

**Topographisch-anatomische Untersuchungen am  
Kopf des Alpakas (*Vicugna pacos*)**

von  
Julia Henrike Stein

Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde  
der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität  
München

**Topographisch-anatomische Untersuchungen am  
Kopf des Alpakas (*Vicugna pacos*)**

von  
Julia Henrike Stein  
aus  
Bad Homburg

München 2020

Aus dem Veterinärwissenschaftlichen Department der Tierärztlichen Fakultät  
der Ludwig-Maximilians-Universität München

Lehrstuhl für Anatomie, Histologie und Embryologie

Arbeit angefertigt unter der Leitung von  
Univ.-Prof. Dr. Johann Maierl (Lehrstuhlvertretung)

**Gedruckt mit der Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät  
der Ludwig-Maximilians-Universität München**

Dekan: Univ.-Prof. Dr. Reinhard K. Straubinger, Ph.D.

Berichterstatter: Univ.-Prof. Dr. Johann Maierl (Lehrstuhlvertretung)

Korreferent/en: Univ.-Prof. Dr. Susanne Lauer

Tag der Promotion: 8. Februar 2020

*Für meine wundervollen Eltern, die mir alles ermöglicht haben.*

*ANATOMIA ENIM MEDICINAE SCIENTIAE*

*FUNDAMENTUM EST...*

*(Hippocrates)*

**INHALTSVERZEICHNIS**

<b>I.</b>	<b>EINLEITUNG</b> .....	<b>1</b>
<b>II.</b>	<b>LITERATURÜBERSICHT</b> .....	<b>3</b>
<b>1.</b>	<b>Neuweltkameliden</b> .....	<b>3</b>
1.1.	Taxonomie .....	3
<b>2.</b>	<b>Anatomie des Kopfes</b> .....	<b>4</b>
2.1.	Schädel.....	4
2.2.	Muskulatur.....	10
2.3.	Leitungsbahnen.....	12
2.4.	Mundhöhle.....	16
2.5.	Nasenhöhle .....	20
2.6.	Lymphknoten.....	21
<b>3.</b>	<b>Behandlungen im Bereich der Mund- und Nasenhöhle</b> .....	<b>22</b>
3.1.	Zahnbehandlungen der Incisivi.....	22
3.2.	Zahnwurzelerkrankungen der Backenzähne.....	22
3.3.	Speicheldrüsenerkrankungen .....	24
3.4.	Choanentresie.....	25
3.5.	Gaumenspalte .....	25
3.6.	Atresie des Tränennasenkanals.....	26
<b>III.</b>	<b>MATERIAL UND METHODEN</b> .....	<b>28</b>
<b>1.</b>	<b>Material</b> .....	<b>28</b>
<b>2.</b>	<b>Methoden</b> .....	<b>30</b>
2.1.	Röntgen.....	30
2.2.	Anatomische Präparation.....	30
2.3.	Schnitte und Fräsungen.....	31
2.4.	Latexmilchinjektion.....	31
2.5.	Mazeration .....	33
2.6.	Dokumentation .....	33
<b>IV.</b>	<b>ERGEBNISSE</b> .....	<b>34</b>
<b>1.</b>	<b>Knochen</b> .....	<b>34</b>
1.1.	Schädel.....	34

---

1.2.	Zungenbein .....	36
<b>2.</b>	<b>Muskulatur .....</b>	<b>37</b>
2.1.	Gesichtsmuskulatur.....	37
2.2.	Ohrenmuskulatur .....	42
2.3.	Kaumuskulatur.....	48
2.4.	Kehlgangsmuskulatur .....	53
2.5.	Gaumensegelbeweger .....	54
2.6.	Rachenmuskulatur .....	55
2.7.	Zungenmuskulatur .....	57
2.8.	Zungenbeinmuskulatur .....	61
<b>3.</b>	<b>Speicheldrüsen .....</b>	<b>65</b>
<b>4.</b>	<b>Leitungsbahnen.....</b>	<b>69</b>
4.1.	Nerven.....	69
4.2.	Arterien .....	74
4.3.	Venen.....	82
<b>5.</b>	<b>Zahnwurzeln .....</b>	<b>90</b>
<b>6.</b>	<b>Tränennasenkanal .....</b>	<b>94</b>
<b>7.</b>	<b>Lymphknoten .....</b>	<b>95</b>
<b>V.</b>	<b>DISKUSSION.....</b>	<b>96</b>
<b>1.</b>	<b>Diskussion der Methodik .....</b>	<b>96</b>
1.1.	Auswahl der Untersuchungstiere .....	96
1.2.	Anatomische Präparation.....	96
1.3.	Schnitte und Fräsungen.....	97
1.4.	Latexmilchinjektion.....	97
1.5.	Mazeration .....	98
<b>2.</b>	<b>Diskussion der Ergebnisse .....</b>	<b>99</b>
2.1.	Knochen .....	99
2.2.	Muskulatur.....	100
2.3.	Speicheldrüsen.....	109
2.4.	Leitungsbahnen.....	110

---

<b>3.</b>	<b>Anwendung der Ergebnisse als Orientierung für Operationstechniken.....</b>	<b>117</b>
3.1.	Zahnbehandlungen.....	117
3.2.	Speicheldrüsenabszesse .....	119
3.3.	Choanenatresie.....	120
<b>4.</b>	<b>Fazit.....</b>	<b>121</b>
<b>VI.</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG .....</b>	<b>122</b>
<b>VII.</b>	<b>SUMMARY .....</b>	<b>124</b>
<b>VIII.</b>	<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS .....</b>	<b>126</b>
<b>IX.</b>	<b>TABELLENVERZEICHNIS.....</b>	<b>129</b>
<b>X.</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS.....</b>	<b>130</b>
<b>XI.</b>	<b>DANKSAGUNG .....</b>	<b>136</b>

Die Verwendung der anatomischen Termini geschah gemäß der sechsten Auflage der Nomina Anatomica Veterinaria (NAV, 2017).

**ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS**

♂	Männlich
♀	Weiblich
A./Aa.	Arteria/Arteriae
Art./Artt.	Articulatio/Articulationes
Can.	Canalis
For./Forr.	Foramen/Foramina
g	Gramm
Ggl.	Ganglion
Gl./Gll.	Glandula/Glandulae
Inc.	Incisura
kg	Kilogramm
Lc.	Lymphocentrum
Ln./Lnn.	Lymphonodus/Lymphonodi
M./Mm.	Musculus/Musculi
ml	Milliliter
N./Nn.	Nervus/Nervi
Nr.	Nummer
Proc./Procc.	Processus
R./Rr.	Ramus/Rami
V./Vv.	Vena/Venae

## I. EINLEITUNG

Große Knopfaugen, freundliche Gesichtszüge, aufmerksames Ohrenspiel und eine wollige Frisur. Alpakas, nunmehr Hobbytiere statt Nutztiere.

In den letzten Jahren haben Neuweltkameliden zunehmend als Hobby- statt nur als Nutztiere an Bedeutung gewonnen. Dies spiegelt sich in den gestiegenen Tierzahlen wieder: Seit 2006 ist es Züchtern und Haltern möglich, ihre Neuweltkameliden bei „Llama & Alpaca Registries Europe“ zu melden. Während am 22. März 2009 dort 4000 Tiere registriert waren, ist diese Zahl bis zum 1. September 2019 auf 24285 gestiegen. Sie ist die Summe aus 6613 Lamas und 17672 Alpakas (GUIDICELLI und GUNSSER, 2006). Da man nicht davon ausgehen kann, dass dort alle Alpakas, die in Europa gehalten werden, gemeldet sind, sind dies nur Orientierungswerte.

