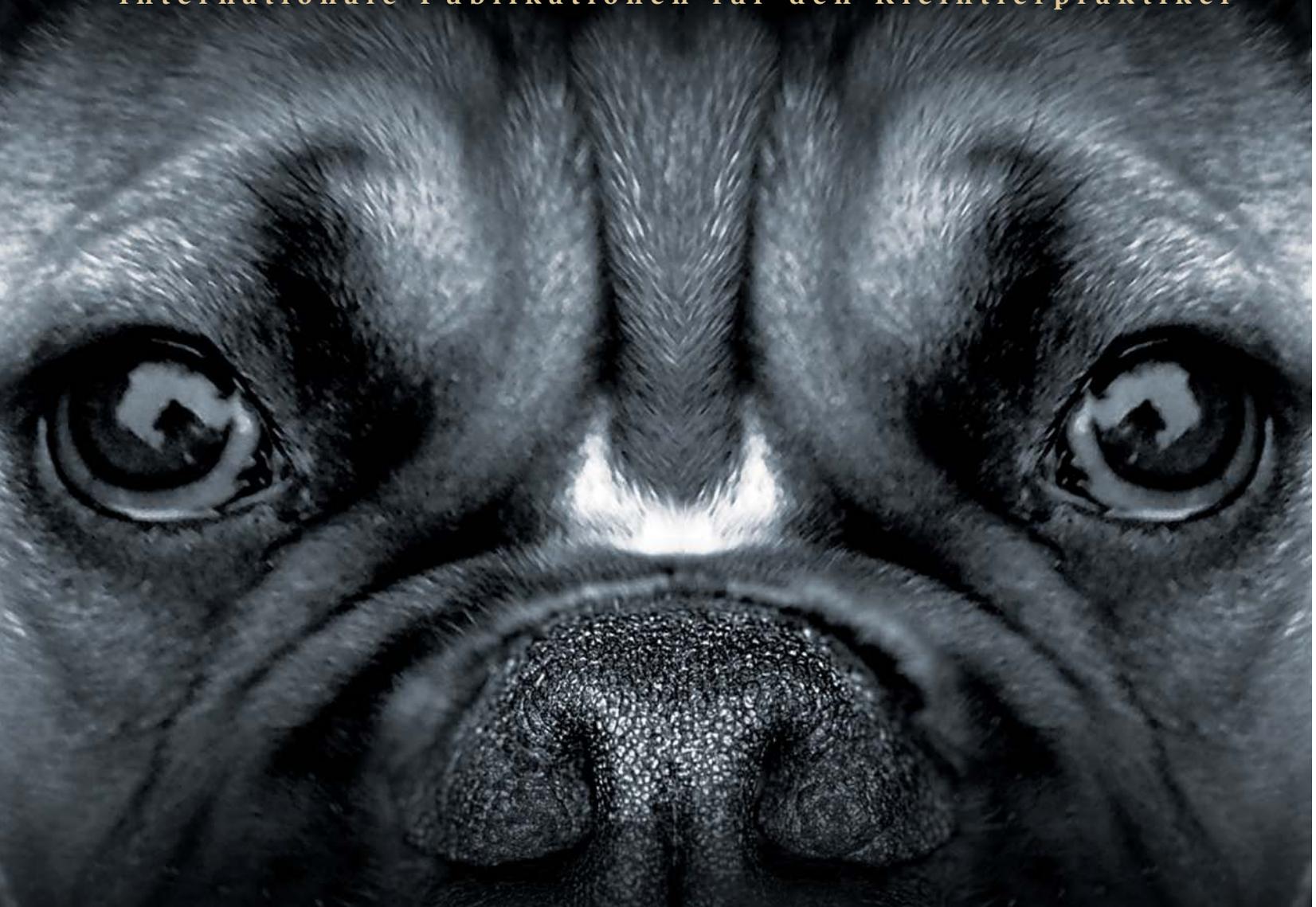


VETERINARY focus

#20.2
2010 - 10\$/10€

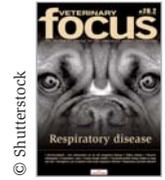
Internationale Publikationen für den Kleintierpraktiker



Erkrankungen der Atemwege

• Das Brachyzephalensyndrom – Neue Informationen zu einer alten Erbkrankheit • Felines Asthma • Thoraxröntgen bei Atemwegspatienten • Mykotische Rhinitis beim Hund • Tracheobronchiale Fremdkörper bei Hunden und Katzen • Notfallbehandlung bei akuter Atemnot • Parasitosen der Atemwege

Diese Ausgabe des Veterinary Focus erscheint in folgenden Sprachen: Englisch, Französisch, Deutsch, Chinesisch, Italienisch, Polnisch, Portugiesisch, Spanisch, Japanisch, Griechisch und Russisch.



EDITORIAL



Das Atmungssystem von Katze und Hund ist wie so viele andere Körpersysteme bei Säugetieren eine komplexe, aber wundervolle Maschine. Von den äußeren Nares, die mit der Umwelt interagieren, bis hin zu den tiefsten Bereichen des Lungengewebes, das für einen Gasaustausch zwischen den mikroskopisch kleinen Alveolen und den winzigen Blutkapillaren sorgt, bilden die einzelnen Organe und Gewebe ein komplexes Ganzes, das nicht nur die Atmung ermöglicht, sondern auch für die Lautbildung, die Temperaturregulation und den Geruchssinn zuständig ist.

Die korrekte Funktion dieses Systems sieht sich jedoch zahlreichen Herausforderungen ausgesetzt. Hierzu zählen verschiedenste Prädispositionen durch die Art der Zuchtauslese oder die Lebensweise, die Umweltsituation oder Infektionserreger, Traumata, altersbedingte Probleme oder auch Probleme unbekannter Ätiologie.

Von den brachyzephalen Strukturen der Nase bei bestimmten Hunde- und Katzenrassen bis hin zu invasiven Parasiten, die tief im Lungenparenchym leben, begegnet der Tierarzt einer großen Vielfalt an klinischen Symptomen und Erkrankungen, die es zu diagnostizieren und zu behandeln gilt. In dieser neuesten Ausgabe des Veterinary FOCUS möchten wir verschiedene Aspekte des Atmungssystems in einer Reihe von Artikeln vorstellen, die allen Kleintierpraktikern zur Auffrischung ihres Wissens und als Anregung zur Weiterbildung dienen sollen.

