

Berl Münch Tierärztl Wochenschr 129,
444–452 (2016)
DOI 10.2376/0005-9366-15096

© 2016 Schlütersche
Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG
ISSN 0005-9366

Korrespondenzadresse:
koehler@kleintierklinik.uni-leipzig.de

Eingegangen: 25.08.2015
Angenommen: 11.01.2016

Zusammenfassung

Summary

U.S. Copyright Clearance Center
Code Statement:
0005-9366/2016/15096 \$ 15.00/0

Klinik für Kleintiere der Veterinärmedizinischen Fakultät der Universität Leipzig

Vergleich der Gaumensegeldicken von normo- und brachyzephalen Hunden mit Atemnotsyndrom anhand sagittaler CT-Bilder des Kopfes

Comparison of soft palate thickness of normo- and brachycephalic dogs with brachycephalic airway syndrom on the basis of sagittal CT-images of the head

Claudia Köhler, Anne-Kristin Menzel, Michaele Alef, Gerhard Oechtering,
Ingmar Kiefer

Ein verlängertes und verdicktes Gaumensegel gehört zu den charakteristischen anatomischen Fehlbildungen des brachyzephalen Hundes als Folge der zuchtbedingten Verkürzung des Schädels. In der vorliegenden Studie wurde das Ausmaß der Hyperplasie des Gaumensegels beim brachyzephalen Hund untersucht. Zu diesem Zwecke wurden die gemessenen Gaumensegeldicken von brachyzephalen Hunden mit denen von normozephalen Hunden anhand rekonstruierter sagittaler CT-Bilder verglichen. Die Untersuchungen ergaben signifikante Dickenunterschiede der Gaumensegel zwischen den brachyzephalen Hunderassen Französische Bulldogge bzw. Mops und Vertretern normozephaler Rassen ähnlicher Körpergewichtsklasse. Die Dicke des Gaumensegels betrug dabei bei den brachyzephalen Hunden durchschnittlich mehr als das Doppelte im Vergleich zu den normozephalen Hunden. Zudem wurde ein signifikanter Unterschied der Gaumensegeldicken zwischen männlichen und weiblichen brachyzephalen Hunden ermittelt. Neben weiteren anatomischen Engstellen führt die ausgeprägte Gaumensegelverdickung bekanntermaßen zu einer Einengung der oberen Atemwege durch Verlegung des Nasopharynx und in der Folge zu massiven Atemproblemen. Zur Verhinderung solch gesundheitlicher Auswirkungen der selektiv auf extreme Körpermerkmale konzentrierten Zucht ist eine rigorose Überarbeitung der Zuchtstandards unablässlich.

Schlüsselwörter: Gaumensegel, Brachyzephalie, Hund, CT, Qualzucht

Elongation and hyperplasia of the soft palate is one of the characteristic anatomical malformations of the brachycephalic dog and is the result of selective breeding to produce offsprings with a shortened skull. In the present study the degree of soft palate hyperplasia in brachycephalic dogs was examined. Therefore measurements of soft palate thickness were made in reconstructed sagittal CT-images of brachycephalic and normocephalic dogs. The provided data showed significant differences of soft palate thickness between brachycephalic French Bulldogs, Pugs and normocephalic's representatives within a comparable weight category. The thickness of the soft palate in brachycephalic dogs was more than double the amount of that in normocephalic dogs. Furthermore soft palate thickness was significantly different between male and female brachycephalic dogs. In addition to other anatomical structures that cause a narrowing of the upper airways massive soft palate hyperplasia leads to an airway constriction by obstructing the nasopharynx and consequently to massive respiratory problems. A rigorous revision of breeding standards is necessary in order to prevent health implications caused by selective breeding of extreme body characteristics.

Keywords: soft palate, brachycephalia, dog, CT, breeding of defects

Einleitung

Weltweit erfreuen sich brachyzephal Hunderassen in der Bevölkerung zunehmender Beliebtheit. So weisen sie in vielen Ländern die größten prozentualen Zuwachsraten in der Nachzucht auf (Oechtering, 2010; Martin, 2012). Durch eine postnatale Wachstumshemmung des Splanchnokraniums wird gezielt auf abnormale anatomische Verhältnisse auf Grundlage bestehender Rassestandards gezüchtet (Oechtering, 2010). Diese extremen Körpermerkmale schließen unter anderem die Verkürzung des Schädels mit Verkleinerung der Hundeschnauze, der Nasenhöhlen und des Maulhöhlenvolumens ohne gleichzeitige Wachstumshemmung der pharyngealen Weichteile ein (Wykes, 1991; Venker-van Haagen, 2006; Oechtering, 2010). Folgen sind Atemnot und Belastungsintoleranz durch die Einengung und Verlegung der oberen Atemwege sowie eine eingeschränkte Thermoregulation (Oechtering, 2010). Die Verlängerung und Dickenzunahme des weichen Gaumens ist eines der kennzeichnenden Merkmale der strukturellen Fehlbildungen des brachyzephalen Hundes (Koch et al., 2003; Oechtering et al., 2007; Findji und Dupré, 2008) und ist als Befund bei nahezu 100 % der brachyzephalen Hunde mit Atemnotsymptomatik zu erheben (Poncet et al., 2006; Riecks et al., 2007; Dunié-Mérigot et al., 2010; Planellas et al., 2012). Bei der Gaumensegelveränderung des brachyzephalen Hundes handelt es sich wahrscheinlich sowohl um eine Primärabstruktion im Sinne von redundantem, pharyngealen Weichteilgewebe (insbesondere weicher Gaumen und Tonsillen) durch unveränderte Weichteilentwicklung bei zuchtbedingter, extremer Gesichtsschädelverkürzung, als auch um eine Sekundärabstruktion (Koch et al., 2003; Oechtering, 2010). Letzteres ist die Folge von zusätzlichen anatomischen Engstellen im Bereich der Nares, des Vestibulums und des Cavum nasi, die zu einem erhöhten negativen inspiratorischen Druck führen. Dieser führt wiederum im Sinne eines chronischen Barotraumas zu einer progressiven Volumenzunahme (Grand und Bureau, 2011; Oechtering, 2010; Pichetto et al., 2011). Die makroskopisch verdickten Gaumensegel weisen histologisch eine Ödematisierung des Gewebes mit Epithel- und glandulärer Hyperplasie auf (Grand und Bureau, 2011; Oechtering, 2010; Pichetto et al., 2011). Zudem werden mikroskopisch Muskelveränderungen nachweisbar, wobei alternierend degenerierte, atrophe Fasern neben unveränderten und hypertrophen Muskelfasern als Ausdruck von Muskelläsionen mit Regenerationsversuchen, anzutreffen sind (Pichetto et al., 2011). Der weiche Gaumen wird als Hauptstrukturkomponente zur Regulation des Atemflusses beim Hund angesehen (Biewener et al., 1985; Amis und Kurpershoek, 1986). Bei verstärkter Atmung führt eine Anhebung des Gaumensegels durch vermehrte Aktivierung des M. levator veli palatini, des M. tensor veli palatini und des M. hyoepiglotticus zu einer Erhöhung des oralen Luftflusses und Reduktion des totalen Widerstandes des oberen Atemtraktes (Kurimoto, 1989; Kogo et al., 1997; Amis et al., 1999). Es ist wahrscheinlich, dass die progressive Volumenzunahme, die Veränderung der Konsistenz und des elastischen Widerstandes des Gaumengewebes zusammen mit den Muskelläsionen zu einer starken funktionellen Beeinträchtigung des Organs während des Atemzyklus führen (Pichetto et al., 2011). Dies könnte zu einer Verschlechterung der bereits vorhandenen Atemproblematik führen. In einer Studie von Grand und Bureau wiesen Hunde

mit schwerer Atemnotsymptomatik signifikant dickere Gaumensegel im Vergleich zu Hunden mit leichter Atemnotsymptomatik auf (Grand und Bureau, 2011).