Herr Herbert Ruch, 1. Vorsitzender des Alpaca Accociation e.V., schätzte die Alpakapopulation 2019 auf 25.000 Tiere (RUCH, 2019).

Durch die vermehrte Haltung von domestizierten Neuweltkameliden – Lamas und Alpakas – sehen sich Tierärzte immer häufiger mit der Behandlung dieser Tiere konfrontiert. Um pathologische Zustände eines Lebewesens erkennen und behandeln zu können, muss sich ein Mediziner zunächst mit der Anatomie und Physiologie dieses Organismus vertraut machen. Die Grundlage hierfür beschreibt die topographische Anatomie. Diese „erforscht und beschreibt die Lagebeziehungen und die Gruppierung einzelner Körperteile und –gegenden bzw. jener der Körperhöhlen ohne Rücksicht auf ihre Zugehörigkeit zu bestimmten Organsystemen, indem sie sich der Erkenntnisse der deskriptiven Anatomie bedient. Sie schafft für den Kliniker so die Voraussetzungen zu planvoller Untersuchung seiner Patienten und lenkt die Hand des Chirurgen“ (NICKEL et al., 2004a, p.3).

Die vorhandene Literatur über topographische Anatomie von Neuweltkameliden, im Besonderen Alpakas, ist lückenhaft und zu einigen Themen liegt generell nichts vor. Hier besteht Bedarf, Grundlagenforschung zu betreiben.

Daraus entwickelte sich die Idee, eine Körperregion des Alpakas zu wählen, diese eingehend zu untersuchen und die Ergebnisse festzuhalten.

Diese Dissertation beschäftigt sich mit der topographischen Betrachtung des Kopfes. In der bereits vorliegenden Literatur wurde die Muskulatur weitgehend ausgespart. Somit wurde als Schwerpunkt die Gesichtsmuskulatur sowie die Muskulatur der Mund- und Rachenhöhle

gewählt. Hierbei musste als Vorlage auf Anatomiebücher zurückgegriffen werden, die sich mit Altweltkameliden oder allgemein mit Paarhufern befassen (LESBRE, 1903b; NICKEL et al., 2004a; SMUTS und BEZUIDENHOUT, 1987a).

Gespräche mit kurativ praktizierenden Tierärzten ergaben, dass im Bereich des Kopfes vor allem Erkrankungen des Kauapparates behandelt werden. Bei den Zugängen zur Zahnextraktion bestünden noch Unsicherheiten bezüglich der Muskeln und Leitungsbahnen, die in diesem Bereich verlaufen. Daher sollte ein besonderes Augenmerk auf die Aufzeichnung der Strukturen dieses Bereichs gerichtet werden.

Um die Planung für Untersuchungen und chirurgische Eingriffe zu erleichtern, wurden die anatomischen Strukturen stratigraphisch dargestellt. Dazu wurden Muskeln, Leitungsbahnen und Knochen schichtweise abgetragen.

## II. LITERATURÜBERSICHT

### 1. Neuweltkameliden

#### 1.1. Taxonomie

Alpakas gehören zur Klasse der Mammalia (Säugetiere) und der Ordnung der Artiodactyla (Paarhufer). Sie werden der Unterordnung der Tylopoda (Schwielensohler) zugeteilt. Ihre Familie sind die Camelidae (Kamele). Man ordnet sie in die Gattung Neuweltkameliden ein. Die Art nennt sich *Vicugna pacos*, Alpaka. Es kommen zwei Züchtungen vor, die anhand der Fellcharakteristik unterschieden werden, das wellige, langfaserige Suri und das kurzhaarige, wollig wirkende Huacaya (FOWLER, 2011d).

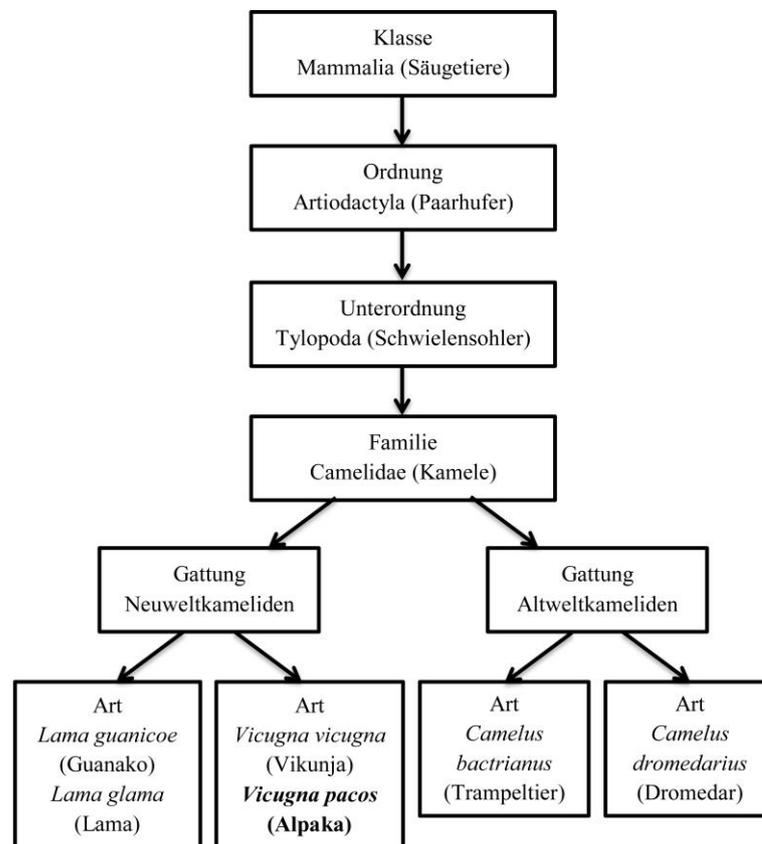


Abbildung 1: Zoologische Herkunft des Alpakas (modifiziert nach FOWLER (2011d) und BÖGER und FINKENZELLER (2016))

Von Linnaeus wurden die Kamele den Säugetieren, Mammalia, untergeordnet und in vier Gruppen eingeteilt, *Camelus dromedarius*, *Camelus bactrianus*, *Camelus glama* und *Camelus pacos* (LINNÉ, 1758). Heutzutage gruppiert man in Altweltkameliden und Neuweltkameliden (NWK), im englischsprachigen Raum South American Camelids (SACs). Die NWK lassen

sich wiederum in domestizierte Tiere, Lamas und Alpakas, und eine wildlebende Klasse, Guanakos und Vikunjas, einteilen (FOWLER, 2011d). Weitere Forschungen der Erbanlagen dieser Tiere ergaben eine Klassifizierung in *Lama guanicoe* (Guanako), *Lama glama* (Lama), *Vicugna vicugna* (Vikunja) und *Vicugna pacos* (Alpaka) (MARÍN et al., 2007; WHEELER, 2012).

## 2. Anatomie des Kopfes

### 2.1. Schädel

Der Schädel lässt sich einteilen in den Hirnschädel, Neurokranium, welcher das Gehirn umfasst, und den Gesichtsschädel, Viszerokranium. Letzterer umgibt die Augen, bildet die Grundlage der Nase, beinhaltet Unterkiefer und Zungenbein und umschließt den ersten Teil des Atmungs- und Verdauungstraktes. Des Weiteren bietet er der Gesichtsmuskulatur Ursprung und Ansatz (EVANS und LAHUNTA, 1993, p. 84; NICKEL et al., 2004d, p. 128).