*Ewan McNeill
Chefredakteur*

INHALT

Das Brachyzephalensyndrom – Neue Informationen zu einer alten Erbkrankheit	S. 02
<i>Gerhard Oechtering</i>	
Felines Asthma	S. 10
<i>Germán Santamarina Pernas</i>	
Thoraxröntgen bei Atemwegspatienten	S. 18
<i>Roberto Bussadori und Rodrigo Paiva</i>	
Mykotische Rhinitis beim Hund	S. 25
<i>Martin Sullivan</i>	
Tracheobronchiale Fremdkörper bei Hunden und Katzen	S. 30
<i>Mike Stafford Johnson</i>	
Notfallbehandlung bei akuter Atemnot	S. 36
<i>Lesley King und Dana Clarke</i>	
Parasitosen der Atemwege	S. 44
<i>Gabriela Pérez Tort</i>	

Veterinary Focus, Vol 20 n°2 - 2010

Die aktuellsten Ausgaben des Veterinary Focus finden Sie auf der IVIS-Website: www.ivis.org

Redaktioneller Beirat

- Dr. Denise A. Elliott, BVSc (Hons), PhD, Dipl. ACVIM, Dipl. ACVN Scientific Communications, Royal Canin, USA
- Dr. Philippe Marniquet, DVM, Publishing & Scientific Events Manager, Royal Canin, Frankreich
- Dr. Pauline Devlin, BSc, PhD, Veterinary Support Manager, Royal Canin, UK
- Dr. Franziska Conrad, DVM, Scientific Communications, Royal Canin, Deutschland
- Dr. Julieta Asanovic, DVM, Dipl. FCV, UBA, Scientific Communications, Royal Canin, Argentinien

- Dr. María Elena Fernández, DVM Scientific Communications, Royal Canin, Spanien
- Hervé Marc, Global Corporate Affairs Manager, Royal Canin, Frankreich
- Giulio Giannotti, BSc, Product Manager, Royal Canin, Italien

Redakteur

- Ewan McNeill, BVMS, Cert VR, MRCVS

Redaktionssekretariat

- Laurent Cathalan
lcathalan@buena-media.fr
- Olivia Amos

Gestaltung

- Youri Xerri

Redaktionelle Kontrolle Fremdsprachen

- Dr. Clemens Schickling (Deutsch)
- Dr. Imke Engelke (Deutsch)
- Dr. Eva Ramalho, DVM (Portugiesisch)
- Dr. Giulio Giannotti, BSc (Italienisch)
- Prof. Dr. R. Moraillon, DVM (Französisch)
- Dr. Matthias MA, DVM (Chinesisch)
- Dr. Ben Albalas, DVM (Griechisch)
- Dr. Atsushi Yamamoto, DVM (Japanisch)
- Dr. Boris Shulyak, PhD (Russisch)

Mitherausgeber: Buena Media Plus
CEO: Bernardo Gallitelli

Anschrift: 85, avenue Pierre Grenier
92100 Boulogne – Frankreich

Telefon: +33 (0) 1 72 44 62 00

Druck in der EU

ISSN 0965-4593

Auflage: 80.000

Hinterlegung der Pflichtexemplare:
Juni 2010

Verlag Aniwa S. A. S.

Published by Royal Canin

Die Zulassungsbestimmungen für Medikamente zum Einsatz bei Kleintieren sind weltweit sehr unterschiedlich. Liegt keine spezifische Zulassung vor, sollten vor der Anwendung eines solchen Medikamentes entsprechende Warnhinweise gegeben werden. Der Veterinary Focus übernimmt keine Gewähr für die dauerhafte Funktion der Medienlinks in dieser Ausgabe.



Das Brachyzephalensyndrom – Neue Informationen zu einer alten Erbkrankheit



Gerhard Oechtering,
Prof. Dr. med. vet.
Dipl.ECVAA

*Klinik für Kleintiere,
Veterinärmedizinische Fakultät
der Universität Leipzig,
Deutschland*

Gerhard Oechtering studierte Tiermedizin an der Freien Universität Berlin. Nach Abschluss seines Studiums im Jahr 1983 war er vier Jahre lang als Anästhesist an der dortigen Kleintierklinik tätig und wechselte anschließend als Dozent für chirurgische Intensivmedizin und Anästhesiologie an die veterinärmedizinische Fakultät der Justus Liebig Universität Gießen, wo er auch die Forschungsgruppe Brachyzephalie gründete. Seit 1994 ist er Professor und Leiter der Klinik für Kleintiere an der Universität Leipzig und war 2008 als Gastprofessor an der University of Tennessee tätig. Im Jahr 2002 gründete er die multidisziplinäre Forschungsgruppe Brachyzephalie. Sein besonderes Interesse gilt der ENT-Chirurgie (insbesondere den videogestützten und CT-navigierten endoskopischen Techniken) sowie der Intensivmedizin und Anästhesie. Gerhard Oechtering ist Diplomat des European College of Veterinary Anesthesia and Analgesia (ECVAA).

KERNAUSSAGEN

- ➔ Weltweit werden brachyzephalere Rassen zunehmend beliebter. Eine selektive Zuchtauslese auf übertriebene Merkmale hat jedoch zur Entstehung multipler Engstellen der oberen Atemwege geführt. Die Atemprobleme werden tendenziell zunehmend hochgradiger und treten heute bei Tieren in jüngerem Alter auf
- ➔ Die Missbildungen und die Kollapsibilität der oberen Atemwege sind sehr viel komplexer als früher angenommen
- ➔ Die Nase des Hundes spielt eine wichtige Rolle bei der Thermoregulation. Bei vielen brachyzephalen Tieren ist diese thermoregulatorische Funktion eingeschränkt
- ➔ Ein radikales Umdenken bei der Zucht brachyzephaler Tiere ist eine wesentliche Voraussetzung zur Rettung dieser Rassen. Tierärzte und Zuchtverbände müssen effektiver zusammenarbeiten und die Problematik offen diskutieren

◈ Einleitung

Brachyzephalie ist ein zunehmend aktuelles Thema, und aus vielen Gründen ist es notwendig, dass Tierärzte heute neu darüber nachdenken. Zunächst werden brachyzephalere Tiere in der Bevölkerung immer beliebter. In vielen Teilen der Welt haben brachyzephalere Rassen mit die größten prozentualen Zuwachsraten in der Nachzucht. Das betrifft nicht nur Hunderassen, sondern in zunehmendem Maße auch brachyzephalere Katzenrassen (1). Zum Zweiten scheint die Schwere der Symptome im Zusammenhang mit dieser Missbildung in den letzten Jahrzehnten deutlich zugenommen zu haben. Möglicherweise ist dies auch der Grund dafür, dass uns betroffene Tiere mit schweren Atembehinderungen in immer jüngerem Alter zur Untersuchung vorgestellt werden. In der Vergangenheit wurden brachyzephalere Atemnot und Belastungsintoleranz ausschließlich auf die Einengung und Verlegung der oberen Atemwege und die dadurch verminderte Ventilation der Lunge zurückgeführt. Wir gehen heute davon aus, dass die Nase beim Hund darüber hinaus eine unverzichtbare Aufgabe bei der Thermoregulation erfüllt. Bei extremer Brachyzephalie werden die wärmeabhängigen Beschwerden wahrscheinlich eher durch eine eingeschränkte Temperaturregulation verursacht, als durch eine verminderte Lungenbelüftung und den nachfolgenden Sauerstoffmangel. Aber auch nicht-medizinische, gesellschaftliche Aspekte sind hinzugekommen. Öffentlichkeit und Medien sind nachhaltig sensibilisiert gegenüber Themen wie Qualzucht sowie Gesundheit und Lebensqualität bei Rassehunden (2, 3).