Das Ausmaß der Hyperplasie des weichen Gaumens kann mithilfe bildgebender Verfahren wie Endoskopie, CT, MRT und Ultraschall nachgewiesen werden (Hayes et al., 2010; Grand und Bureau, 2011; Köhler et al., 2014). Im Gegensatz zur Endoskopie haben die anderen bildgebenden Verfahren den Vorteil, dass nicht nur die Oberfläche sondern auch die Binnenstruktur des Organs abgebildet und eine objektive Dickenmessung ermöglicht wird (Pépin et al., 1999; Findji und Dupré, 2008; Grand und Bureau, 2011). Nach Kenntnis der Autoren existieren in der derzeitigen veterinärmedizinischen Literatur jedoch lediglich subjektive Erfahrungsberichte zum Ausmaß der Dickenzunahme des weichen Gaumens beim brachyzephalen Hund im Vergleich zum normozephalen Hund (ohne Angaben von Dickenmesswerten oder von Referenzbereichen). Neben der chirurgischen Versorgung der zusätzlichen anatomischen Engstellen, profitieren brachyzephal Hunde mit einer ausgeprägten Gaumensegelveränderung von einer Palatoplastik im Sinne von Verkürzung und Verdünnung des Gaumensegels (Lorinson et al., 1997; Findji und Dupré, 2008) mit beschriebenen Besserungsraten der klinischen Symptomatik von bis zu 88,3 % (Poncet et al., 2006).

Ziel der vorliegenden Untersuchung war es, die anhand der rekonstruierten sagittalen CT-Bilder ermittelten Gaumensegeldicken von brachyzephalen Hunden mit den gemessenen Gaumensegeldicken von normozephalen Hunden zu vergleichen.

Unsere Hypothese war, dass der weiche Gaumen des brachyzephalen Hundes mindestens doppelt so dick ist im Vergleich zum weichen Gaumen eines normozephalen Hundes ähnlicher Gewichtsklasse.

Es wurde untersucht, inwiefern signifikante Unterschiede der Gaumensegeldicken zwischen den Gruppen nachgewiesen werden können. Des Weiteren wurde untersucht, ob es in den einzelnen Gruppen Hinweise auf einen Zusammenhang zwischen Gaumensegeldicke und Körpergewicht einerseits und zwischen Gaumensegeldicke und Geschlecht der Tiere andererseits gibt.

Material und Methoden

Tiere

Es wurden insgesamt 105 Hunde untersucht, wobei drei Gruppen von Hunden á 35 Tiere gebildet wurden: Gruppe 1 schloss Französische Bulldoggen, Gruppe 2 Mops und Gruppe 3 normozephal Hunde verschiedener Rassen ein. Die CT-Untersuchungen der Hunde aus Gruppe 1 und 2 wurden im Rahmen der Diagnostik des Brachyzephalen Atemnotsyndroms durchgeführt. Bei den Tieren aus Gruppe 3 wurde aus unterschiedlichen Gründen eine CT-Untersuchung des Kopfes durchgeführt. Keines der normozephalen Tiere aus Gruppe 3 wies eine Atemproblematik oder offensichtliche Erkrankung im Bereich des Pharynx auf.

Das Signalement der untersuchten Tiere ist der Tabelle 1 zu entnehmen. Die normozephalen Hunde waren folgenden Hunderassen zugehörig: Mischling (11), Teckel (6), Jack Russell Terrier (5), Cocker Spaniel (2), Pudel (2), Whippet (2), Beagle (2), Rehpinscher (1), Welsh Terrier (1), Scottish Terrier (1), Yorkshire Terrier (1), Deutscher Jagdterrier (1).

TABELLE 1: Signalement der untersuchten Hunde
(SD = Standardabweichung)

	Männlich	Weiblich	Alter in Monaten +/- SD	Körpergewicht in kg +/- SD
Gruppe 1 (Französische Bulldoggen)	28 (80,0 %)	7 (20,0 %)	44,9 +/- 21,7	12,7 +/- 1,9
Gruppe 2 (Möpse)	24 (68,6 %)	11 (31,4 %)	47,7 +/- 31	9,1 +/- 1,7
Gruppe 3 (Normozepale Hunde)	25 (71,4 %)	10 (28,6 %)	80 +/- 52,2	10,3 +/- 3,5

Untersuchungsablauf

Die Prämedikation erfolgte bei den brachyzephalen Tieren mit Medetomidin (5 µg/kg i. v.; Domitor®, Fa. Elanco, Bad Homburg, D) und Butorphanol (0,4 mg/kg i. m.; Alvegesic®, Fa. cp Pharma, Burgdorf, D). Die Narkose wurde mit Diazepam (0,5 mg/kg i. v.; Diazepam ratiopharm®, Fa. Ratiopharm, D), Ketamin

(3 mg/kg i. v.; Ketavet®, Fa. Pfizer Pharmacia, Berlin, D) und Propofol (1–3 mg/kg i. v.; Narcofol®, Fa. cp Pharma, Burgdorf, D) eingeleitet.

Bei den normozephalen Tieren wurde die Prämedikation mit Diazepam (0,5 mg/kg i. v.; Diazepam ratiopharm®, Fa. Ratiopharm, Ulm, D) und Atropinsulfat (0,05 mg/kg i. v.; Atropin®, Fa. Braun, Melsungen AG, D) durchgeführt. Die Narkoseeinleitung erfolgte mit Ketamin (3 mg/kg i. v.; Ketavet®, Fa. Pfizer Pharmacia, Berlin, D) und Xylazinhydrochlorid (0,3 mg/kg i. v.; Xylazin 2 %®, Albrecht GmbH, Aulendorf, D). Anschließend wurde die Anästhesie bei allen Gruppen als Inhalationsnarkose mit Isofluran (IsoFlo®, Essex Tierarznei, München, D) 1,5 % und Sauerstoff unter kontrollierter Beatmung aufrecht erhalten.

Die computertomografischen Untersuchungen wurden mit einem Mehrzeilen-Spiral-CT (PHILIPS Mx8000 Brilliance, 6-Zeilen, Philips Medizin Systeme GmbH, Hamburg, D) durchgeführt. Die CT-Untersuchung des Kopfes erfolgte in Brust-Bauch-Lage. Zur parallelen Ausrichtung des harten Gaumens zum Tisch wurde eine Lagerungshilfe zur Fixation des Oberkiefers genutzt (Abb. 1). Dies ermöglichte das freie Schweben des Gaumensegels im Oropharynx ohne Kontakt zum umliegenden Gewebe bei geöffnetem Fang. Es wurde ein Röhrenstrom von 150 mAs und eine Spannung von 120 kV bei automatischer Dosisanpassung genutzt. Die gewählte Schichtdicke betrug 1 mm bei einem Pitch von 0,6 und einem Inkrement von –0,5. Der für jeden Patienten individuell gewählte Bildausschnitt reichte vom Nasenspiegel bis zum ersten Halswirbel.