*Tabelle 1: Neurokranium*

Os occipitale	Hinterhauptsbein
Os sphenoidale	Keilbein
- Os praesphenoidale	- Vorderes Keilbein
- Os basisphenoidale	- Hinteres Keilbein
Os temporale	Schläfenbein
Os frontale	Stirnbein
Os parietale	Scheitelbein
Os interparietale	Zwischenscheitelbein
Os ethmoidale	Siebbein

*Tabelle 2: Viszerokranium*

Os nasale	Nasenbein
Os lacrimale	Tränenbein
Os zygomaticum	Jochbein
Maxilla	Oberkiefer
Os incisivum	Zwischenkieferbein
Os palatinum	Gaumenbein
Vomer	Pflugscharbein
Os pterygoideum	Flügelbein
Mandibula	Unterkiefer
Os hyoideum	Zungenbein
- Basihyoideum	- Basihyoid
- Ceratohyoideum	- Ceratohyoid
- Epihyoideum	- Epihyoid
- Thyreohyoideum	- Thyreohyoid
- Stylohyoideum	- Stylohyoid
- Tympanohyoideum	- Tympanohyoid

Die in Tabelle 1 und Tabelle 2 aufgeführten Knochen werden mit Ausnahme des Zwischenscheitelbeins, Os interparietale, beim Alpaka beschrieben (AZZOPARDI, 2012; CAMARGO und MARTÍN, 2015; SATO und ALVAREZ). Dieser Knochen wird von FUENTES TAPIA (1953) aufgeführt und findet sich in einem Anatomieatlas für das Lama (MCCRACKEN et al., 2013). Laut einem Anatomiebuch über Dromedare verwächst das Os interparietale komplett mit dem Os occipitale (SMUTS und BEZUIDENHOUT, 1987h).

Im Nachfolgenden wird vor allem auf die Knochen und ihre Strukturen eingegangen, welche für diese Arbeit von Bedeutung sind.

### **2.1.1. Os occipitale**

Das Hinterhauptsbein ist beim Alpaka unpaarig angelegt. Über das Art. atlantooccipitalis bildet es die Verbindung zum Atlas (AZZOPARDI, 2012). Es besteht aus drei Teilen, der Pars basilaris, Pars lateralis und Squama occipitalis (CAMARGO und MARTÍN, 2015). Beidseits lateral des Condylus occipitalis findet sich der Proc. jugularis mit seinem Proc. paracondylaris (AZZOPARDI, 2012; CAMARGO und MARTÍN, 2015; SATO und ALVAREZ, 2015). Zwischen den Condylen und den Processus befindet sich eine Einziehung, die Fossa condylaris ventralis mit dem Canalis nervi hypoglossi. Die Pars squamosa liegt dorsal, ihre Oberfläche wird von der Crista nuchae gekreuzt, welche die Pars squamosa in zwei Teile gliedert. Die kleinere dorsale Region ist konkav und trägt eine Erhebung, die Crista sagittalis externa (CAMARGO und MARTÍN, 2015).

### **2.1.2. Os sphenoidale**

Das Os sphenoidale liegt an der Schädelbasis und ist aus dem Os basisphenoidale und dem Os praesphenoidale aufgebaut (AZZOPARDI, 2012; CAMARGO und MARTÍN, 2015; SATO und ALVAREZ, 2015).

Das Os basisphenoidale besteht aus einem Körper, zwei Flügeln und zwei Procc. pterygoidei. Die Flügel erstrecken sich vom Körper aus nach lateral. Auf der Ventralfläche der Flügel befindet sich die Crista pterygoidea. Diese bedeckt zum Teil das For. orbitorotundum und formt kaudal das For. ovale. Das Os praesphenoidale umschließt einen Körper und zwei Flügel. Letztere werden durch das For. opticum perforiert (CAMARGO und MARTÍN, 2015).

### **2.1.3. Os temporale**

Dieser paarige Knochen formt einen großen Teil der lateralen Wand der Schädelhöhle. Gemeinsam mit der Mandibula bildet er das Kiefergelenk, Art. temporomandibularis. In

diesem Knochen befindet sich der Porus acusticus externus, welcher sich in den Meatus acusticus externus öffnet (AZZOPARDI, 2012; CAMARGO und MARTÍN, 2015).

Das Os temporale besteht aus drei Teilen.

Die Pars squamosa bildet mit ihrer äußeren Oberfläche einen Teil der Fossa temporalis, in der sich das For. temporale befindet. Von seinem ventralen Anteil entspringt der Proc. zygomaticus, welcher die laterale Begrenzung der Fossa bildet. Er verbindet sich mit dem Proc. temporalis des Os zygomaticum zum Arcus zygomaticus, indem er mit dessen Fortsätzen ineinander greift. Auf der ventralen Fläche des Proc. zygomaticus befindet sich die Gelenkfläche für das Kiefergelenk, die Fossa mandibulae. Kaudal davon befindet sich das For. retroarticularis. Der Proc. occipitalis ist eine kaudale Verlängerung des Proc. zygomaticus. Die Pars squamosa vereint sich mit dem Os occipitale über die Crista temporalis.

Die Pars petrosa befindet sich rostral des Os occipitale. Die kaudale Oberfläche ist konkav, lateral befindet sich der kleine Proc. mastoideus. In einer Vertiefung zwischen Proc. jugularis und Protuberantia tympanica liegt das For. stylomastoideum.

An der Pars tympanica befindet sich die Protuberantia tympanica, aus der der Porus acusticus externus hervorragt. Als Fortsetzung der Protuberantia tympanica findet sich die Bulla tympanica (CAMARGO und MARTÍN, 2015).

#### **2.1.4. Os frontale**

Dieser paarige Knochen wird gebildet von der Pars nasalis, Pars squamosa und Pars orbitalis.

Auf der Dorsalfläche der Pars squamosa befindet sich das For. supraorbitale sowie ein Sulcus, eine Einkerbung, welche rostral zieht (CAMARGO und MARTÍN, 2015; FUENTES TAPIA, 1953). Dorsal der Orbitagrenze befindet sich das kleine For. supraorbitale accessorium, sowie eine Incisura (CAMARGO und MARTÍN, 2015). Diese Kerbe wird auch beim Guanako beschrieben, sie kann offen und geschlossen vorkommen (TORRES et al., 1986).

Der Proc. zygomaticus der Pars nasalis artikuliert mit dem Proc. temporalis des Os zygomaticum.

Die Pars orbitalis formt den größten Teil der inneren Wand und die mediale Fläche der Orbita. Dorsokaudal öffnet sich das For. supraorbitale. Die ventrale Grenze artikuliert mit der Pars perpendicularis des Os palatinum und dem Flügel des Praesphenoids. Leicht dorsal der Grenze zum Os lacrimale und der Pars perpendicularis des Os palatinum befindet sich das

For. ethmoidale (CAMARGO und MARTÍN, 2015). An der rostralen Grenze zum Os lacrimale befindet sich ein Loch, welches als „Fontanela orbitaria“ (SATO und ALVAREZ, 2015) bezeichnet wird.

#### **2.1.5. Os parietale**

Das Os parietale ist ein paariger Knochen, der den größten Teil des Schädeldachs formt. Die beiden Knochen vereinigen sich median in der Sutura sagittalis. Die konvexen Oberflächen treffen sich kaudal in der Crista sagittalis externa (AZZOPARDI, 2012; CAMARGO und MARTÍN, 2015).