Bei brachyzephalen Hunden ist das Organ Nase allein durch übertriebene Zuchtauslese soweit verkleinert worden, dass es in seiner Funktion massiv eingeschränkt ist. Als obligater Nasenatmer leidet der Hund weitaus stärker als der Mensch unter den Beeinträchtigungen der nasalen Ventilation. Dies alles sind wichtige Gründe für den Tierarzt, sich mit diesem „alten“ Thema neu zu beschäftigen und die extreme Brachyzephalie auch in der Öffentlichkeit kritisch zu diskutieren.

◈ Was wissen wir über die Morphologie des brachyzephalen Atemwegssyndroms?

Neue Untersuchungen zeigen, dass brachyzephalere Atemnot

durch weit mehr Engstellen der oberen Atemwege verursacht wird, als bislang angenommen (4, 5). Bislang sah man als typische Ursache der Atemnot die Trias aus stenotischen Nares, einem überlangen Gaumensegel und hervortretenden Larynxtaschen (Laryngozele). Die übertriebene Zucht auf Brachycephalie hat jedoch den gesamten oberen Atemtrakt der betroffenen Tiere verändert und deformiert. **Tabelle 1** zählt bekannte und bisher weniger bekannte anatomische Engstellen der oberen Atemwege auf.

Stenosen am Naseneingang Von außen sichtbare Stenose der Nares

Ein typisches und einfach zu erkennendes Merkmal stenotischer Nares ist die von außen sichtbare, schlitzförmige Verengung der Nasenöffnung (**Abbildung 1**). Zur chirurgischen Therapie wird die in den Lehrbüchern gut beschriebene „Keiltechnik“ empfohlen. Dabei wird ein keilförmiges Gewebestück aus dem vorderen Anteil des Nasenflügels exzidiert. Mit dieser Technik wird jedoch die nachfolgend beschriebene Stenose kaum beeinflusst.

Von außen nicht sichtbare Stenose des Nasenvorhofs

Tiere mit einer ausgeprägten Stenose des Naseneingangs zeigen auch nach großzügiger Keilresektion mitunter einen nahezu unveränderten Stridor nasalis. Hierfür gibt es eine einfache anatomische Erklärung. Anders als beim Menschen ist der Nasenvorhof (Vestibulum nasi) beim Hund nicht leer. Vielmehr wird er zu einem großen Teil ausgefüllt von dem voluminösen, nach kaudal ziehenden Nasenflügel, der dann in die Flügel falte (*Plica alaris*) übergeht. In Relation zur Nase ist der Nasenflügel viel zu groß und drängt von lateral gegen das Septum (**Abbildung 2**). Der Nasenflügel besteht also nicht nur aus dem sichtbaren äußeren Anteil, sondern auch aus einem inneren, von außen nicht sichtbaren Anteil.

Beim gesunden Hund ist der Nasenflügel sehr mobil. Er kann während der Inspiration abduziert werden, um so den Luftstrom in die Nase zu erleichtern. Bei brachycephalen Tieren scheint seine Größe diese Beweglichkeit einzuschränken und die Abduktion zu behindern. Diese funktionelle Einschränkung verstärkt die anatomische Stenosierung zusätzlich. Eine therapeutische Lösung dieses Problems ist eine nasale Vestibuloplastie (6).

Stenosen innerhalb der Nasenhöhle und des Nasenausgangs

Wenn man durch Zuchtauslese den knöchernen Rahmen eines Organs auf weniger als ein Drittel der natürlichen Größe verkleinert, muss dies für die darin enthaltenen Strukturen erhebliche Konsequenzen haben (**Abbildung 3**). In der Nase sind

Tabelle 1.

Zusammenfassung möglicher anatomischer Engstellen in den oberen Atemwegen

Naseneingang

- Stenose der Nares
- Stenose des Nasenvorhofs, verursacht durch den „inneren“ Teil des Nasenflügels

Nasenhöhle

- Obstruktion der Nasengänge durch hypertrophische und dysplastische Konchen
- Obstruktion durch rostral aberrant wachsende Konchen (RAC)

Nasenausgang

- Obstruktion durch kaudal aberrant wachsende Konchen (CAC)

Nasentrache

- Überlänge des weichen Gaumens
- Massive Dickenzunahme des weichen Gaumens
- Erhöhte Kollapsibilität des Nasentrachens („Meat in the Box“)

Kehlkopf

- Kollaps infolge Laryngomalazie (Mops)

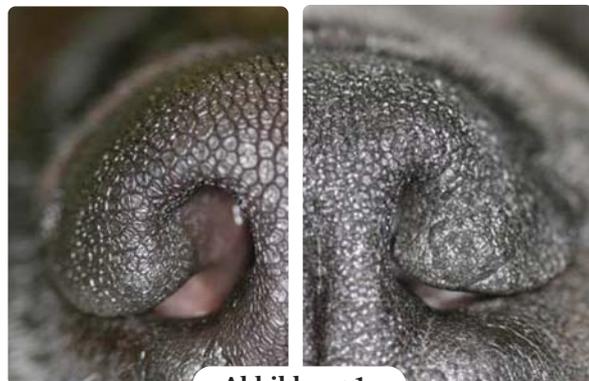


Abbildung 1.

Aufsicht Nares, links gesund, rechts brachycephal.



Abbildung 2.

Nasenöffnung - Sicht in den Nasenvorhof mit Nasenseptum und Nasenflügel (*Ala nasi*), links gesund, rechts brachycephal.

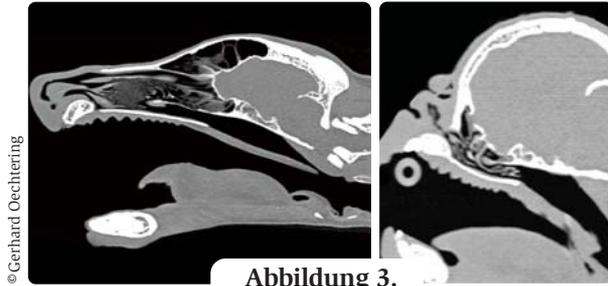


Abbildung 3.

