Vogl: Handbuch diagnostischer Radiologie Kopf-Hals. Springer Verlag Berlin, Heidelberg, 327-398
- Leonhardt J., E. Schirg, H. Schmidt und S. Glüer (2004) Charakteristika der Bildgebung kindlicher Lipoblastome. Fortschr. Röntgenstr. 176, 972-975
- Matiassek K., M. Cronau, W. Schmahl und H. Gerhards (2007) Imaging Features and Decision Making in Retrobulbar Neuroendocrine Tumours in Horses – Case Report and Review of Literature. J. Vet. Med. 54, 302-306
- Onofri M., A. Thomas, C. Pad, G. D'Andrea Matteo, L. L. Toma und D. Rotilio (1999) Optic Neuritis with Residual Tunnel Vision in Perchloroethylene Toxicity. Eur. Neurol. 41, 51-53
- Platt H. (1975) Haemorrhagic nasal polyps of the horse. J. Pathol. 115, 51-55
- Schultz R. M., R. L. Tucker, P. R. Gavin, R. Bagley, T. C. Saveraid und C. R. Berry (2007) Magnetic Resonance Imaging of Acquired Trigeminal Nerve Disorders in Six Dogs. Vet. Radiol. Ultras. 48, 101-104
- Siegelman E. S. (2006) Pancreatic MR defines ducts, pinpoints disease chemical shift imaging can characterize an adrenal mass as an incidental adenoma and exclude metastasis. New Developments in Contrast-Enhanced MR, <http://www.diagnosticsimaging.com/bodymri/pancreatic.html>
- Som P. M., W. Lawson und M. W. Lidov (1991) Simulated aggressive skull base erosion in response to benign sinonasal disease. Radiology 180, 755-759
- Sullivan M. M., H. Burell und I. A. P. McCanlish (1984) Progressive haematoma of the maxillary sinus in a horse. Vet. Rec. 114, 191-2
- Sweeney C. R. und J. Beech (1983) Retrobulbar melanoma in a horse. Equine Vet. J. Suppl. 2, 123-124
- Tucker R. L. und E. Farrell (2001) Computed Tomography and Magnetic Resonance Imaging of the Equine Head. In: Modern Diagnostic Imaging. Vet. Clin. North Amer.; Equine Pract. 17, 131-143
- Maanen van C., W. R. Klein, K. J. Dik und T. S. van den Ingh (1996) Three cases of carcinoid in the equine nasal cavity and maxillary sinuses: histologie and immunohistochemical features. Vet. Pathol. 33, 92-95
- Weiss F., C. R. Habermann, J. Welger, A. Knaape, F. Metternich, P. Steiner, B. Rozeh, V. Schoder und E. Bücheler (2001) MRT in der präoperativen Diagnostik der chronischen Sinusitis im Vergleich mit der CT. Fortschr. Röntgenstr. 173, 319-324
- Wollanke B., H. Gerhards und M. Cronau (2006) Diagnostik und Therapie periorbitaler Erkrankungen von Pferden: Wann ist eine Computertomographie (CT) oder eine Magnetresonanztomographie (MRT) indiziert? Pferdeheilkunde 22, 431-438
- Wörtler K. (2004) MRT bei Weichteiltumoren. Radiologie update 4, 375-390

Dr. Kerstin Gerlach  
Chirurgische Tierklinik der Universität Leipzig  
An den Tierkliniken 21  
04103 Leipzig  
[gerlach@vetmed.uni-leipzig.de](mailto:gerlach@vetmed.uni-leipzig.de)