#### **2.1.6. Os interparietale**

Es besteht aus zwei Knochen, die sich medial in der Crista parietalis vereinigen. Diese konkaven Knochen formen einen Teil des Dachs der Gehirnhöhle (FUENTES TAPIA, 1953).

#### **2.1.7. Os ethmoidale**

Dieser unpaare Knochen ist symmetrisch aufgebaut und umschließt die Lamina cribrosa, die Lamina perpendicularis und das Labyrinthus ethmoidalis (AZZOPARDI, 2012; CAMARGO und MARTÍN, 2015). Die Lamina perpendicularis liegt in der medianen Ebene und formt den kaudalen Teil des Nasenseptums. Sie reicht kaudal als Crista galli in die Gehirnhöhle. Die Lamina cribrosa bildet die Trennwand zwischen Gehirn und Nasenhöhle und vereinigt sich lateral mit den Flügeln des Praesphenoids, ventral mit dem Körper des Praesphenoids und dorsal mit Lamina interna des Os frontale (CAMARGO und MARTÍN, 2015). Eine weitere Aufteilung des Os ethmoidale in die Dachplatte, Lamina tectoria, die Bodenplatte, Lamina basalis und die Seitenplatte, Lamina orbitalis, wie es bei den Haussäugetieren der Fall ist (NICKEL et al., 2004d), ist in der vorliegenden Literatur über Alpakas nicht beschrieben worden.

#### **2.1.8. Os nasale**

Das paarige Os nasale hat zwei Fortsätze, einen rostralen, dorsal gelegenen Fortsatz und einen größeren lateralen, welcher sich mit dem Proc. nasalis des Os incisivum vereint und die Inc. nasoincisiva bildet. Die laterale Grenze ist leicht konkav und vereint sich mit der Maxilla und dem Proc. nasalis des Os incisivum (CAMARGO und MARTÍN, 2015).

#### **2.1.9. Os lacrimale**

Das paarige Os lacrimale beinhaltet an seiner orbitalen Oberfläche das For. lacrimale. An der fazialen Oberfläche findet sich ein Loch, „fontanelas“, welches von Os frontale, Os nasale, Os

lacrimale und Os maxillare begrenzt wird (CAMARGO und MARTÍN, 2015). Dieses wird auch „Fontanela lagrimal“ genannt (SATO und ALVAREZ, 2015; ZÁRATE et al., 2015). Weitere Begriffe hierfür sind „rostral foramen, rostral fenestra, prelacrimal vacuity, lacrimal vacuity, lacrimal fenestra, antorbital vacuity“ und „ethmoidal vacuity“ (SINGH, 2018, p.803). Diese Struktur ist ebenfalls beim Lama beschrieben (GALOTTA und STÖVER, 1994; SINGH, 2018). Dieses Loch wird von einer Membran bedeckt, es kommuniziert unmittelbar mit dem Sinus frontalis, da die Membran zwischen der Öffnung und dem Sinus unvollständig ist (ZÁRATE et al., 2015).

#### **2.1.10. Os zygomaticum**

Das Os zygomaticum geht eine Verbindung ein mit dem Proc. zygomaticus des Os frontale und mit dem Proc. zygomaticus des Os temporale, mit welchem es den Arcus zygomaticus bildet (AZZOPARDI, 2012; CAMARGO und MARTÍN, 2015; SATO und ALVAREZ, 2015).

#### **2.1.11. Maxilla**

Dieser paarige Knochen ist der größte des Gesichtsschädels und aus einem Corpus und mehreren Fortsätzen aufgebaut. Er trägt die Prämolaren und die Molaren des Oberkiefers (AZZOPARDI, 2012; CAMARGO und MARTÍN, 2015) in seinem Proc. alveolaris sowie eine Alveole für den Caninus, welcher bei der Stute inkonstant vorkommt.

Beim Alpaka gibt es weder eine Crista facialis noch einen Tuber faciale, es bestehen lediglich Rauigkeiten (CAMARGO und MARTÍN, 2015; SINGH, 2018). Auf Höhe des P2 (CAMARGO und MARTÍN, 2015), bzw. dahinter (TORRES et al., 1986) öffnet sich das For. infraorbitale für den N. infraorbitalis sowie die dazugehörigen Gefäße. An der Facies pterygoidea befindet sich medial die Fossa pterygopalatina mit dem For. maxillare, welches sich in den Canalis infraorbitalis öffnet (CAMARGO und MARTÍN, 2015). Die bei den Haussäugetieren (NICKEL et al., 2004d) ebenfalls in der Fossa pterygopalatina liegenden Öffnungen, For. sphenopalatinum und For. palatinum caudale, wurden von den behandelten Quellen über Alpakas nicht aufgeführt.

Neben dem Proc. alveolaris gibt es noch den Proc. zygomaticus und Proc. palatinus. Letzterer bildet einen großen Teil des harten Gaumens. In seiner medialen Oberfläche auf Höhe des P1 befindet sich das For. palatinum majus, welches zum Canalis palatinus major führt (CAMARGO und MARTÍN, 2015).

Die Choanen öffnen sich auf der Höhe des dritten Molaren (TORRES et al., 1986).

### **2.1.12. Os incisivum**

Das Os incisivum formt den rostralen Teil des Oberkiefers und ist aus einem Corpus, welcher in Verbindung mit der Oberlippe steht, und drei Fortsätzen aufgebaut (AZZOPARDI, 2012; CAMARGO und MARTÍN, 2015).

Der Proc. alveolaris trägt das Zahnfach für den I3. Der Proc. nasalis bildet einen Teil der lateralen Nasenwand und formt mit seinem freien Rand des Os nasale die Inc. nasoincisiva. Die Basis des harten Gaumens wird vom Proc. palatinus gebildet, hier befindet sich die Fissura palatina und weiter rostral der Canalis interincisivus (CAMARGO und MARTÍN, 2015).

### **2.1.13. Os palatinum**

Der erste Anteil des Os palatinum, die Lamina horizontalis, formt den kaudalen Teil des harten Gaumens. Ihr hinterer freier Rand ist konkav und dient dem Ansatz des weichen Gaumens.

Der zweite Teil, die Lamina perpendicularis, bildet den größten Teil des lateralen Randes der Choane. In diesem Knochen verläuft der Canalis palatinus major. An der Grenze zum Os maxillare befindet sich das For. palatinum caudale. Dorsal davon liegt das For. sphenopalatinum mit größerem Durchmesser (CAMARGO und MARTÍN, 2015).

### **2.1.14. Vomer**

Der unpaare Vomer liegt in Sulcus des Proc. palatinus der Maxilla und trägt zur Bildung des ventralen Nasenseptums bei.

### **2.1.15. Os pterygoideum**

Das Os pterygoideum ist ein paariger, gekrümmter und platter Knochen, welcher sich beidseits der Choanen befindet und ihre Wand formt. Die ventrale Extremitas ist frei und endet in einem Haken, welcher kaudal zeigt und den Proc. trochlearis (Hamulus pterygoideus laut NAV (2017)) des Pterygoids bildet.