Sagittale CT-Scans des Hundeschädels: Links gesund (Deutscher Schäferhund); rechts brachyzephal (Mops). Zu beachten sind die unterschiedlichen Größen der Nasenhöhlen und die kaudalen aberranten Konchen (CAC) beim Mops, die den Nasenrachen verlegen (4).

dies vor allem die Nasenmuscheln und die Nasengänge. Die Nasenmuscheln haben im kranialen und mittleren Teil der Nasenhöhle respiratorische Funktionen, weiter kaudal zusätzlich olfaktorische Aufgaben. Freie Nasengänge (Meatus nasi) sind von entscheidender Bedeutung für eine funktionierende nasale Atmung.

An dieser Stelle ist es hilfreich, sich zunächst einmal die Situation beim gesunden Tier zu vergegenwärtigen. Unmittelbar nach der Geburt sind die Nasenhöhle und die Nasenmuscheln noch relativ klein und erreichen ihre endgültige Größe erst später im Leben. Hundewelpen haben eine typische Stupsnase, adulte Hunde dagegen eine eher lang gezogene Nase. Beim heranwachsenden Tier streckt sich der mittlere Gesichtsabschnitt in die Länge, und die Nasenmuscheln wachsen so lange weiter, bis das Lumen der Nasenhöhle ausgefüllt ist (7). Interessanterweise stoppt dieses Wachstum, bevor sich die Schleimhäute der benachbarten Nasenmuschellamellen gegenseitig berühren. Trotz ihrer außergewöhnlich komplexen Struktur wird jede Lamelle von kleinen Luftspalten umgeben, die eine entscheidende Voraussetzung für eine effektive Belüftung der gesamten Nasenmuscheln sind.

Bei brachyzephalen Tieren kommt es zu einer erheblichen Einschränkung der Belüftung der Nasenmuscheln, und Einengung des Lumens der Nasengänge. Hierfür sind mehrere Faktoren verantwortlich:

1. Typisch für Brachyzehalie ist die postnatale Wachstumshemmung des Splanchnokraniums, also des mittleren Gesichtsabschnitts. Adulte Tiere behalten ihre Stupsnase. Wie bei den Tieren mit längerer Nase kommt es auch bei brachyzephalen Tieren zu einem postnatalen Wachstum der Nasenmuscheln. Allerdings scheint hier das rechtzeitige Stoppen dieses Nasenmuschelwachstums zu scheitern. Ein typischer endoskopischer Befund ist daher der ausgeprägte Kontakt zwischen den benachbarten Lamellen der Nasenmuscheln, der kaum noch Raum zwischen den Schleimhautoberflächen für die durchströmende Luft lässt. Trotz der Tatsache, dass die Konchen dieser Tiere immer noch kleiner sind als die vergleichbar großer gesunder Tiere, sind sie dennoch viel zu groß für das zur Verfügung stehende Volumen der Nasenhöhle. Wir bezeichnen dieses Missverhältnis auch als „relative Konchen-Hypertrophie“.

2. Da die normale Entwicklung der Konchen beeinträchtigt ist, streben diese an, die Größe zu erlangen, die notwendig ist, um ihre Funktion zu erfüllen. Sie wachsen dann als so genannte aberrante Konchen in den Nasengang hinein und verlegen sein Lumen. Wir unterscheiden dabei zwischen rostral aberranten Konchen (RACs) und kaudal aberranten Konchen (CACs) (8). RACs werden definiert als Anteile der mittleren oder ventralen Konchen, die rostral über den Punkt hinausragen, an dem sich die *Plica alaris* in die ventrale *Concha nasalis* aufzweigt (Abbildung 4). Damit verlegen RACs die vorderen Abschnitte der mittleren und ventralen Nasengänge. Als CACs werden Anteile der mittleren oder ventralen Muscheln bezeichnet, die nach kaudal in den Meatus nasopharyngeus hineinziehen

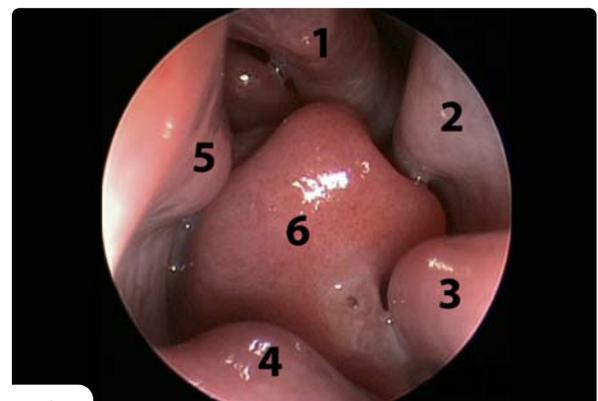
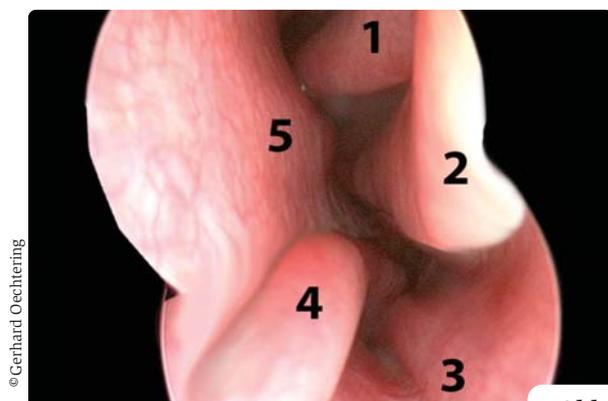


Abbildung 4.

Endoskopischer Blick in die Nasenhöhle: Links gesund, rechts brachyzephal. 1: *Plica recta*, 2: *Plica alaris*, 3: *Plica basalis*, 4: ventraler septaler Schwellkörper, 5: dorsaler septaler Schwellkörper, 6: RAC (rostral aberrante Konche), die den Hauptnasengang bei dieser Englischen Bulldogge verlegt.

(Abbildung 5). Die Folge ist ein signifikanter Anstieg des intranasalen Luftwiderstands (9).

3. Die makroskopische und mikroskopische Struktur der Konchen ist bei brachyzephalen Tieren hochgradig verändert. Vergleicht man die Dicke einzelner Lamellen, sind diese bei einem 10 kg schweren Mops etwa doppelt so dick wie bei einem 40 kg schweren Schäferhund (10).

Die Behandlung einer solchen intranasalen Obstruktion erfolgt durch Resektion der stenosierenden Konchen, zum Beispiel auf dem Wege einer Laser-assistierten Turbinektomie (LATE) (11).