Durchführung der Messungen

Die Auswertung der CT-Bilder erfolgte in dem Bildbetrachtungs- und Verarbeitungsprogramm Philips IntelliSpace Portal® (Philips Medizin Systeme GmbH, Hamburg, D). Die Messungen wurden von einem Untersucher anhand des rekonstruierten computertomografischen Sagittalschnittes vorgenommen, wobei die exakte Rekonstruktion des Sagittalschnittes mithilfe von manueller Adjustierung in mehreren Ebenen erreicht wurde. Es kam die sogenannte Fenstertechnik zum Einsatz, das heißt, nur ein Teil des Wertebereiches der Hounsfield-Skala wurde in das sichtbare Fenster gelegt und durch die Grauwertskala zur Darstellung gebracht (Bunke, 2003). Die Auswertung erfolgte mit einer Fensterlage von 600 (Window Level) und einer Fensterbreite von 2500 (Window Width).

Die Messungen wurden an zwei definierten Lokalisationen vorgenommen. Messpunkt 1 stellte die Dicke des weichen Gaumens 1 cm kaudal des Überganges von hartem zu weichem Gaumen dar. Für die Dickenmessung wurde eine 1 cm lange Strecke entlang der dorsalen Gaumensegelkontur angelegt und auf dieser ein Lot gefällt. Die Strecke von der dorsalen zur ventralen Gaumensegelkontur ent-



ABBILDUNG 1: Patientenlagerung für die CT-Untersuchung des Kopfes, intubierter Hund in Brust-Bauch-Lage, Lagerungshilfe zur Fixation des Oberkiefers zur parallelen Ausrichtung des harten Gaumens zum Tisch.

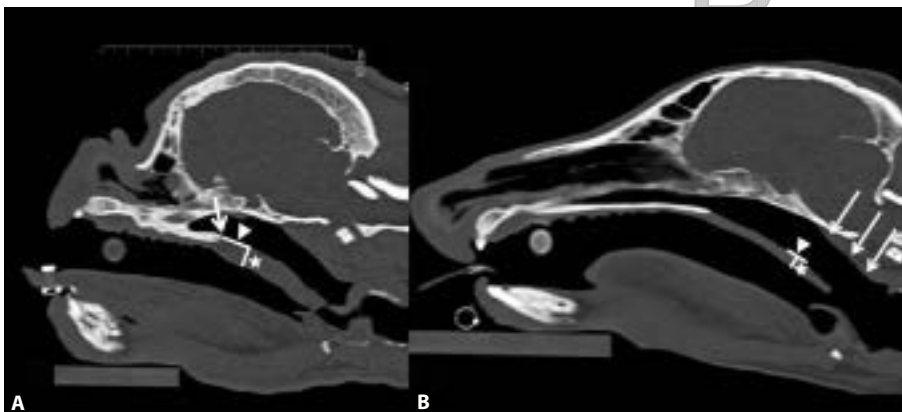


ABBILDUNG 2: Sagittal rekonstruiertes CT-Bild in der medianen Schmittebene des Kopfes eines A) brachyzephalen Hundes (Französische Bulldogge) und eines B) normozephalen Hundes (Teckel), Durchführung der Messung an Messpunkt 1 (A) und 2 (B); A) Pfeilspitze: Abmessung 1 cm kaudal des Überganges von hartem zum weichem Gaumen (weißer Pfeil); Stern: Senkrechte zur Messung der Gaumensegeldicke bei Messpunkt 1; B) Pfeilspitze: 1 cm lange Strecke im Konturverlauf des mittleren Gaumensegelanteils; Stern: Senkrechte zur Messung der Gaumensegeldicke bei Messpunkt 2; weiße Pfeile: dorsal gelegene Pharynxmuskulatur als anatomische Orientierung.

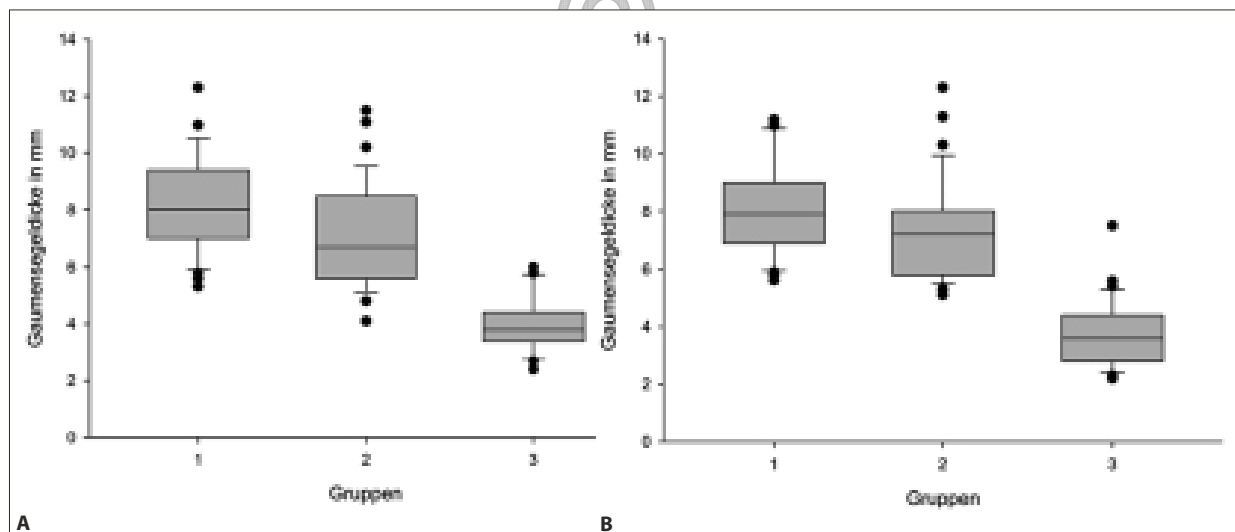


ABBILDUNG 3: Box-Plot-Diagramme für die Beurteilung der Gaumensegeldicke von Messpunkt 1 und 2 in den Gruppen 1–3; A) Diagramm für Messpunkt 1; B) Diagramm für Messpunkt 2. Die Tiere der Gruppe 1 (Französische Bulldoggen) und Gruppe 2 (Möpse) weisen an beiden Messpunkten größere Gaumensegeldicken auf im Vergleich zu den Tieren der Gruppe 3 (Normozephale).

sprach der Dicke an dieser Lokalisation (Abb. 2A). Für den Messpunkt 2 wurde der Ursprung der dorsal des weichen Gaumens gelegenen pharyngalen Muskulatur im Sagittalschnitt gewählt. Es wurde ebenfalls eine 1 cm lange Strecke entlang des dorsalen Konturverlaufes des weichen Gaumens angelegt und auf dieser ein Lot gefällt. Die Strecke von der dorsalen zur ventralen Gaumensegelkontur stellte wiederum die Dicke dar (Abb. 2B). Die Messungen erfolgten in Millimeter mit einer Dezimalstelle. Um eine Aussage zur Reliabilität des Verfahrens zu treffen, wurden bei insgesamt 18 Patienten (jeweils sechs aus jeder Gruppe) die Messungen dreimal in einem Abstand von mindestens einer Woche und maximal vier Wochen durchgeführt. Die CT-Daten wurden dafür für jede Messung aus den Rohdaten neu rekonstruiert. Zur Überprüfung der Übereinstimmung der Messwerte aus den wiederholten Messungen wurde als robustes Maß für die Standardabweichung die „mittlere absolute Abweichung vom Median“ (MAD = mean absolute deviation) bestimmt.