### **2.1.16. Mandibula**

Die Mandibula wird in einen Corpus und zwei Rami gegliedert. Die Symphysis mandibularis ist komplett verschmolzen, was bei dieser Spezies eine Besonderheit darstellt. Das Corpus trägt die Incisivi, Canini, Prämolaren und Molaren. Die Canini kommen sowohl bei Hengsten als auch bei Stuten vor (CAMARGO und MARTÍN, 2015). Die Rami besitzen medial eine konkave, raue Fläche, welche sich im zentralen Teil zum For. mandibulae öffnet. Dieses wird

von dorsal zum Teil von einer Lippe bedeckt. Die Rami zeigen einen sehr hohen Proc. coronoideus (CAMARGO und MARTÍN, 2015; TORRES et al., 1986). Kaudal von jenem befindet sich der Proc. condylaris mit seiner Gelenkfläche. Des Weiteren findet sich der Proc. subcondylaris, welcher charakteristisch für diese Spezies ist.

### **2.1.17. Os hyoideum**

Das Zungenbein liegt zwischen den Ästen der Mandibula und unterstützt die Basis der Zunge, den Pharynx und den Larynx (CAMARGO und MARTÍN, 2015). Es besteht aus neun kleinen Knochen. Mittig sitzt das Basihyoid. Es dient der Vereinigung der rechten und linken Seite des Zungenbeins. Das Thyreohyoid, auch Cornu major, wird von zwei Ästen gebildet, die sich kaudal abspalten. An das Basihyoid setzt dorsal das Ceratohyoid, Cornu minor, und darauf das Epihyoid an. Den größten Teil des Zungenbeins bildet das Stylohyoid. Es zeigt dorsal und endet in zwei Extremitates, eine kleinere ventrale, Angulus styloideus, und eine größere dorsale, welche sich mit dem knorpeligen Tympanohyoid vereinigt. Dieses dient der Aufhängung des Zungenbeins am Schädel (CAMARGO und MARTÍN, 2015; SATO und ALVAREZ, 2015).

## **2.2. Muskulatur**

Es gibt keine Werke oder Veröffentlichungen, die eigens von der Muskulatur des Alpakas handeln. Vereinzelt werden Muskeln zur topographischen Beschreibung in Werken verwendet, die sich mit der Darstellung von Blutgefäßen (TORRES GONZALES, 2015) oder mit der Beschreibung von Krankheiten im Bereich des Kopfes (CEBRA et al., 2014) befassen. Bei einer Thesis über die Speicheldrüsen wurden die umliegenden Muskeln genannt, ihr Verlauf jedoch nicht näher erläutert (TAFUR HERRERA, 2017). Für die topographische Darstellung der oberflächlichen Gesichtsmuskulatur sowie der Muskeln im Bereich der Maul- und Rachenhöhle wurde auf tierartfremde Literatur zurückgegriffen (FREWEIN und SEIFERLE, 2004; KÖNIG et al., 2019a; KÖNIG et al., 2019d; LESBRE, 1903a; SMUTS und BEZUIDENHOUT, 1987h; THOMÉ, 2004).

Folgende Muskeln wurden zunächst in tierartfremder Literatur studiert und darauffolgend am Alpaka näher untersucht. Es wurden Ursprung und Ansatz sowie Verlauf der Muskeln betrachtet und der topographische Zusammenhang verzeichnet. Die Einteilung in Gruppen erfolgte in Anlehnung an das Werk „Lehrbuch der Anatomie der Haussäugetiere, Band 1“ (FREWEIN und SEIFERLE, 2004).

Tabelle 3: Muskulatur am Kopf

<b>Muskelgruppe</b>	<b>Muskelname</b>
Gesichtsmuskulatur	M. levator nasolabialis
	M. lateralis nasi
	M. levator labii superioris
	M. caninus
	M. depressor labii superioris
	M. depressor labii inferioris
	M. dilatator naris apicalis
	M. dilatator naris medialis
	M. incisivus superior
	M. incisivus inferior
	M. malaris
	M. mentalis
	M. orbicularis oris
	M. frontalis
	M. orbicularis oculi
	M. parotidoauricularis
	M. cutaneus faciei
	M. zygomaticus
	M. buccinator
Ohrenmuskulatur (Einteilung gemäß FREWEIN und SEIFERLE (2004, p.301- 303) nach Funktionalität)	Schildspanner, M. scutularis
	- M. frontoscutularis
	- M. zygomaticoscutularis
	- M. interscutularis
	- M. cervicoscutularis
	Niederzieher der Ohrmuschel, M. parotidoauricularis
	Auswärtszieher der Ohrmuschel, Mm. auriculares caudales
	- M. cervicoauricularis medius
	- M. cervicoauricularis profundus
	Heber der Ohrmuschel, Mm. auriculares dorsales
	- M. cervicoauricularis superficialis
	- M. parietoauricularis
	- M. parietoscutularis
	- M. scutuloauricularis superficialis accessorius
	Einwärtszieher der Ohrmuschel, Mm. auriculares rostrales
	- M. scutuloauricularis superficialis dorsalis
	- M. scutuloauricularis superficialis medius
	- M. scutuloauricularis superficialis ventralis
	- M. zygomaticoauricularis
	Dreher der Ohrmuschel, Mm. auriculares profundi
- M. scutuloauricularis profundus major	
- M. scutuloauricularis profundus minor	
Kaumuskulatur	M. masseter
	M. temporalis
	M. digastricus
	M. pterygoideus medialis
	M. pterygoideus lateralis

Gaumensegelbeweger	M. palatinus
	M. tensor veli palatini
	M. levator veli palatini
Schlundkopfschnürer	M. palatopharyngeus
	M. pterygopharyngeus
	M. stylopharyngeus rostralis
	M. hyopharyngeus
	M. thyreopharyngeus
	M. cricopharyngeus
Schlundkopferweiterer	M. stylopharyngeus caudalis
Zungenmuskeln	M. lingualis proprius
	M. genioglossus
	M. hyoglossus
	M. styloglossus
Zungenbeinbeweger	M. mylohyoideus
	M. geniohyoideus
	M. stylohyoideus
	M. occipitohyoideus
	M. ceratohyoideus
	M. thyreohyoideus
	M. hyoideus transversus
	M. hyoepiglotticus

### 2.3. Leitungsbahnen

Bei der Betrachtung der Muskulatur sollten die umliegenden Nerven und Gefäße beschrieben werden. Für die Bestimmung von Blutgefäßen und Nerven wurde als artfremde Literatur die Anatomie des Dromedars sowie die der Haussäugetiere hinzugezogen (KÖNIG et al., 2019b; KÖNIG et al., 2019c; NICKEL et al., 2004b; SMUTS und BEZUIDENHOUT, 1987b; e; g; WAIBL et al., 2005a; WAIBL et al., 2005b).

#### 2.3.1. Nerven

Zu den wenigen beim Alpaka beschriebenen Nerven gehört der N. facialis. Dieser liegt oberflächlich und leicht verletzbar (SINGH, 2018). Nach DEMMEL (1980) fehlt dem Alpaka der periphere N. accessorius. Der N. vagus verläuft nahe am Ggl. cervicale craniale, verbindet sich mit den Fasern des sympathischen Nervs und bildet den Truncus vagosympathicus. Vor der Vereinigung mit den Fasern des Ganglions zieht ein Ast des N. vagus gemeinsam mit Nervenfasern des N. glossopharyngeus zur Pharynxwand. Die beiden Nerven der Vagusgruppe sowie das Ggl. cervicale craniale lateral überkreuzend zieht der N. hypoglossus zur Zunge (DEMMELE, 1980).

Aufgrund der lückenhaften Literatur zum Alpaka oder auch zum Lama werden im Folgenden jene Nerven, welche für diese Arbeit von Bedeutung sind, beim Dromedar beschrieben

(SMUTS und BEZUIDENHOUT, 1987e).