Pharyngeale Obstruktion

Der Pharynx hat vielfältige Funktionen und ist am Atmen, Schlucken und der Vokalisation beteiligt. Er kann während des Schluckaktes vollständig geschlossen sein und muss weit offen stehen für eine ungestörte Atmung. Zudem kreuzen sich am Pharynx auch noch der Atmungs- und der Verdauungsweg, was eine sehr feine neuromuskuläre Abstimmung erfordert.

In der Literatur zur Brachyzephalie des Hundes wird vornehmlich die Überlänge des weichen Gaumens hervorgehoben. CT-Untersuchungen zeigen jedoch, dass zusätzlich eine pathologische Dickenzunahme des Gaumensegels vorliegt. Diese bewirkt letztlich eine Obstruktion des gesamten Nasopharynx. Auch der Oropharynx wird durch eine pathologische Volumenzunahme eingeengt. Die zuchtbedingte Verkürzung der Hundeschnauze hat nicht nur die Nasenhöhlen verkleinert, auch die Maulhöhle ist im Volumen pathologisch reduziert. Eine in Relation zur Maulhöhle viel zu lange und zu dicke Zunge findet oft keinen ausreichenden Platz. In solchen Fällen spricht man auch von einer relativen Makroglossie (besonders bei Französischen Bulldoggen).



Abbildung 5.

Retrograde endoskopische Sicht auf die Konchen – links gesund, rechts brachyzephal. Zu beachten ist die CAC (kaudal aberrante Konche), die den Nasenausgang bei diesem Mops verlegt.

© Gerhard Oechtering

Diese Vergrößerung des pharyngealen Weichteilvolumens führt zu einer Einengung der pharyngealen Luftwege und hat wichtige funktionelle Konsequenzen für die Atmung (siehe Abschnitt unten über funktionelle Konsequenzen anatomischer Engstellen).

Larynx

Endoskopisch kann der Larynx des Mopses oft sehr klar anhand seiner Form und seines Erscheinungsbildes vom Larynx der Französischen Bulldogge unterschieden werden. Beim Mops dominiert das Bild eines variabel ausgeprägten Kehlkopfkollapses infolge einer fehlenden Stabilität des Kehlkopfskeletts. Betrachtet man den Kehlkopfeingang, scheinen die Anteile des Arytenoids (Procc. cuneiformes und Procc. corniculatus) in das Lumen hineinzustürzen. Bei mechanischer Manipulation erhält man den Eindruck einer hochgradigen Instabilität des Knorpels der Epiglottis und des Arytenoids. Die abnorm vergrößerten Procc. cuneiformes können überlappen und den Einstrom von Luft zusätzlich behindern. Die im Übermaß vorhandene redundante, oft ödematös aufgequollene Schleimhaut im Bereich des Proc. corniculatus wird durch die enge Stimmritze (*Rima glottidis*) bei der Inspiration eingesogen.

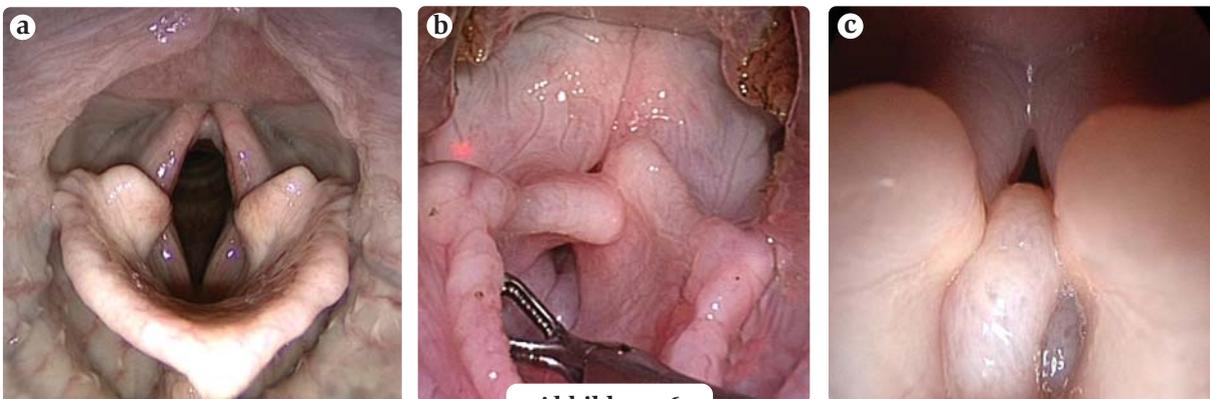


Abbildung 6.

(a) Gesunder Larynx, (b) Larynxkollaps bei einem Mops, (c) Hervorgetretene Kehlkopftaschen (Laryngozele) bei einer Französischen Bulldogge.

© Gerhard Oechtering

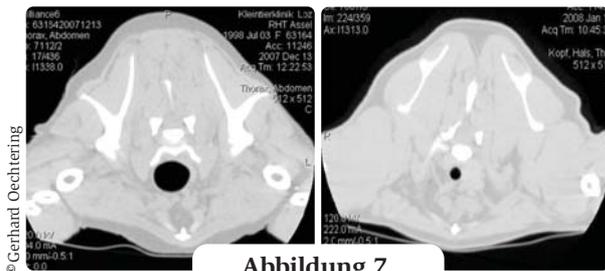


Abbildung 7.

CT-Scans einer gesunden (links) Trachea (Dackel) und einer brachycephalen (rechts) Trachea (Französische Bulldogge).

Die von uns untersuchten Französischen Bulldoggen hatten insgesamt deutlich stabilere Kehlkopfknorpel und weniger redundante Schleimhaut im Bereich des Kehlkopfeneingangs. Was die Prävalenz von Laryngozeilen angeht, scheint es gegenwärtig keine klare Tendenz zwischen diesen beiden Rassen zu geben (*Abbildung 6*).

Trachea und Bronchien

Auch die Luftröhre hat bei Mops und Französischer Bulldogge eine sehr unterschiedliche Form. Beim Mops werden Form und Aussehen der Luftröhre durch die geringe Steifigkeit des Knorpelskeletts geprägt (Tracheomalazie). Die fehlende Stabilität führt zu einer Abflachung der Knorpelringe sowie zu einer deutlichen Verbreiterung der Paries membranaceus. Die Enden der Knorpelringe sind auseinander gewichen. Das endoskopische Bild ähnelt dem des Trachealkollapses bei anderen Rassen.