Die statistische Analyse erfolgte mithilfe der statistischen Software SigmaPlot 11.0 (Systat Software, USA). Bei der Testung auf Normalverteilung mithilfe des Shapiro-Wilk-Tests ergab sich keine Normalverteilung aller Daten, sodass im Weiteren nicht-parametrische Tests zur Anwendung kamen. Für die statistische Testung eines signifikanten Unterschiedes der Gaumensegeldicken im globalen Gruppenvergleich wurde der Kruskal-Wallis-Test eingesetzt. Der paarweise Gruppenvergleich erfolgte anschließend mithilfe des Mann-Whitney-U-Tests und grafisch mithilfe von Box-Plots. Die grafische Beurteilung des Zusammenhangs von Messergebnis und Körpergewicht erfolgte anhand von Streudiagrammen. Für die Untersuchung auf Zusammenhang von Messergebnis und der dichotomen Variable Geschlecht wurden Box-Plots mit anschließender Mann-Whitney-U-Testung ausgewertet.

Ergebnisse

Die ermittelten MAD-Werte für die wiederholten Messungen zur Überprüfung der Reliabilität ergaben eine sehr gute Übereinstimmung (MAD zwischen 0 und 0,1) (Tab. 2).

Der Median der ermittelten Gaumensegeldicke in Gruppe 1 (Französische Bulldoggen) betrug für den ersten Messpunkt 8,0 mm (max. 12,3 mm, min. 5,3 mm) und für den zweiten Messpunkt 7,9 mm (max. 11,2 mm, min. 5,6 mm). In Gruppe 2 (Möpse) konnte ein Median von 6,9 mm für den ersten (max. 11,5 mm, min. 4,1 mm) und 7,2 mm für den zweiten Messpunkt (max. 12,3 mm, min. 5,1 mm) ermittelt werden. In Gruppe 3 (Normozephale Hunde) betrug der Median für den ersten Mess-

TABELLE 2: Ergebnisse der Mean Absolute Deviation (MAD)-Berechnung für jeweils sechs Hunde aus jeder Gruppe in mm; M1 = Messpunkt 1, M2 = Messpunkt 2

Gruppe	Patient	MAD M1	MAD M2
1	1	0,1	0,1
	2	0	0,1
	3	0	0,1
	4	0,1	0
	5	0,1	0,1
	6	0,1	0
2	1	0	0
	2	0	0,1
	3	0,1	0
	4	0,1	0,1
	5	0,1	0,1
	6	0,1	0,1
3	1	0,1	0
	2	0,1	0
	3	0,1	0,1
	4	0	0,1
	5	0	0
	6	0,1	0

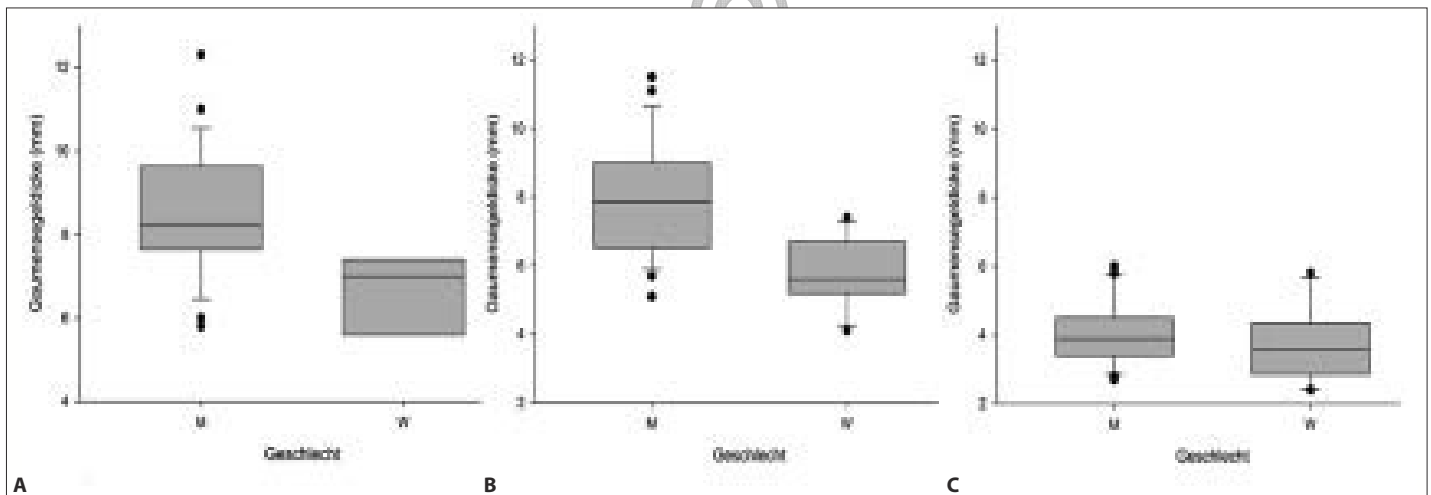


ABBILDUNG 4: Box-Plot-Diagramme für die Beurteilung des Zusammenhangs von Gaumensegeldicke und Geschlecht in den Gruppen 1–3, m = männlich, w = weiblich. A) Diagramm für Gruppe 1 (Französische Bulldoggen): Die männlichen Tiere in dieser Gruppe weisen größere Gaumensegeldicken auf im Vergleich zu den weiblichen Tieren. B) Diagramm für Gruppe 2 (Möpse): Die männlichen Tiere in dieser Gruppe weisen größere Gaumensegeldicken auf im Vergleich zu den weiblichen Tieren. C) Diagramm für Gruppe 3 (Normozephalie): Kein deutlicher Unterschied in der Gaumensegeldicke zwischen männlichen und weiblichen Tieren ersichtlich.

punkt 3,8 mm (max. 5,8, min. 2,8) und für den zweiten Messpunkt 3,6 mm (max. 7,5 mm, min. 2,2 mm) (Abb. 3).

Die globale Testung auf einen Gruppenunterschied mithilfe des Kruskal-Wallis-Test ergab einen statistisch signifikanten Unterschied ($p < 0,001$).

Im paarweisen Gruppenvergleich ergaben sich im Vergleich der brachyzephalen Gruppen 1 und 2 mit der Gruppe der normozephalen Tiere signifikante Unterschiede ($p < 0,001$). Der Vergleich der Gruppe der Französischen Bulldoggen (Gruppe 1) mit der Gruppe der Möpse (Gruppe 2) zeigte einen signifikanten Unterschied für den Messpunkt 1 ($p = 0,014$), jedoch keinen signifikanten Unterschied für den Messpunkt 2 ($p = 0,995$).