Der zweite Hirnnerv, der N. opticus, verläuft durch den Canalis opticus des Os praesphenoidale zum Auge.

Aus dem For. orbitorotundum tritt der N. maxillaris des N. trigeminus aus. Er spaltet sich in den N. zygomaticus, den N. pterygopalatinus und den N. infraorbitalis. Der N. zygomaticus dient der Innervation der Haut der Augenlider, der Temporalregion und des lateralen Augenwinkels. Der N. pterygopalatinus teilt sich in die Nn. palatini, für das Zahnfleisch der Oberkieferzähne und für den harten und weichen Gaumen, und den N. nasalis caudalis, für die Nasenhöhle. Der N. infraorbitalis passiert den Canalis infraorbitalis und innerviert die Oberkieferzähne, den Sinus maxillaris und die Haut der Oberlippe und der Nasenregion.

Der N. mandibularis verlässt die Schädelhöhle über das For ovale. Er teilt sich in den N. masticatorius, welcher über die Nn. temporales profundi und den N. massetericus den M. temporalis und M. masseter innerviert, den N. pterygoideus lateralis und N. pterygoideus medialis zur Versorgung des M. pterygoideus lateralis und M. pterygoideus medialis, und den N. buccalis zur Innervation der Schleimhaut der Backe. Des Weiteren teilt der N. mandibularis sich in den N. auriculotemporalis und den N. lingualis. Der N. auriculotemporalis teilt sich in den N. auricularis rostralis und den N. transversus faciei für die Backenregion, wo er mit Fasern des N. facialis anastomosiert. Nahe seines Ursprungs erhält der N. lingualis die Chorda tympani des N. facialis. Der N. lingualis gibt Rr. linguales in die Zunge ab und den N. sublingualis an den präfrenulären Mundhöhlenboden. Weitere Aufspaltungen des N. mandibularis sind der N. alveolaris inferior, welcher durch den Alveolarkanal zu den Unterkieferzähnen und als Nn. mentales zu Kinn und Unterlippe zieht, und der N. mylohyoideus, welcher den rostralen Teil des M. digastricus, den M. mylohyoideus und einen Teil der kutanen Intermandibuläreregion versorgt.

Durch das For. stylomastoideum treten die Äste des N. facialis aus. Hierzu gehört der N. auriculopalpebralis, welcher dorsal über den Arcus zygomaticus zieht und sich in den R. auricularis rostralis, für die rostralen und ventralen Ohrenmuskeln, und den R. zygomaticus, zur Innervation des M. orbicularis oculi, M. frontalis und M. levator nasolabialis, teilt. Zwei weitere Äste des N. facialis sind der R. buccalis dorsalis, dieser zieht über die laterale Oberfläche des M. masseter, und der R. buccalis ventralis, jener verläuft entlang des kaudalen und ventralen Randes des M. masseter. Die Rr. buccales versorgen die Muskeln der Backe, Lippen und Nase. Sie anastomosieren mit dem R. transversus faciei des N. mandibularis.

Die Vagusgruppe tritt durch das For jugulare an die Oberfläche des Hirnschädels. Der extrakranielle Teil des N. accessorius fehlt beim Dromedar.

Der N. hypoglossus verlässt den Schädel durch den Canalis nervi hypoglossi des Os occipitale. Er verläuft entlang des kaudolateralen Randes des Stylohyoids und innerviert die Muskeln der Zunge (SMUTS und BEZUIDENHOUT, 1987e).

### **2.3.2. Arterien**

Die A. carotis communis entlässt die A. occipitalis, die A. carotis externa und die A. carotis interna. In der vorliegenden Literaturquelle kam die A. carotis interna bei einer untersuchten Tiergruppe vor und bei einer anderen nicht (TORRES GONZALES, 2015). Außerdem geht die A. condylaris ab. Die Gefäßabzweigungen liegen entweder nahe beieinander oder teilen sich den Ursprungsast (O'BRIEN, 2017). Kaudal vom Tympanohyoid entspringt ein Gefäß, welches die hintere Ohrregion versorgt. Es entspricht der A. auricularis caudalis bei anderen Paarhufern (O'BRIEN, 2017; SMUTS und BEZUIDENHOUT, 1987b). O'BRIEN (2017) bezeichnet es als „common auricular artery“. Diese gibt wiederum medial die A. stylomastoidea ab. An ihrem Ende spaltet sie sich in einen kaudalen und einen rostralen Abschnitt. Der kaudale Abschnitt versorgt das Hinterhaupt und den Ohrknorpel, während das rostrale Ende den Rest des Ohres abdeckt und einen kräftigen Ast an den vorderen Teil des M. temporalis abgibt (O'BRIEN, 2017). TORRES GONZALES (2015) beschreibt dieses Gefäß als Truncus auriculofacialis, welcher sich wiederum in die A. auricularis caudalis und A. facialis spaltet. Die A. auricularis caudalis teilt sich in A. auricularis profunda und A. transversa faciei (TORRES GONZALES, 2015). Letztere entspringt laut O'BRIEN (2017) aus der A. temporalis superficialis.

Aus der A. carotis externa gehen ein Truncus auriculofacialis, die A. lingualis und die A. maxillaris ab (TORRES GONZALES, 2015). Es gibt keinen Truncus linguofacialis, die A. facialis besitzt einen eigenen Ursprung an der lateralen Wand der A. carotis externa. Die A. facialis zieht vom kaudalen Teil der Mandibula auf die Lateralseite und verläuft dann oberflächlich. Sie gibt Äste zu den Kau- und Backenmuskeln ab und endet in der Aufteilung zur A. labialis superior und inferior (O'BRIEN, 2017).

Die ventral aus der A. carotis externa hervorgehende A. lingualis verläuft kaudal des Stylohyoids, von ihr spaltet sich die A. sublingualis ab. Diese ist relativ kräftig ausgeprägt und kompensiert die nicht vorhandene A. submentalis. Sie läuft entlang des ventralen Randes der Mandibula und versorgt die Gl. sublingualis, den Mundhöhlenboden und den präfrenulären Mundhöhlenboden.

Der letzte Abgang der *A. carotis externa* ist die feine *A. temporalis superficialis*. Aus ihrem vorderen Teil entspringt die *A. transversa faciei*, welche sich um den kaudalen Rand der *Mandibula* auf Höhe des Kiefergelenks windet und von dort die Gelenkkapsel und einen kleinen Teil des *M. masseter* speist.

Die *A. maxillaris* entlässt einen Abzweig für mehrere Gefäße. Die *A. temporalis profunda caudalis*, welche in der Tiefe am hinteren Rand des *Proc. coronoideus* verläuft und den *M. temporalis* versorgt, die *A. masseterica* und die *A. alveolaris inferior*. Letztere tritt durch das *For. mandibulae* in den *Canalis mandibulae* ein (O'BRIEN, 2017) und entlässt *Aa. dentales* sowie die *A. mentalis anterior* und *posterior* (TORRES GONZALES, 2015).