Die Luftröhre der Französischen Bulldogge unterscheidet sich hiervon (*Abbildung 7*). Hier besteht das Problem nicht in der fehlenden Steifigkeit des Knorpels. Es dominiert das Bild der im Querschnitt reduzierten, festen Knorpelringe, ihre Form ist rund, die Enden der Knorpelspannen scheinen nicht selten zu überlappen. Das endoskopische Bild erinnert bisweilen an eine etwas eingedellte, schmale Röhre. Das in der Literatur immer wieder zitierte Bild der hypoplastischen Trachea brachycephaler Rassen gilt nach unseren Beobachtungen nur für Bulldoggen, keinesfalls aber für den Mops.

Das für die Trachea typische Bild setzt sich in vielen Fällen auch in die Stammbronchien fort. Beim Mops überwiegt das Bild des einseitigen, in der Regel linksseitigen Bronchialkollapses, während für die Französische Bulldogge im Lumen reduzierte, aber stabile Stammbronchien typisch sind.

Welche funktionellen Konsequenzen haben die anatomischen Engstellen?

Den vielgestaltigen pathoanatomischen Veränderungen der Atemwege bei Brachycephalie stehen noch komplexere funktionelle

Störungen gegenüber. An zwei Beispielen soll erläutert werden, wie sich die Kombination der verschiedenen Engstellen funktionell auswirken kann. Das Modell „Meat in the Box“ soll helfen, die verschiedenartigen Einflüsse auf den Luftstrom im Nasenrachen zu verstehen und erklären, wie die Schnarchgeräusche oder Atemnot bei Futteraufnahme entstehen und warum welche therapeutischen Maßnahmen sinnvoll sind. Das Beispiel der gestörten Thermoregulation macht bewusst, dass eine eingeschränkte Atmung nicht nur den Gasaustausch beeinflusst, sondern auch die Temperaturkontrolle.

Kollapsibilität der oberen Atemwege – Das „Meat in the Box“-Modell

Neben der Nase scheint auch der Nasenrachen eine sehr große Bedeutung für die Atembehinderung bei brachycephalen Hunden zu haben. Im Nasenrachen entstehen nicht nur die Schnarchgeräusche, hier entwickeln sich auch sehr relevante anatomische Obstruktionen. Um deren funktionelle Bedeutung besser zu verstehen, kann ein mechanisches Modell hilfreich sein (12). Dieses Modell geht von einem weichen, kollapsiblen Schlauch aus, der durch eine Box mit rigiden Außenwänden zieht. Diese Box ist gefüllt mit weichem Material, das den Schlauch umgibt. Um eine suffiziente Atmung zu gewährleisten, muss das Lumen des Schlauches weit offen sein.

Der Schlauch entspricht dabei dem Nasopharynx, die äußere begrenzende Box wird von der Schädelbasis und der Mandibula gebildet und kann sich nicht ausdehnen. Innerhalb der Box befindet sich um den Schlauch herum Weichteilgewebe in variabler Menge und Konsistenz: Muskeln, Fett, Tonsillen. Da dieser Schlauch keine eigene steife Wand hat, wie etwa die Trachea, ist er kollapsibel. Das Lumen des Schlauches wird von sehr unterschiedlichen Faktoren bestimmt. In *Tabelle 2* sind die Faktoren gegenübergestellt, die nach diesem Modell einen Einfluss auf die Weite des Nasopharynx haben. Physiologisch werden der Tonus und damit die Weite des Nasopharynx durch die ihn umgebende Schlundkopfmuskulatur reguliert. Durch die kraniofaziale Fehlbildung bei brachycephalen Hunden (*Abbildung 8*) entsteht eine Reihe von Faktoren, die das Lumen des Nasopharynx einengen oder kollabieren lassen:

1. Durch die Schädelverkürzung, besonders des Ober- und Unterkiefers, wird die Box insgesamt kleiner.
2. Da sich das Gewebe innerhalb der Box nicht im selben Maße verkleinert, wird es enger, das heißt, in der Box bleibt weniger Raum für den Schlauch.
3. Weiteres Gewebenvolumen kann diesen Effekt noch verstärken. Große Bedeutung hat hier wahrscheinlich die Adipositas. Fettgewebe, das zusätzlich in die Box eingelagert wird, engt den Schlauch von außen weiter ein.
4. Hypertrophe Tonsillen und eine Makroglossie können ebenfalls

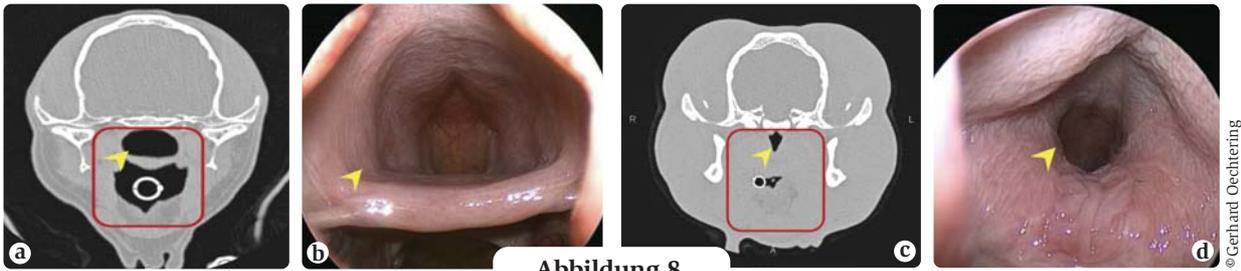


Abbildung 8.

Nasopharynx eines Pudels (a, b) und einer Französischen Bulldogge (c, d) im Vergleich. Die gelben Pfeile deuten auf den nasopharyngealen „Schlauch“, die rote Box illustriert das „Meat-in-the-Box“-Modell; a, c: transversales CT. b, d: retrograde endoskopische Sicht.

als zusätzliches Gewebevolumen angesehen werden. Beide Gewebe drücken aus dem Oropharynx gegen das Palatum molle und drängen dieses in den Nasenrachen hinein. Dadurch wird der Schlauch vor allem bei Kieferschluss von ventral komprimiert und sogar gänzlich verlegt. Allgemein kann also bei brachyzephalen Tieren der Kieferschluss wie auch jeglicher Druck von ventral gegen den Hals-Kopfbereich zu einer Verschlechterung der Atemsituation führen. Wache Tiere wollen deshalb sehr oft nicht in Brust-Bauchlage mit nach vorne gestrecktem Kopf auf dem Boden liegen. Bei anästhesierten brachyzephalen Tieren kann diese Lagerung, beispielsweise nach Extubation, zum Ersticken führen. Das Füttern kann einen vergleichbaren Effekt haben.

