1. Einleitung

Die Temporohyoid-Osteoarthropathie (THO) ist eine klinisch selten detektierte, aber regelmäßig auftretende und aktuell diskutierte Pathologie, die auch im Zusammenhang mit Verhaltensänderungen des Pferdes diskutiert wird. Sie wird gekennzeichnet als eine chronisch verlaufende, nicht-infektiöse, osteoproliferative Erkrankung des Temporohyoidgelenkes (THG), die mit fortschreitenden knöchernen Umbauprozessen einhergehen kann. Diese kann zu einer funktionellen Immobilität des Gelenks und konsekutiv zu einer pathologischen Kraftübertragung entlang des Zungenbeinapparates führen, welche im weiteren Verlauf zu Frakturen der Pars petrosa des Os temporale oder seltener des Os stylohyoideum führen kann (Tanner et al., 2019; Walker et al., 2002). Darüber hinaus wurden strukturelle Veränderungen an weiteren Strukturen des Zungenbeins wie beispielsweise dem Os ceratohyoideum sowie dem Ceratohyoid-Stylohyoid-Gelenk beschrieben, was auf eine mögliche Beteiligung weiterer Anteile des Zungenbeinapparates hinweist (Inui et al., 2017; Oliver & Hardy, 2015).

Das Temporohyoidgelenk (THG) stellt eine funktionell relevante Verbindung zwischen dem Os stylohyoideum und der Pars petrosa des Os temporale dar und wird anatomisch als nicht-synoviale Synchondrose klassifiziert (Budras et al., 2012; Getty et al., 1975; Nickel et al., 2004a). Diese gelenkige Verbindung besitzt aufgrund ihrer Nähe zur Schädelbasis, zur Bulla tympanica und zu mehreren Hirnnerven eine besondere klinische Bedeutung. Im Rahmen der physiologischen Alterung kann es zur endochondralen Ossifikation der knorpeligen Verbindung kommen, die je nach individueller Ausprägung in eine vollständige Synostose übergehen kann (Budras et al., 2012; Dyce et al., 2010; Getty et al., 1975; Barone, 1996).

Die Ätiopathogenese der THO ist bislang nicht vollständig geklärt, wird jedoch als multifaktoriell verstanden. Eine zentrale Rolle wird der sogenannten Vagina processus styloidei (Stylohyoid Process Sheath (SPS)) zugeschrieben, einer bindegewebigen Hülle, die den Gelenkkomplex umgibt und sich im Verlauf teilweise umbauen kann (Nickel et al., 2004a). Diese Struktur scheint als Vorlage für dystrophe Verkalkungen und die beschriebene progressive ossäre Proliferation zu fungieren (Dash et al., 2025; Whitty et al., 2022). Neben degenerativen Prozessen, die besonders bei älteren Pferden eine Rolle spielen (Dash et al., 2025; Naylor et al., 2010), werden auch entzündliche Grunderkrankungen wie Otitis media oder interna (Blythe, 1997; Blythe et al., 1990; Blythe & Watrous, 1997; Ertelt et al., 2013) sowie chronische mechanische Belastungen oder Traumata (Koch & Witte, 2014; Whitty et al., 2022) als mögliche auslösende oder begünstigende Faktoren diskutiert.

Das klinische Erscheinungsbild der THO ist vielfältig und häufig unspezifisch. Häufig werden neurologische Ausfallerscheinungen beschrieben, die sich durch Läsionen der Hirnnerven V bis XII zeigen und sich bis zu generalisierter Ataxie, Anfällen, Nasenbluten und plötzlichem Tod ausdehnen können (Ertelt et al., 2013; Hall et al., 2021; Hilton et al., 2009; Koch & Witte, 2014). Zudem sind Verhaltensänderungen wie Headshaking, Koppen, Weben oder Abwehrreaktionen gegen das Gebiss möglich (Grenager et al., 2010; Palus et al., 2012). Jedoch können bei älteren Pferden fortgeschrittene ossäre Veränderungen auch klinisch inapparent verlaufen (Dash et al., 2025; Lloyd-Edwards et al., 2025; Walker et al., 2002).