Ein weiterer Abzweig der *A. maxillaris* wird durch die *A. buccalis* beschrieben. Die *Rami pterygoidei* werden zur Versorgung der gleichnamigen Muskeln abgespalten. Gemeinsam mit ihnen zweigt die *A. temporalis profunda rostralis* ab und versorgt den rostralen Teil des *M. temporalis*. Die Endaufzweigung der *A. maxillaris* geschieht in die mediale *A. ophthalmica interna*, die oberständige *A. malaris* und die rostral ziehende *A. infraorbitalis*. Die *A. malaris* richtet sich nach dorsal und durchtritt die *Orbita* durch die Kerbe auf Höhe der „*lacrimal fossa*“. Sie versorgt die oberflächlichen Anteile der *Orbita* und den kaudalen Teil des Gesichts. Die *A. infraorbitalis* ist zweigeteilt in einen schwächeren medialen und einen stärkeren lateralen Teil. Der mediale Anteil, die *A. palatina descendens*, teilt sich in die *A. palatina major*, *A. palatina minor* und *A. sphenopalatina*, welche den harten und weichen Gaumen, das Nasenseptum, den inneren Nasenvorhof und die Turbinalien versorgen. Der laterale Teilungsast zieht durch den *Canalis infraorbitalis* (O'BRIEN, 2017). Als Fortsetzung der *A. infraorbitalis* findet sich die *A. labialis superioris* (TORRES GONZALES, 2015). Laut SMUTS und BEZUIDENHOUT (1987b) teilt man beim Dromedar weiterhin in eine *A. nasalis lateralis* und *dorsalis* ein.

### 2.3.3. Venen

Mangels vorhandener Literatur über die venösen Strukturen des Alpakas wird hier das venöse System des Dromedars kurz erläutert (SMUTS und BEZUIDENHOUT, 1987g).

Das hauptabführende Gefäß des Kopfes, die *V. jugularis externa*, teilt sich in die *V. linguofacialis* und die *V. lingualis*. Auf Höhe des *Ln. mandibularis* teilt sich die *V. lingualis* in die *V. sublingualis* und *V. submentalis*. Die *V. sublingualis* sammelt das Blut aus dem Mundhöhlenboden und gibt unterhalb des *M. mylohyoideus* die *V. profunda linguae* ab, welche die Zunge versorgt. Die *V. submentalis* dient dem Abfluss der Region zwischen den Mandibularkörpern. An der rostralen Kante des Zungenbeins vereinen sich die linke und

rechte V. submentalialis zum Arcus hyoideus.

Mit einem rostradorsalen Verlauf zieht die V. facialis über den M. masseter. Rostroventral von der Orbita erreicht sie den Nasenrücken. Sie gibt die V. masseterica ventralis an den M. masseter, die V. labialis inferior superficialis und profunda an die Unterlippe, die V. buccalis superficialis an die Backenregion, die V. lateralis nasi und dorsalis nasi an die Nase und die V. angularis oculi an den medialen Augenwinkel ab. Die V. facialis geht Anastomosen mit der V. faciei profunda in der kaudalen Backenregion, der V. transversa faciei unterhalb des lateralen Augenwinkels und der V. frontalis, medial des Auges auf dem Nasenrücken, ein. Die V. faciei profunda gibt die V. buccalis profunda ab.

Die V. frontalis zieht durch den Canalis supraorbitalis und tritt als V. ophthalmica externa dorsalis hervor. Sie vereinigt sich mit den Gefäßen des Plexus ophthalmicus, welcher durch das For. orbitorotundum ins Schädelinnere in den Sinus cavernosus zieht.

Unterhalb der Gl. parotis, entlang der Kaudalkante der Mandibula, befindet sich die V. maxillaris. Sie entlässt die V. auricularis caudalis, welche entlang des hinteren Randes der Gl. parotis verläuft. Diese setzt sich aus der V. auricularis lateralis, V. auricularis intermedia, V. auricularis medialis, V. auricularis profunda, V. occipitalis und den Rr. glandulares zusammen. Des Weiteren gehen aus der V. maxillaris die V. auricularis rostralis und die V. temporalis superficialis hervor. Diese anastomosieren mit dem Plexus temporomandibularis. Zur Versorgung der lateralen Augenregion und der Region des M. masseter entlässt die V. maxillaris die V. transversa faciei. Diese anastomosiert mit der V. facialis, der V. supraorbitalis und dem Plexus temporomandibularis. Der letzte Abzweig ist die V. temporalis profunda. Sie versorgt die tiefe temporale Region. Weiterhin anastomosiert sie mit der V. faciei profunda und der V. ophthalmica externa ventralis (SMUTS und BEZUIDENHOUT, 1987g).

## **2.4. Mundhöhle**

### **2.4.1. Allgemeines zur Mundhöhle**

Die Oberlippe des Alpakas ist mittig durch ein Philtrum zweigeteilt. Jede Hälfte kann sich unabhängig bewegen, was zu einer hohen Motilität derselben führt. Die Unterlippe ist weniger beweglich als beispielsweise die der kleinen Wiederkäuer. Während bei anderen Wiederkäuern die Zunge bei der Futteraufnahme eine entscheidende Rolle spielt, ermöglichen diese Eigenschaften der Oberlippe dem Alpaka ein wählerisches Vorgehen bei der Selektion und Aufnahme des Futters (CEBRA, 2014b; FOWLER, 2011b; c).

Die Mundhöhle des Alpakas ist verhältnismäßig klein. Das Alpaka besitzt einen langen weichen Gaumen und einen engen Oropharynx (CEBRA, 2014b). Dies und die Unfähigkeit das Maul weit zu öffnen erschwert die Untersuchung der und den Zugang zur Mundhöhle (CEBRA, 2014b; FOWLER, 2011a). Der Oropharynx ist im kaudalen Teil weitgehend von dem Hauptmuskelanteil der Zunge ausgefüllt, der sich als Kuppel darstellt. Obgleich sich die Zunge des Alpakas nicht annähernd so weit aus der Maulhöhle vorverlagern lässt wie beim Rind, so ist ihre Spitze doch einigermaßen beweglich (CEBRA, 2014b; FOWLER, 2011b; SINGH, 2018). Alpakas strecken ihre Zunge selten aus der Mundhöhle hervor. In der Regel lecken sie weder ihre Jungen noch sich selber. Salzsteine werden eher angekauert als abgeleckt (FOWLER, 2011c). Auf der Zunge befinden sich vier Arten von Papillen, Papillae filiformes, conicae, fungiformes und circumvallatae. Im Bereich des Mundwinkels trägt die Backenschleimhaut hohe Papillae conicae, im kaudalen Drittel der Backenschleimhautoberfläche sind diese Papillae conicae weit und „bunoförmig“ mit vielen Pseudopapillen (GOZDZIEWSKA-HARLAJCZUK et al., 2015).

#### 2.4.2. Zähne

Die Zahnformeln des Alpakas lauten wie folgt (GUNSSER, 2019):

*Tabelle 4: Zahnformel Dentis decidui*

	Incisivi (dI)	Canini (dC)	Prämolares (dP)
Oberkiefer	1-2	1	3
Unterkiefer	3	1	2

*Tabelle 5: Zahnformel Dentis permanentes*

	Incisivi (I)	Canini (C)	Prämolares (P)	Molares (M)
Oberkiefer	1	1	2	3
Unterkiefer	3	1	1	3

Die Incisivi der Alpakas besitzen im Querschnitt eine rechteckige Form, der Zahnschmelz befindet sich lediglich auf der labialen Seite. Im Vergleich dazu findet sich beim Lama eine löffelartige Form und zirkulär angeordneter Zahnschmelz (WHEELER, 1982). Laut GAULY et al. (2019a) ist die linguale Seite auch mit Zahnschmelz bedeckt, jedoch geringer als beim Lama.

Kameliden charakterisieren sich unter anderem durch echte Canini in Ober- und Unterkiefer,

die durch ein Diastema von den Prämolaren getrennt sind (WHEELER, 1982; 2012).