Die grafische Auswertung der Streudiagramme zu den Messergebnissen und dem Parameter Körpergewicht ergab bei allen Gruppen für alle Messpunkte eine deutlich unstrukturierte Punktwolke, sodass von keinem Zusammenhang zwischen der Gaumensegeldicke und der Variablen Körpergewicht auszugehen ist. Im Unterschied dazu zeigt sich im Box-Plot-Diagramm für die Beurteilung des Zusammenhangs von Gaumensegeldicke und Geschlecht ein Effekt innerhalb der Gruppen 1 und 2, nicht aber in der Gruppe 3 (Abb. 4). Dabei wiesen die männlichen Tiere der Gruppe 1 und 2 dickere Gaumensegel auf im Vergleich zu den weiblichen Tieren. Im Anschluss wurde dieser Effekt mithilfe des Mann-Whitney-U-Tests überprüft. Dieser ergab einen statistisch signifikanten Unterschied der Gaumensegeldicke für alle Messpunkte zwischen männlichen und weiblichen Tieren innerhalb der Gruppe 1 und 2 und keinen statistisch signifikanten Unterschied der Dicke für alle Messpunkte zwischen männlichen und weiblichen Tieren der Gruppe 3.

Diskussion

Das Auftreten eines verdickten Gaumensegels wird in der Literatur als charakteristisches Merkmal des brachyzephalen Hundes beschrieben, das via CT oder Endoskopie nachweisbar ist (Pépin et al., 1999; Findji und

Dupré, 2008; Grand und Bureau, 2011). Die Dickenzunahme kann hierbei beträchtliche Ausmaße annehmen, wobei diese Beobachtungen in der bisherigen veterinärmedizinischen Literatur eher subjektiver Natur sind (Oechtering et al., 2008). In der anatomischen Beschreibung des Oropharynx von Evans und de Lahunta wird angegeben, dass der weiche Gaumen eines Hundes normalerweise 6 cm lang, 3 cm breit und 0,5 mm dick sei, wobei auch hier keine Angaben zum Ausmaß der Gaumensegeldicke bei brachyzephalen Hunderassen gemacht werden (Evans und de Lahunta, 2013). In der vorliegenden Studie liegt der Median der Gaumensegeldicke bei den Tieren der normozephalen Gruppe mit 3,8 mm für Messpunkt 1 und 3,6 mm für Messpunkt 2 leicht unter diesen in der Literatur angegebenen Werten. Betrachtet man die maximal und minimal gemessenen Dickenwerte der einzelnen Gruppen der vorliegenden Studie (Abb. 3), so fällt auf, dass vor allem bei den brachyzephalen Hunden eine weite Spanne an Messwerten zu verzeichnen war. So waren vereinzelt auch Gaumensegeldicken im Bereich von 5 mm vorzufinden – eine Gaumensegeldicke, die auch teilweise bei den normozephalen Hunden anzutreffen war. Zur Untersuchung eines möglichen Einflusses von Parametern wie Körpergewicht und Geschlecht auf die Dicke des weichen Gaumens wurde eine grafische Auswertung der Messergebnisse in Relation zum Körpergewicht der Tiere ergab eine unstrukturierte Punktwolke, sodass es keinen Hinweis auf einen Zusammenhang zwischen Gaumensegeldicke und Körpergewicht gibt. Dies war für die Autoren insofern überraschend, da erfahrungsgemäß übergewichtige Tiere eine ausgeprägte pharyngale Weichteilhyperplasie aufweisen. Es ist bekannt, dass akute Atemnotprobleme durch Übergewicht verschlimmert werden können (Fasanella et al., 2010), sodass eine Säule der konservativen bzw. begleitenden Therapie des Brachyzephalen Atemnotsyndroms die Gewichtsreduktion bei übergewichtigen Tieren darstellt (Riecks et al., 2007). In der Studie von Trappler und Moore konnte kein Zusammenhang zwischen Körpergewicht und Schwere-

grad der klinischen Symptomatik nachgewiesen werden, wobei dies aber ebenfalls der klinischen Beobachtung der Studienautoren Trappler und Moore widerspricht (Trappler und Moore, 2011). Das Idealgewicht für Französische Bulldoggen wird nach dem FCI-Standard Nr. 101 (2014) mit 9–14 kg für männliche Tiere und 8–13 kg für weibliche Tiere angegeben. Geht man von davon aus, dass man bei Überschreitung des Idealgewichts um mehr als 15 % von Übergewicht spricht (Gosselin et al., 2007), so traf dies in der vorliegenden Studie nur für zwei von 35 Französischen Bulldoggen zu. Im Gegensatz dazu handelte es sich bei den Möpsen der Gruppe 2, mit einem angegebenen Idealgewicht nach FCI-Standard Nr. 253 (2011) von 6,3–8,1 kg, bei 16 von 35 Möpsen um übergewichtige Tiere. Dieses Ergebnis entspricht den klinischen Erfahrungen der Autoren insofern, dass die mit Atemnotsymptomatik vorgestellten Möpse im Vergleich zu den Französischen Bulldoggen häufiger unter Adipositas leiden. Eine Limitation der Studie ist der nicht erhobene Body Condition Score (BCS), der als adrektorische und palpatorische Methode eine Abschätzung der oberflächlich liegenden Fettdepots unabhängig von der individuellen Tiergröße ermöglicht. Es ist denkbar, dass ein erhöhter BCS mit einer vermehrten Gaumensegeldicke einhergehen könnte. Für den Menschen ist diesbezüglich bekannt, dass es bei Adipositas zu vermehrter Fetteinlagerung in submuköses Gewebe (Welch et al., 2002; Lauterbach, 2010) und speziell auch im Gaumensegel kommt (Cuccia et al., 2007), sodass Übergewicht als wichtigster prädisponierender Faktor für die Entwicklung eines „Obstruktiven Schlafapnoe Syndroms“ (OSAS) gilt (Kapsimalis und Kryger, 2002). Die anatomischen Abnormalitäten und Symptome des brachyzephalen Hundes mit Atemnotsymptomatik ähneln dem OSAS des Menschen (Hendricks et al., 1987; Planellas et al., 2012). In reseziertem palatinalen Weichteilgewebe dieser Patienten zeigt sich ebenfalls eine vergleichsweise erhöhte Muskel- und Fettmasse (Stauffer et al., 1989; Petrof et al., 1994) sowie – vergleichbar zu den histologischen Untersuchungsergebnissen des brachyzephalen Gaumensegels – alternierend atrophe und hypertrophe Muskelfasern (Edström et al., 1992). Die Zunahme der Gaumensegeldicke führt zu einer Querschnittsreduktion des retropalatinalen Luftweges. Die unzureichende Anhebung des verdickten weichen Gaumens während des Schlafes führt bei den Patienten zu einer zusätzlichen Verminderung des retropalatinalen Luftwegkalibers und wird als wichtiger Faktor für die Pathogenese des Syndroms angesehen (Amis et al., 1999). Faktoren die den Querschnitt der oberen Atemwege reduzieren, führen nach dem Gesetz von Bernoulli zum erhöhten inspiratorischen Druck, der wiederum in einem verstärkten Kollaps der pharyngealen Atemwege bis hin zum temporären inspiratorischen Verschluss der Atemwege resultieren kann (Lauterbach, 2010). Der erhöhte Widerstand und die Vibration des Weichteilgewebes im Oropharynx führen zum charakteristischen Schnarchgeräusch und machen einen erhöhten intrathorakalen negativen Druck zur Widerstandsüberwindung im Oropharynx notwendig (Widdicombe und Davies, 1988). Ein Therapieansatz des OSAS stellt daher unter anderem die chirurgische Weichgaumenvolumenreduktion im Sinne einer Uvulopalatopharyngoplastik mit Tonsillektomie, Laser-assistierte Uvulopalatoplastik oder Radiofrequenzchirurgie dar (Ryan et al., 1991; Stuck et al., 2002; Lauterbach, 2010). In der Studie von Welch et al. führte

eine alleinige Gewichtsreduktion bei betroffenen, übergewichtigen Patienten zu einem signifikant verbesserten Luftwegsvolumen durch pharyngale Weichteilvolumenreduktion, die mithilfe der MRT volumetrisch nachgewiesen werden konnte (Welch et al., 2002). Es existieren keine vergleichbaren veterinärmedizinischen Studien; ein ähnliches Ergebnis kann für den übergewichtigen brachyzephalen Hund mit Atemnotsymptomatik jedoch vermutet werden.