Für die diagnostische Beurteilung der Temporohyoid-Osteoarthropathie (THO) gilt die Computertomografie (CT) aufgrund ihrer hohen räumlichen Auflösung und exzellenten Knochenkontrastdarstellung als diagnostischer Goldstandard (Dash et al., 2025; Hilton et al., 2009; Lloyd-Edwards et al., 2025). Sie ermöglicht eine differenzierte Erfassung auch initialer ossärer Remodellierungen im Bereich des Temporohyoidgelenks (Hilton et al., 2009). Mit der Etablierung der Stehend-CT-Technik unter Sedation steht zudem eine moderne, minimalinvasivere Alternative zur klassischen Allgemeinanästhesie zur Verfügung, wodurch

Dieses Werk ist copyrightgeschützt und darf in keiner Form vervielfältigt werden noch an Dritte weitergegeben werden.
Es gilt nur für den persönlichen Gebrauch.

das Anästhesierisiko für das Pferd entfällt und eine risikoärmere Diagnostik möglich ist (Porter & Werpy, 2014). Ergänzend zur Computertomografie findet die Endoskopie der Luftsäcke klinisch breite Anwendung (Thomas-Cancian et al., 2023). Sie ermöglicht eine direkte visuelle Inspektion des proximalen Os stylohyoideum mit dem Temporohyoidgelenk sowie der umgebenden Strukturen. Insbesondere in Bezug auf die Diagnostik von Schleimhautveränderungen, Blutungen und gegebenenfalls periartikulären Zubildungen liefert sie relevante Informationen. Ihr Vorteil liegt dabei in der vergleichsweise einfachen Durchführbarkeit (Thomas-Cancian et al., 2023). Auch konventionelle Röntgenaufnahmen in dorsoventraler sowie latero-lateraler Projektionsrichtung ermöglichen eine Darstellung des Temporohyoidgelenkkomplexes (Butler et al., 2000). Allerdings zeigte sich in vergleichenden Studien eine geringere Sensitivität gegenüber der Computertomografie und der Luftsackendoskopie (Walker et al., 2002). Einzelfallberichte beschreiben zudem den Einsatz szintigrafischer Untersuchungen zur Beurteilung des Temporohyoidgelenks. Auch hier erwies sich die dorsoventrale Darstellungsebene als diejenige mit der höchsten Aussagekraft (Frame et al., 2005).

Dieses Werk ist copyrightgeschützt und darf in keiner Form vervielfältigt werden noch an Dritte weitergegeben werden.
Es gilt nur für den persönlichen Gebrauch.

2. Literaturübersicht

2.1. Anatomie des Zungenbeinapparates (Apparatus hyoideus)

2.1.1. Allgemeine Übersicht

Der Zungenbeinapparat (Apparatus hyoideus) ist eine komplex aufgebaute anatomische Struktur, die über knöcherne, knorpelige, muskuläre sowie bandartige Verbindungen befestigt ist, als Aufhängeapparat für Zunge und Kehlkopf des Pferdes fungiert und zwischen den Unterkieferästen in der Regio intermandibularis liegt. Sein rostraler Anteil ist mit dem Zungengrund verbunden, kaudal mit dem Kehlkopf und kaudodorsal fügt er sich an das Schläfenbein an (Nickel et al., 2004a).

2.1.2. Aufbau des Zungenbeins

Das Zungenbein besteht aus mehreren paarigen und zwei unpaarigen knöchernen Strukturen, die funktionell miteinander verbunden sind. Dazu gehören:

- Os stylohyoideum paarig
- Os epihyoideum paarig
- Os ceratohyoideum (Zungenhorn) paarig
- Os basihyoideum (Corpus ossis hyoidei) unpaar
- Os thyrohyoideum (Kehlkopfhorn) paarig
- Processus lingualis (des Os basihyoideum) unpaar

Diese Anteile sind durch echte Gelenke, Synchondrosen oder bandhafte Verbindungen miteinander verbunden und stellen zusammen eine elastisch-stabile Einheit dar, welche vielfältige biomechanische Anforderungen bewältigen muss (Nickel et al., 2004a).



Abb. 1: Anatomische Darstellung des Zungenbeins (aus Liebich & König, 2018, S. 68).

2.1.3. Gelenke

Allgemein:

Insgesamt gibt es sechs Verbindungen, welche den Zungenbeinapparat zusammenhalten. Drei davon sind als „echte“ synoviale Gelenke anzusprechen, die anderen drei sind entweder

Dieses Werk ist copyrightgeschützt und darf in keiner Form vervielfältigt werden noch an Dritte weitergegeben werden.
Es gilt nur für den persönlichen Gebrauch.