Die bisher aufgeführten Faktoren führen alle über eine Kompression von außen zu einer Einengung des Nasopharynx. Nachfolgend werden Faktoren besprochen, die durch einen Unterdruck in den Atemwegen während der Inspirationsphase einen funktionellen Kollaps des Schlauches verursachen. Erfolgt dieser Kollaps in rhythmischem Wechsel, schlagen die Schlauchwände gegeneinander und erzeugen ein typisches Geräusch: das Schnarchen. Was löst nun den Unterdruck im Nasenrachen aus? Treibende Kraft ist die Expansion des Thorax. Sie erzeugt einen Unterdruck, der bewirkt, dass die Atemluft durch die Nase und den Rachen in die Luftröhre strömt. Beim gesunden Hund führt eine noch so kräftige Inspiration nicht zum Kollaps des Nasopharynx, da die Atemluft ohne Behinderung durch die Nase einströmen kann. Wenn wir also im Rachen einen pathologischen Unterdruck feststellen, muss die auslösende Stenose rostral davon liegen, also in der Nase. Dort liegen die für den brachyzephalen Hund typischen Engstellen: a) Stenose der äußeren Nares, b) Vestibulumstenose und c) Stenose intranasaler Atemgänge infolge Konchenhypertrophie und -dysplasie.

Wie aus der Physik bekannt, bewirkt eine Halbierung des Radius in den Atemwegen einen Anstieg des Widerstandes um das 16fache. Bei brachyzephalen Tieren muss also ein besonders starker Unterdruck vom Thorax generiert werden, um den durch

die komplexen nasalen Stenosen hervorgerufenen Widerstand zu überwinden. Typisch für diese Situation ist die deutlich sichtbare angestrenzte Atmung. Der starke Unterdruck lässt den weichen Gewebeschluch des Nasopharynx kollabieren. Die erhöhte Kollapsibilität der oberen Atemwege verstärkt diesen Teufelskreis zusätzlich.

Tabelle 2 listet therapeutische Maßnahmen auf, die einem Kollaps des Nasopharynx entgegenwirken. Auch hier ist das mechanische Modell des Schlauches in der gefüllten Box hilfreich, um die Wirkung der Maßnahmen zu verstehen. Zu viel Gewebe in der rigiden Box engt das Lumen des Schlauches ein. Ist ein Teil des Gewebes Fett, müssen wir das Fett reduzieren, indem wir Gewicht reduzierende Maßnahmen verordnen. Diese können auch in hochgradigen Fällen von erheblichem Vorteil sein, stets muss aber berücksichtigt werden, dass eine Gewichtsreduktion in der Regel nur unterstützend, selten aber kurativ wirkt. Die für Brachyzephalie typische und oft beeindruckende Volumenzunahme des weichen Gaumens muss ebenfalls reduziert werden, entweder durch einfache Kürzung oder, in schweren Fällen, auch durch eine Verringerung der Dicke. Liegt eine hypertrophe Tonsillitis mit großen, aus den Taschen hervortretenden Tonsillen vor, sollten diese entfernt werden, um das Gewebevolumen in der Box zu reduzieren und etwas mehr Raum für den Nasopharynx zu schaffen.

Thermoregulation

Fast alle Symptome, über die Besitzer brachyzephaler Hunde klagen, lassen sich mit den Fehlbildungen der oberen Atemwege und der daraus resultierenden Atemnot erklären. Warum jedoch viele Tiere auch ohne Belastung eine ausgeprägte Wärmetoleranz zeigen und warum bereits nach geringen körperlichen Belastungen bei nur mäßig erhöhten Außentemperaturen extrem lange Erholungszeiten zur Normalisierung der Atmung benötigt werden, ist mit einer gestörten Lungenventilation nicht gut zu begründen. Gibt es noch andere Erklärungen für die auffällige Wärmeempfindlichkeit brachyzephaler Rassen?

Tabelle 2.

Faktoren und Maßnahmen, die die Weite und Kollapsibilität des Nasopharynx beeinflussen

Verengung	Erweiterung
Anatomisch	
Zunahme des Gewebes in der Box Redundantes Gewebe in Folge kraniofazialer Fehlbildung: <ul style="list-style-type: none"> • Hypertrophischer weicher Gaumen • Hypertrophische Tonsillen • Relative Makroglossie • Adipositas 	Reduktion des Gewebes in der Box Chirurgische Reduktion des Gewebevolumens: <ul style="list-style-type: none"> • Verkleinerung des Gaumensegels • Tonsillektomie • Gewichtsreduktion
Negativer Inspirationsdruck infolge: <ul style="list-style-type: none"> • Naresstenose • Vestibulumstenose • Intranasale Obstruktion infolge relativer Konchenhypertrophie und aberranter Konchen 	Stenose reduzierende Chirurgie: <ul style="list-style-type: none"> • Nareserweiterung • Vestibuloplastie • Laser assistierte Turbinektomie (LATE)
Funktionell	
Geschlossene Kiefer	Geöffnete Kiefer
Druck gegen Kopf-Hals-Unterseite (Brust-Bauchlage)	
Futteraufnahme	

Wir Menschen können schwitzen, um die Wärme aus dem Körper abzuführen. Hunde können nicht schwitzen, sie hecheln. Entgegen der landläufigen Meinung kühlt sich der Hund nicht primär mit Hilfe der auf seiner Zungenoberfläche entstehenden Verdunstungskälte. Studien haben gezeigt, dass hechelnde Hunde durch die Nase einatmen und durch das Maul ausatmen. Das Wissen um die Einatmung durch die Nase verlangt von uns ein ganz anderes Verständnis der Hechelatmung des Hundes (13). In der Nasenhöhle des Hundes befinden sich extrem fein verzweigte Nasenmuscheln, als größte die ventrale Nasenmuschel (*Concha nasalis ventralis*). Nach allgemeinem Verständnis hat der Hund sehr viel komplizierter aufgebaute Nasenmuscheln als der Mensch, damit er besser riechen kann. Dem steht entgegen, dass diese größte Nasenmuschel nur von respiratorischem und nicht von olfaktorischem Epithel bedeckt ist.