Die Auswertung der Box-Plots und des Mann-Whitney-U-Tests zur Untersuchung eines Zusammenhanges zwischen Geschlecht der Tiere und Dicke des Gaumensegels ergab einen statistisch signifikanten Unterschied der Gaumensegeldicke zwischen männlichen und weiblichen Tiere der Gruppen 1 und 2. Es ist ersichtlich, dass die männlichen Tiere der brachyzephalen Hunde in der vorliegenden Studie ein vergleichsweise dickeres Gaumensegel aufwiesen. Für die Gruppe 3 der normozephalen Hunde war kein deutlicher Effekt nachweisbar. Riecks et al. und Grand und Bureau berichten in ihren Studien ebenfalls davon, dass männliche Tiere mit Brachyzepalem Atemnotsyndrom signifikant dickere Gaumensegel aufwiesen im Vergleich zu den weiblichen brachyzephalen Tieren (Riecks et al., 2007; Grand und Bureau, 2011). Ferner ist bekannt, dass vorgestellte Tiere mit Brachyzephaler Atemnotsymptomatik im Allgemeinen vermehrt männlichen Geschlechts sind (Poncet et al., 2006; Riecks et al., 2007; Fasanella et al., 2010; Trappler und Moore, 2011; Planellas et al., 2012). So handelt es sich auch in der vorliegenden Studie bei 80 % der untersuchten Französischen Bulldoggen der Gruppe 1 und bei 68,6 % der untersuchten Möpse der Gruppe 2 um männliche Tiere. Auch für den Menschen ist bekannt, dass männliche Individuen ein dickeres Gaumensegel im Vergleich zu Frauen aufweisen (Kapsimalis und Kryger, 2002; Shankar et al., 2014). Das größere Gaumensegelvolumen des Mannes und die Tatsache, dass es bei bestehendem Übergewicht im Vergleich zur Frau zu einer vermehrten lokalen Fetteinlagerung in den weichen Gaumen kommt, führt unter anderem dazu, dass männliche Individuen verstärkt vom OSAS betroffen sind. Weiterhin spielen die stärkere Kollapsneigung des männlichen Pharynx und die durch Testosteron (im Vergleich zum Progesteron) verminderte Aktivitätserhöhung der dilatatorischen Atemwegsmuskeln bei Hyperkapnie und Hypoxie eine Rolle (Kapsimalis und Kryger, 2002). Eine ähnliche Pathogenese ist beim männlichen brachyzephalen Hund denkbar, jedoch bisher in der zugänglichen veterinärmedizinischen Literatur nicht beschrieben.

Interessant wäre die Untersuchung des Zusammenhanges zwischen Alter der Tiere und Dicke des Gaumensegels gewesen. In der vorliegenden Untersuchung lag ein sehr kleines Spektrum an durchschnittlichem Alter der untersuchten brachyzephalen Hunde mit 45 (Gruppe 1) bzw. 48 Monaten (Gruppe 2) mit einer Standardabweichung von 21 bzw. 31 Monaten vor, sodass nur sehr eingeschränkt Aussagen zur genannten Fragestellung getroffen werden könnten. Dieses junge Alter bei Vorstellung der Tiere zur Diagnostik und Therapie ihrer Atemnotsymptomatik ist übereinstimmend mit Angaben aus der Literatur (Torrez und Hunt, 2006; Riecks et al., 2007; Fasanella et al., 2010). Poncet et al. geben sogar ein mittleres Alter von 29,5 Monaten an (Poncet et al., 2006). Fasanella et al. und Planellas et al. berichten davon, dass 71–76 % der vorgestellten Tiere in

ihren Studien jünger als drei Jahre waren (Fasanella et al., 2010; Planellas et al., 2012).

Eine Limitation der vorliegenden Studie ist die Tatsache, dass die computertomografisch ermittelten Gaumensegeldicken der Patienten durch kein weiteres bildgebendes Verfahren oder pathologische Untersuchung des Organs bestätigt wurden. Die CT-Untersuchung dient jedoch sowohl in der Veterinär- als auch in der Humanmedizin als gängiges bildgebendes Verfahren zur subjektiven Beurteilung und Vermessung von Pharynx und Gaumensegel (Avrahami et al., 1996; Caballero et al., 1998; Findji und Dupré, 2008). Da es sich bei den Tieren der vorliegenden Studie um Patienten handelte, die im Rahmen ihrer weiterführenden Diagnostik mit anschließender Therapie eine CT-Untersuchung erhielten, wurde von einer Verlängerung der Narkose für weitere Untersuchungsverfahren aus Tierschutzgründen verzichtet. Entscheidend für die Auswertung der CT-Bilder ist eine standardisierte Lagerung der Tiere, die durch Verwendung einer Fixationshilfe zum Einhängen des Oberkiefers erreicht wurde. Dies ermöglichte eine Beurteilung des frei schwebenden Gaumensegels bei geöffnetem Maul, welches eine gute Abgrenzung des von Luft umgebenden Gaumenweichteilgewebes ermöglicht (Laurenson et al., 2011). Wenn auch eine Beurteilung von oropharyngealen Strukturen idealerweise ohne Tubus erfolgen sollte (Findji und Dupré, 2008), so wurde die Intubation der Patienten aus Sicherheitsgründen belassen. Infolge der durchgeführten Lagerung, mit daraus resultierendem geöffnetem Fang, wurde bei der Auswertung der CT-Bilder kein Kontakt zwischen Tubus und der zu vermessenden Gaumensegelregion festgestellt, sodass der Tubus kein Hindernis bei der Auswertung der CT-Bilder darstellte. Für die Begutachtung der CT-Bilder wurde eine Fensterlage von 600 (WL) und einer Fensterbreite von 2500 (WW) genutzt, die der Darstellung von großen Schwächungsunterschieden dienen und sich für die Beurteilung der von Luft umgebenden Weichteilstrukturen eignen (Schwarz und Saunders, 2011). Es ist zu berücksichtigen, dass die Wahl der Fensterung die Messergebnisse beeinflussen kann (Young et al., 2007).