Synchondrosen oder Synostosen, welche sich teilweise individuell physiologisch oder pathologisch im Verlauf des Alters umbauen können (Hartl et al., 2021).

Das Temporohyoidgelenk (Articulatio temporohyoidea):

Das Temporohyoidgelenk ist kein echtes Gelenk, es stellt die Verbindung zwischen dem Processus stylohyoideus der Pars petrosa des Os temporale sowie dem Tympanohyoid (Os tympanohyoideum, sofern noch rudimentär vorhanden) und/oder der Basis des Os stylohyoideum dar (Hartl et al., 2021; Liebich & König, 2018; Nickel et al., 2004a; Salomon et al., 2008). Das Tympanohyoid besteht primär aus hyalinem Knorpel, kann jedoch sowohl in knorpeliger Form als auch im Verlauf der physiologischen Ossifikation knöchern ausgebildet sein. Proximal artikuliert es über die Synchondrosis temporohyoidea als nicht-synoviale Verbindung mit dem Processus stylohyoideus (Hartl et al., 2021; Nickel et al., 2004a). Zusätzlich ist diese gelenkige Verbindung umgeben von der sogenannten Vagina processus styloidei, welche sich als teilweise membranöse bis knöcherne Ummantelung um die Bereiche des Temporohyoidgelenks legt. Diese Verbindung kann im Verlauf der physiologischen Alterung in eine Synostose übergehen und ist auch im Verdacht prädisponierend bzw. als Grundlage für knöcherne Zubildungen im Bereich des THG zu wirken (Nickel et al., 2004a; Whitty et al., 2022).

2.1.4. Muskuläre Verbindung und Innervation:

Der Zungenbeinapparat ist zusätzlich zu den artikulären Verbindungen mit mehreren Muskelgruppen mit dem Körper verbunden. Diese sind entweder direkt oder indirekt durch ihre Funktion an der Bewegung, Stabilisierung sowie Positionierung des Zungenbeins beteiligt und ermöglichen so den Schluckakt, die Atmung, die Phonation sowie teilweise die Zungenmotorik (Nickel et al., 2004a; Nickel et al., 2004b; Salomon et al., 2008). Der Zungenbeinapparat und insbesondere das Temporohyoidgelenk grenzen unmittelbar an den Luftsack, sodass zahlreiche Hirnnerven in enger räumlicher Beziehung zu diesen Strukturen stehen. In direkter Nachbarschaft verlaufen die kaudalen Hirnnerven IX (N. glossopharyngeus), X (N. vagus), XI (N. accessorius) und XII (N. hypoglossus) sowie, dem dorsolateralen Rand des Luftsacks benachbart, Äste des N. trigeminus (V), der N. facialis (VII) und der N. vestibulocochlearis (VIII); ihre detaillierte Topographie wird in Kapitel 2.2 dargestellt (Liebich & König, 2018; Piat & Cadoré, 2023; Wissdorf et al., 2010). Da das Os stylohyoideum den Luftsack von kaudal durchzieht und den medialen vom lateralen Sinus trennt, verlaufen diese Nerven unmittelbar zu dem bei der THO primär betroffenen Gelenkkomplex. Eine fortschreitende ossäre Proliferation oder eine begleitende Luftsackpathologie kann daher Hirnnervenausfälle verursachen. Am häufigsten betroffen sind in der Literatur der N. facialis (VII) und N. vestibulocochlearis (VIII), seltener die kaudalen Hirnnerven (Aleman et al., 2008, 2016; Porter & Werpy, 2014).

2.2. Anatomie des Luftsackes (Tuba auditiva beim Pferd):

2.2.1. Allgemeiner Aufbau und Lage

Der equine Luftsack stellt eine beidseits angelegte, schleimhautüberzogene Ausstülpung der Ohrtrompete (Diverticulum tubae auditivae) dar. Letztere ist eine knorpelig gestützte Verbindung zwischen dem Mittelohr und dem Nasenrachenraum (Pharynx), die funktionell

Dieses Werk ist copyrightgeschützt und darf in keiner Form vervielfältigt werden noch an Dritte weitergegeben werden.
Es gilt nur für den persönlichen Gebrauch.

dem Druckausgleich im Mittelohr dient (Salomon et al., 2008; Wissdorf et al., 2010). Die Schleimhautoberfläche des gesunden Luftsacks ist glatt, feucht und glänzend, das Gesamtvolumen beträgt etwa 300–600 ml (Liebich & König, 2018; Salomon et al., 2008).