Der Hund kann also mit seiner größten Nasenmuschel gar nicht riechen – Worin liegt also dann ihre Bedeutung? Sie hat eine extrem große, sehr gut durchblutete Schleimhautoberfläche, Platz sparend in feinste Spirallammellen gerollt. Durch diese strömt die Atemluft. Wenn hier jedoch Verdunstungskälte entstehen soll, wird noch Wasser benötigt. Hierfür besitzt der Hund eine besondere Drüse, die es beim Menschen nicht gibt, die laterale Nasendrüse (*Glandula nasalis lateralis* oder Steno's

gland). Diese Drüse liegt im kaudolateralen Teil der Nase. Ein Ausführungsgang zieht durch die Nase nach rostral und mündet lateral im Nasenvorhof. Dort tropft das Sekret in eine Rinne, die die *Plica alaris* bildet, und läuft nach kaudal. An der Aufzweigung der *Plica alaris* in die *Concha nasalis ventralis* tropft die Flüssigkeit auf die Oberfläche der ventralen Konche und wird von der Einatemluft über die große Oberfläche verteilt. Hier kann die Flüssigkeit nun unter dem starken Luftstrom rasch verdunsten, und es bildet sich Verdunstungskälte. Die sehr gute Durchblutung der Nasenschleimhaut ermöglicht einen raschen und wirkungsvollen Wärmetausch. Salopp könnte man formulieren, dass der Hund zwar nicht schwitzen kann wie der Mensch oder das Pferd, dafür hat er aber eine große Hautoberfläche sehr fein zusammengerollt und schwitzt damit in seiner Nase. Die Nase des Menschen hat zwei vitale Aufgaben, eine respiratorische und eine olfaktorische. Die Hundenasen hat zusätzlich eine dritte lebenswichtige Funktion, die Thermoregulation.

🔍 Schlussfolgerung

Durch selektive Zucht auf übertriebene Merkmale hat sich der Kopf brachyzephaler Tiere in einem so hohen Maße deformiert, dass heute bei einer zunehmend großen Anzahl betroffener Tiere Gesundheit und Wohlbefinden erheblich beeinträchtigt sind. Die Probleme gehen jedoch weit über die in diesem Kontext

gewöhnlich beschriebene Trias aus stenotischen Nares, überlangem weichem Gaumen und hervortretenden Larynxtaschen hinaus. Vielmehr bestehen zusätzlich eine ausgeprägte Verlegung des Nasenvorhofs und intranasale Stenosen wie zum Beispiel eine relative Konchen-Hypertrophie und obstruktive aberrante Konchen. Die Nasenrachenpassage wird durch redundantes Gewebe verengt. Alle diese Faktoren führen zu einer erhöhten Kollapsibilität der Atemwege, und letztlich liegt eine allgemeine Missbildung der oberen Atemwege vor.

Die verkleinerte Nasenhöhle ist nicht mehr in der Lage, ihren natürlichen Funktionen gerecht zu werden. Alle diese Funktionen hängen letztlich davon ab, dass Luft möglichst frei in die Nase einströmt. Eine drastische Reduktion der nasalen Atmung bedeutet für einen Hund, dass er sein Hauptorgan der Thermoregulation verliert, und somit nicht mehr in der Lage ist, die bei körperlicher Anstrengung, Aufregung oder auch bei warmen Außentemperaturen entstehende Körperwärme in ausreichendem Maße abzuführen. Dies bewirkt einen Anstieg der inneren Körpertemperatur und kann zu Kollaps und Tod durch Überhitzung führen. Diese Zusammenhänge machen deutlich,

warum brachyzephal Tiere besonders wärmeempfindlich sind, und warum manche bereits bei Zimmertemperatur und ohne körperliche Anstrengung erfolglos hecheln und bereits nach kurzen Belastungen bis zu mehrstündige Erholungszeiten benötigen.

Es ist höchste Zeit für ein radikales Überdenken der brachyzephalen Zucht. Letztlich handelt es sich bei der Brachyzephalie um eine zu 100 Prozent Menschen gemachte Erkrankung. Wir Tierärzte als die Experten für die Gesundheit und das Wohlbefinden der Tiere müssen eine sehr viel aktivere Rolle in der öffentlichen Diskussion übernehmen. Zuchtverbände und ihre wissenschaftlichen Berater stehen vor der großen Herausforderung, diese alten Rassen zu retten. Erste erkennbare zaghafte Anstrengungen in dieser Richtung reichen dabei jedoch keineswegs aus, vielmehr müssen die Zuchtstandards rigoros überarbeitet werden und ausschließlich die Tiergesundheit in den Fokus stellen, nicht etwa das Aussehen. Etwas mehr Nase wird den einzigartigen Charakter dieser Hunde sicherlich nicht verderben. ☺

LITERATUR

- Schlueter C, Budras KD, Ludewig E, et al. Brachycephalic feline noses: CT and anatomical study of the relationship between head conformation and the nasolacrimal drainage system. *J Feline Med Surg* 2009; **11**: 891-900.
- Rooney NJ. The welfare of pedigree dogs: cause for concern. *J Vet Behav Clin Appl Res* 2009; **4**:180-6.
- McGreevy PD, 2008. Comment: We must breed happier, healthier dogs. Available at: <http://www.newscientist.com/article/mg20026776.400-com>
- Oechtering TH, Oechtering GU, Nöller C. Structural characteristics of the nose in brachycephalic dog breeds analysed by computed tomography. *Tierärztl Prax* 2007; **35**: 177-87. Available at: <http://www.brachycephalia.com>
- Koch DA, Arnold S, Hubler M, et al. Brachycephalic syndrome in dogs. *Comp Cont Educ* 2003; **25**: 48-55.
- Oechtering GU, Hueber JP, Nöller C. A multi-level, multi-modal approach to severe brachycephalic airway syndrome, ECVS 18th Annual Scientific Meeting, Nantes 2009.
- Negus V. The comparative anatomy and physiology of the nose and paranasal sinuses. Edinburgh, London: E. & S. Livingstone Ltd. 1958.
- Oechtering GU, Hueber JP, Oechtering TH, et al. Laser assisted turbinectomy (LATE) - Treating brachycephalic airway distress at its intranasal origin. *Vet Surg* 2007; **36**: E18.
- Hueber J, Smith H, Reinhold P, et al. Brachycephalic airway syndrome: effects of partial turbinectomy on intranasal airway resistance. Lafayette, Indiana, USA. *The 25th Symposium of the Veterinary Comparative Respiratory Society* 2009.
- Walter A, Seeger J, Oechtering GU, et al. Dolichocephalic versus brachycephalic conchae nasales - a microscopic anatomical analysis in dogs. *XXVII Congress of the Association of Veterinary Anatomists, Budapest/Hungary, Conference Proceeding* 2008.
- Oechtering GU, Hueber JP, Kiefer I, et al. Laser Assisted Turbinectomy (LATE) - A Novel Approach to Brachycephalic Airway Syndrome. *Vet Surg* 2007. **36**: E11.
- Isono S. Contribution of obesity and craniofacial abnormalities to pharyngeal collapsibility in patients with obstructive sleep apnea. *Sleep and Biological Rhythms* 2004; **2**: 17-21.
- Schmidt-Nielsen K, Bretz WL, Taylor CR. Panting in dogs: unidirectional air flow over evaporative surfaces. *Science* 1970; **169**: 1102-4.