Die zwei Lokalisationen zur Gaumensegeldickenvermessung (Messpunkt 1 und 2) wurden gewählt, da es sich um zwei reproduzierbare Orientierungspunkte handelt, die aufgrund des charakteristischen Überganges von hartem zu weichem Gaumen und dem dorsal gut nachvollziehbaren Ursprung der dorsalen Pharynxmuskulatur leicht aufzufinden sind. Wenn auch ein dritter Messpunkt weiter kaudal zur Beurteilung der Dicke im kaudalen Gaumensegelanteil wünschenswert gewesen wäre, so entfiel er aufgrund des Mangels an Orientierungspunkten in dieser Region. Eine weitere Limitation der Studie stellt die Tatsache dar, dass die Daten von lediglich einer Person erhoben wurden und damit kein interobserver-Vergleich möglich war. Die Verlässlichkeit (Reliabilität) der Dickenmessung im CT wurde entsprechend der Beobachtungen aus vorangegangenen Studien (Köhler et al., 2014) erneut bei 18 Tieren mithilfe der MAD-Beurteilung bestätigt.

In der vorliegenden Untersuchung handelte es sich bei den brachyzephalen Hunden ausnahmslos um Tiere mit einer deutlichen Atemnotsymptomatik, die einer weiterführende Diagnostik und Therapie bedurfte. Somit erfolgte eine gewisse Vorselektion der Grundgesamtheit, die in der Beurteilung der Ergebnisse berücksichtigt werden muss. Insofern können die Ergebnisse nicht

auf brachyzepale Hunde ohne bzw. mit wenig ausgeprägter Atemnotsymptomatik übertragen werden, da diese womöglich eine weniger starke pharyngale Weichteilhyperplasie aufweisen.

Obgleich darauf geachtet wurde, dass die Vergleichsgruppe aus Hunden bestand, die ein zu Möpsen und Französischen Bulldoggen vergleichbares Körpergewicht und keine klinische Anzeichen einer Brachyzephalie aufwiesen, ist die Zusammensetzung der Vergleichsgruppe als heterogen zu bezeichnen. In der vorliegenden veterinärmedizinischen Literatur herrscht Uneinigkeit zwischen den Autoren bezüglich der eindeutigen Zuordnung von Hunderassen mit betroffener Brachyzephalie. Als typische Vertreter werden überwiegend die Englische und Französische Bulldogge, der Boston Terrier, der Mops, Pekinese und der Shi Tzu genannt (Hendricks, 1992; de Lorenzi et al., 2009). Uneinigkeit herrscht beispielsweise für den Yorkshire Terrier, der im Gegensatz zu vielen anderen Autoren von Koch et al. zu den brachyzephalen Hunderassen gezählt wird (Koch et al., 2003).

Die selektive Zucht auf übertriebene Merkmale führt beim brachyzephalen Hund zu Missbildungen, die bekanntermaßen die Gesundheit und das Wohlbefinden der Tiere erheblich einschränken. Verantwortlich für diese Situation sind die von den Zuchtorganisationen festgelegten Standards, die teilweise die Ausbildung extremer Körpermerkmale erfordern, die wiederum zu Leiden der Tiere führen und somit als Qualzuchten angesehen werden müssen (Busch, 2013). Ziel sollte eine konsequente Überarbeitung der Zuchtstandards in Kombination mit unabhängigen und fachkundigen Qualitätskontrollen sein (Oechtering, 2010; Busch, 2013). Bis dahin profitieren betroffene Hunde neben der chirurgischen Versorgung der zusätzlichen anatomischen Engstellen von chirurgischen Kürzungen und Volumenreduktionen des weichen Gaumens in Kombination mit Tonsillektomien (Lorinson et al., 1997; Findji und Dupré 2008).

Conflict of interest

Die Autoren erklären, dass keinerlei Interessenkonflikte bestehen.

Literatur

- Amis TC, Kurpershoek C (1986):** Pattern of breathing in brachycephalic dogs. *Am J Vet Res* 47: 2200–2204.
- Amis TC, O'Neill N, Wheatley JR, van der Touw T, di Somma E, Brancatisano A (1999):** Soft palate muscle responses to negative upper airway pressure. *J Appl Physiol* 86: 523–530.
- Avrahami E, Solomonovich A, Englander M (1996):** Axial CT measurements of the cross-sectional area of the oropharynx in adults with obstructive sleep apnea syndrome. *Am J Neuroradiol* 17: 1107–1111.
- Biewener AA, Soghikian GW, Crompton AW (1985):** Regulation of respiratory airflow during panting and feeding in the dog. *Respir Physiol* 61: 185–195.
- Bunke J (2003):** Physikalisch-technische Prinzipien der Bilderzeugung. In: Freyschmidt J, *Handbuch diagnostische Radiologie: Strahlenphysik, Strahlenbiologie, Strahlenschutz*. Springer, Berlin, Heidelberg. 90.