Anatomisch liegt der Luftsack zwischen Schädelbasis, Atlas und Pharynx und erstreckt sich medial über eine größere Strecke, wobei beide Luftsäcke durch ein Septum medianum getrennt sind. Diese mediane Trennwand wird aus lockerem Bindegewebe sowie dem tiefen Blatt der Fascia cervicalis profunda gebildet. Erst kaudal wird die Trennung der beiden Luftsäcke durch das Dazwischentreten der paarigen Mm. longus capitis und rectus capitis ventralis vollständig vollzogen (Salomon et al., 2008; Wissdorf et al., 2010).

Topographisch gliedert sich jeder Luftsack in zwei Hauptanteile: eine etwa dreimal größere mediale Bucht (Sinus medialis) und eine kleinere laterale Bucht (Sinus lateralis). Die mediale Bucht unterteilt sich weiter in einen etwas weiter nach ventral reichenden Recessus medialis und einen deutlich kleineren Recessus lateralis. Die Trennung der medialen und lateralen Bucht erfolgt durch das von kaudal eintretende *Os* stylohyoideum, das den Luftsack in diesem Bereich von außen durchzieht und die Luftsackschleimhaut um das Stylohyoid einwölbt, was zur Ausbildung einer funktionellen Trennwand zwischen den beiden Buchten führt. Innerhalb der medialen Bucht verläuft die Plica neurovasculosa, eine prominente Schleimhautfalte mit verschiedenen Nerven und Gefäßen, die die mediale Bucht zusätzlich in zwei Recessus unterteilt (Liebich & König, 2018; Wissdorf et al., 2010).

2.2.2. Physiologischer Zugang zum equinen Luftsack:

Der Zugang zum Luftsack erfolgt physiologisch über die beidseitige Öffnung der Tuba auditiva im Seitenbereich der Pharynxwand. Diese Öffnung wird als Ostium pharyngeum tubae auditivae bezeichnet und stellt eine etwa 25–30 mm lange, schlitzförmige Spalte dar, die sich auf Höhe eines horizontalen Querschnitts durch die temporalen Augenwinkel befindet (Liebich & König, 2018; Salomon et al., 2008; Wissdorf et al., 2010). Den medialen Anteil bildet die sogenannte Lamina medialis, eine flache Klappe aus elastischem Knorpel, welche der seitlichen Rachenwand flach anliegt (Salomon et al., 2008; Wissdorf et al., 2010). Diese Knorpelklappe verläuft nicht senkrecht, sondern beschreibt eine leicht gebogene, kaudoventral gerichtete Krümmung, wodurch sie im kaudalen Abschnitt eine sanft konvexe Wölbung zum Nasopharynx hin ausbildet. Diese spezielle Konfiguration erlaubt eine aktive Öffnung des Ostiums beim Schluckakt, während es im Ruhezustand während der Atmung geschlossen bleibt. Beim Schlucken hebt sich die Lamina medialis, wodurch sich der Eingang zum Luftsack öffnet und ein Druckausgleich zwischen Pharynx und Mittelohr ermöglicht wird (Liebich & König, 2018; Salomon et al., 2008; Wissdorf et al., 2010).

Im Übergangsbereich vom Ostium pharyngeum tubae auditivae in das Diverticulum tubae auditivae ist eine zusätzliche Schleimhautfalte ausgebildet, die als Plica salpingopharyngea bezeichnet wird. Diese ventromedial verlaufende Schleimhautstruktur stellt eine funktionelle Erweiterung der Lamina medialis dar. Sie entsteht durch eine Einwölbung der Schleimhaut, die sich vom freien Rand der Lamina medialis ausgehend in kaudoventraler Richtung ausprägt. Gemeinsam mit der Lamina medialis bildet die Plica salpingopharyngea einen ventilartigen Verschlussmechanismus, der das Ostium im Ruhezustand verschließt (Freeman, 2006).

2.2.3. Sinus medialis

Der Sinus medialis bildet den Hauptanteil des equinen Luftsacks und ist in seinem Volumen etwa dreimal größer als der laterale Sinus. Er gliedert sich in einen Recessus medialis und einen Recessus lateralis, die durch die Plica neurovasculosa voneinander getrennt werden

Dieses Werk ist copyrightgeschützt und darf in keiner Form vervielfältigt werden noch an Dritte weitergegeben werden.
Es gilt nur für den persönlichen Gebrauch.