- Busch B (2013):** Qualzuchten beim Hund. Deutsches Tierärzteblatt 1: 12–17.
- Caballero P, Alvarez-Sala R, Garcia-Rio F, Prados C, Hernán MA, Villamor J, Alvarez-Sala JL (1998):** CT in the evaluation of the upper airway in healthy subjects and in patients with obstructive sleep apnea syndrome. *Chest* 113: 111–116.
- Cuccia AM, Campisi G, Gannavale R, Colella G (2007):** Obesity and craniofacial variables in subjects with obstructive sleep apnea syndrome: comparisons of cephalometric values. *Head Face Med* 22(3): 41.
- De Lorenzi D, Bertoncetto D, Drigo M (2009):** Bronchial abnormalities found in a consecutive series of 40 brachycephalic dogs. *J Am Vet Med Assoc* 235: 835–840.
- Dunié-Mérigot A, Bouvy B, Poncet C (2010):** Comparative use of CO₂ laser, diode laser and monopolar electrocautery for resection of the soft palate in dogs with brachycephalic airway obstructive syndrome. *Vet Rec* 167: 700–704.
- Edström L, Larsson H, Larsson L (1992):** Neurogenic effects on the palatopharyngeal muscle in patients with obstructive sleep apnea: a muscle biopsy study. *J Neurol, Neurosurg and Psychiatry* 55: 916–920.
- Evans H, e Lahunta A (2013):** The digestive apparatus and abdomen. In: Miller's anatomy of the dog. Elsevier, Missouri, 283.
- Fasanella FJ, Shivley JM, Wardlaw JL, Givaruangsawat S (2010):** Brachycephalic airway obstructive syndrome in dogs: 90 cases (1991–2008). *J Am Vet Med Assoc* 237(9): 2008–2011.
- Findji L, Dupré G (2008):** Folded flap palatoplasty for treatment of elongated soft palates in 55 dogs. *Wien Tierärztl Mschr* 95, 1: 56–63.
- Gossellin J, Wren J, Sunderland SJ (2007):** Canine obesity – an overview. *J Vet Pharmacol Therap* 30: 1–10.
- Grand JG, Bureau S (2011):** Structural characteristics of the soft palate and meatus nasopharyngeus in brachycephalic and non-brachycephalic dogs analysed by CT. *J Small Anim Pract* 52: 232–239.
- Hayes GM, Friend EJ, Jeffery ND (2010):** Relationship between pharyngeal conformation and otitis media with effusion in Cavalier King Charles Spaniels. *Vet Rec* 167: 55–58.
- Hendricks JC, Kline LR, Kovalski RJ, O'Brien JA, Morrison AR, Pack AI (1987):** The English Bulldog: a natural model of sleep-disordered breathing. *J Appl Physiol* 63: 1344–1350.
- Hendricks JC (1992):** Brachycephalic airway syndrome. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 22: 1145–1152.
- Kapsimalis F, Kryger MH (2002):** Gender and obstructive sleep apnea syndrome, part 2: mechanisms. *Sleep* 25: 499–506.
- Koch DA, Arnold S, Hubler M, Montavon P (2003):** Brachycephalic syndrome in dogs. *Compend Cont Educ Pract Vet* 25(1): 48–55.
- Kogo M, Tanaka S, Ishii S, Hamaguchi M, Iida S, Matsuya T (1997):** Activities of superior pharyngeal constrictor and levator veli palatini muscles related to respiration in dogs. *Cleft-Palate Craniofac J* 34(4): 338–341.
- Köhler C, Alef M, Eberhardt F, Oechtering G, Kiefer I (2014):** Sonographische Messung der Gaumensegeldicke beim Hund im Vergleich zur computertomographischen Messung. *Tierärztl Praxis* 42: 1–9.
- Kurimoto T (1989):** Role of the soft palate in respiration: an electromyographic study in the dog. *Ossaka Daigaku Shigaku Zasshi* 34(1): 240–254.
- Laurenson MP, Zwingenberger AL, Cissell DD, Johnson LR, McPeters MJ, Spriet MP, Taylor SL, Pollard RE (2011):** Computed tomography of the pharynx in a closed vs. open mouth position. *Vet Radiol Ultrasound* 52: 357–361.
- Lauterbach J (2010):** Korrelation zwischen Kieferfehlstellungen und obstruktivem Schlafapnoe-Hypopnoe-Syndrom anhand cephalometrischer Untersuchungen und Diagnostik des Schlaflabors. Rostock, Universität Rostock, Diss.
- Lorinson D, Bright RM, White RAS (1997):** Brachycephalic airway obstruction syndrome: a review of 118 cases. *Canine Practice* 22: 18–21.
- Martin V (2012):** Aussagekraft eines Belastungstests für Möpse bezüglich mit dem brachycephalen Atemnotsyndrom assoziierter Probleme. München, LMU, veterinärmedizinische Fak., Diss.
- Oechtering TH, Oechtering GU, Nöller C (2007):** Strukturelle Besonderheiten der Nase brachycephaler Hunderassen in der Computertomographie. *Tierärztl Praxis* 35: 177–187.
- Oechtering G, Hueber J, Nöller C (2008):** New aspects of brachycephalic in dogs and cats. Options: Treatment modalities. In *ACVIM Forum*. San Antonio, Texas, USA.
- Oechtering G (2010):** Das Brachycephalensyndrom – Neue Informationen zu einer alten Erbkrankheit. *Vet Focus* 20(2): 2–9.
- Pépin JL, Veale D, Ferretti GR, Mayer P, Lévy PA (1999):** Obstructive sleep apnea syndrome: hooked appearance of the soft palate in awake patients – cephalometric and CT findings. *Radiology* 210: 163–170.
- Petrof BJ, Pack AI, Kelly AM, Eby J, Hendricks JC (1994):** Pharyngeal myopathy of loaded upper airway in dogs with sleep apnea. *J Appl Physiol* 76: 1746–1752.
- Pichetto M, Arrighi S, Roccabianca P, Romussi S (2011):** The anatomy of the dog soft palate II. Histological evaluation of the caudal soft palate in brachycephalic breeds with grade I brachycephalic airway obstructive syndrome. *Anat Rec* 294(7): 1267–1272.
- Planellas M, Cuenca R, Tabar MD, Bertolani C, Poncet C, Closa JM, Pastor J (2012):** Evaluation of C-reactive protein, Haptoglobin and cardiac Troponin I levels in brachycephalic dogs with upper airway obstructive syndrome. *BMC Vet Res* 31(8): 152.
- Poncet CM, Dupre GP, Freiche VG, Bouvy BM (2006):** Long-term results of upper respiratory syndrome surgery and gastrointestinal tract medical treatment in 51 brachycephalic dogs. *J Small Anim Pract* 47: 137–142.
- Riecks TW, Birchard SJ, Stephens JA (2007):** Surgical correction of brachycephalic syndrome in dogs: 62 cases (1991–2004). *J Am Vet Med Assoc* 230(9): 1324–1328.

- Roedler FS, Pohl S, Oechtering GU (2013):** How does severe brachycephaly affect dog's lives? Results of a structured preoperative owner questionnaire. *Vet J* 198(3): 606–610.
- Ryan CF, Lowe AA, Li D, Fleetham JA (1991):** Three-dimensional upper airway computed tomography in obstructive sleep apnea. A prospective study in patients treated by uvulopalatopharyngoplasty. *Am Rev Respir Dis* 144(4): 939–944.
- Schwarz T, Saunders J (2011):** CT Acquisition Principles. In: *Veterinary Computed Tomography*. Wiley-Blackwell, 33.
- Shankar VN, Hedge K, Ashwini NS, Praveena V, Ravi Prakash SM (2014):** Morphometric evaluation of soft palate in oral submucous fibrosis—a digital cephalometric study. *J Craniomaxillofac Surg* 42(1): 48–52.
- Stauffer JL, Buick MK, Bixler EO, Sharkey FE, Abt AB, Manders EK, Kales A, Cadieux RJ, Barry JD, Zwillich CW (1989):** Morphology of the uvula in obstructive sleep apnea. *Am Rev Respir Dis* 140: 724–728.
- Stuck BA, Maurer JT, Verse T, Hörmann K (2002):** Diagnostik und Therapie des primären Schnarchens. *Dtsch Arztebl* 99(11): 710–717.
- Torrez CV, Hunt GB (2006):** Results of surgical correction of abnormalities associated with brachycephalic airway obstruction syndrome in dogs in Australia. *J Small Anim Pract* 47: 150–154.
- Trappler M, Moore K (2011):** Canine brachycephalic airway syndrome: surgical management. *Compend Contin Educ Vet* 33, 5: E1–E8.
- Venker-van Haagen AJ (2006):** Angeborene Missbildungen und Erkrankungen des Pharynx. In: *HNO bei Hund und Katze*. Schlütersche, Hannover, 99.
- Welch KC, Foster GD, Ritter CT, Wadden TA, Arens R, Maislin G, Schwab JR (2002):** A novel volumetric magnetic resonance imaging paradigm to study upper airway anatomy. *Sleep* 25: 532–542.
- Widdicombe JG, Davies A (1988):** Upper airways resistance and snoring in anaesthetized dogs. *Eur Respir J* 1(9): 779–784.
- Wykes PM (1991):** Brachycephalic airway obstructive syndrome. *Probl Vet Med* 3(2): 188–197.
- Young B, Fletcher F, Paulsen S, Booya F, Johnson C, Johnson K, Mandrekar J (2007):** Polyp measurements with CT colonography: multiple-reader, multiple-workstation comparison. *Am J Roentgenol* 188(1): 122–129.

Korrespondenzadresse:

Dr. Claudia Köhler
 Klinik für Kleintiere
 Veterinärmedizinische Fakultät
 Universität Leipzig
 An den Tierkliniken 23
 04103 Leipzig
 koehler@kleintierklinik.uni-leipzig.de