Die Backenzähne, die Prämolaren und Molaren, haben eine selenodonte Form (WHEELER, 1982). Hinsichtlich der Wurzeln und Infundibula, Zahnschmelzeinstülpungen, sind Unterschiede im Ober- und Unterkiefer zu verzeichnen. Infundibula finden sich ausschließlich bei den Molaren, wo sie paarweise vorkommen. Die Wurzeln sind wie folgt organisiert (FOWLER, 2011f):

*Tabelle 6: Wurzeln der Backenzähne (gemäß FOWLER (2011f))*

	P1	P2	M1	M2	M3
Oberkiefer	3	3	4	4	4
Unterkiefer	2	2	2	2	3

### 2.4.3. Speicheldrüsen

Entlang des kaudalen Randes des Unterkiefers liegen beim Alpaka die beiden prominentesten Speicheldrüsen. Sehr oberflächlich findet sich die seröse Gl. parotis, die Ohrspeicheldrüse, (CEBRA, 2014b). Sie befindet sich unterhalb des M. cutaneus faciei und M. parotidoauricularis (TAFUR HERRERA, 2017). Weiter ventral und medial davon liegt die Gl. mandibularis, die Unterkieferdrüse. Sie produziert mukoseröses Sekret. Innerhalb der Mundhöhle in der bukkalen, palatinalen, sublingualen und labialen Region finden sich noch weitere muköse Speicheldrüsen (CEBRA, 2014b).

Der Ausführungsgang der Gl. parotis, Ductus parotideus, wird aus zwei Primärgängen geformt, welche wiederum aus vier bis fünf Sekundärgängen entstehen (TAFUR HERRERA, 2017). Er verläuft nach kranial auf dem M. masseter, 1-1,5 cm dorsal der V. facialis (SINGH, 2018), nahezu parallel zum N. facialis (TAFUR HERRERA, 2017) und der A. facialis (CEBRA, 2014b). Seine Öffnung befindet sich über einer deutlichen Papille auf der Innenseite der Backe in die Mundhöhle. Beim adulten Tier liegt diese zwischen den Prämolaren und den Molaren des Oberkiefers, 0,1 cm oberhalb der Zahnfleischgrenze (CEBRA, 2014b; FOWLER, 2011b). Zur Orientierung für die Öffnung des Ductus parotideus von außerhalb der Mundhöhle kann eine vertikale Linie vom rostralen Augenwinkel nach ventral gezogen werden (FOWLER, 2011b).

Die Gl. mandibularis liegt zwischen dem M. occipitomandibularis und M. digastricus. Sie weist eine vordere, eine innere und eine lateralen Fläche auf. Im mittleren Teil der lateralen Fläche befindet sich eine schräge Furche für die V. jugularis externa (TAFUR HERRERA, 2017).

Der Ausführungsgang der Gl. mandibularis, Ductus mandibularis, entspringt dem mittleren Drittel des Rostralrands der Drüse. Er zieht zwischen dem M. digastricus und M. pterygoideus medialis nach rostroventral. Ventral von ihm liegt die Gl. sublingualis. Er passiert den oberflächlichen Teil des M. styloglossus und M. genioglossus sowie den N. lingualis (TAFUR HERRERA, 2017) und mündet weit rostral am präfrenulären Mundhöhlenboden auf der Papilla sublingualis (CEBRA, 2014b; FOWLER, 2011b; TAFUR HERRERA, 2017).

Die Gl. sublingualis befindet sich zwischen dem M. styloglossus, M. genioglossus und M. mylohyoideus. Ihre Ausdehnung reicht vom rostralen Rand des M. pterygoideus zur Symphyse der Mandibula. An ihrem Ventralrand trifft sie auf A. und V. lingualis sowie den Ductus mandibularis. Die Ausführungsgänge eines jeden Drüsenlappens sind fein und kurz, sie münden direkt in die Backenhöhle. Sie enden auf kleinen kaum merklichen Papillen in der Schleimhaut des sublingualen Mundhöhlenbodens (TAFUR HERRERA, 2017) im Bereich der Zungenwurzel (ERDOĞAN et al., 2016).

Die Gll. buccales des Alpakas ist in der vorliegenden Literatur nicht eingehender beschrieben worden. Beim Dromedar sind sie genauer aufgeführt (SMUTS und BEZUIDENHOUT, 1987h). Sie bestehen aus drei Paketen, den Gll. buccales dorsales, Gll. buccales intermediae und Gll. buccales ventrales. Die dorsalen Drüsenpakete befinden sich auf Höhe der Backenzähne des Oberkiefers und sind nicht klar von der mittleren Gruppe abgrenzbar. Sie erstrecken sich unterhalb des Ductus parotideus von der Höhe des Mundwinkels bis zur vorderen Grenze des M. masseter. Ein kleiner Anteil von Drüsenpaketen zieht von unterhalb des M. masseter nach kaudal auf die Maxilla. Auf der Tuberositas maxillae (Tuber faciale laut NAV (2017)) sitzt eine kompakte Drüse. Diese wird auch Gl. zygomatica genannt und hat einen einzelnen Ausführungsgang. Die restlichen Drüsenpakete der dorsalen Backendrüse besitzen zahlreiche Ausführungsgänge. Die Gll. buccales intermediae liegen direkt über den Gll. buccales ventrales, erstrecken sich vom Mundwinkel bis zum Rand des M. masseter und bestehen aus Drüsenpaketen, die in den M. buccinator eingelagert sind. Sie gehen ohne klare Grenze in die Gll. buccales dorsales über. Die Ausführungsgänge münden jeweils auf der Basis der buccalen Papillen. Die ventralen Backendrüsen formen eine kompakte dreieckige Drüse, die sich gut abgegrenzt an der lateralen Seite des Unterkiefers befindet. Die Spitze liegt auf Höhe des Mundwinkels, die Basis liegt an der rostralen Kante des M. masseter. Sie öffnet sich über mehrere Ausführungsgänge in die Mundhöhle (SMUTS und BEZUIDENHOUT, 1987h).

## **2.5. Nasenhöhle**

### **2.5.1. Allgemeines zur Nasenhöhle**

Im Vergleich zu den verwandten Altweltkameliden können Alpakas die Nasenlöcher nicht verschließen (CEBRA, 2014a; SINGH, 2018). Die Nase selbst ist biegsamer und weniger gestützt als bei anderen Tieren, da die Nasenknorpel nicht so weit rostral reichen (SINGH, 2018).

Der weiche Gaumen ist länger als beispielsweise beim Wiederkäuer, was die Kameliden zu obligaten Nasenatmern (FOWLER, 2011b; SMUTS und BEZUIDENHOUT, 1987h), bzw. semi-obligaten Nasenatmern, macht, die nicht über eine lange Zeit durchs Maul atmen können (ANDERSON, 2013a). Das kaudale Ende des weichen Gaumens liegt gewöhnlich ventral der Epiglottis (SINGH, 2018). Da die gleichzeitige Atmung und Futteraufnahme nur schwierig zu bewerkstelligen sind, würde eine längerfristig bestehende Nasenobstruktion zum Tode führen. Ihre engen Nasengänge erschweren die Verwendung von diagnostischen und therapeutischen Hilfsmitteln wie dem Endoskop oder Nasenschlundsonden (FOWLER, 2011b).

### **2.5.2. Conchen**

Das Alpaka besitzt zwei Labyrinthus ethmoidales, welche durch ein Nasenseptum getrennt sind. Dieses besitzt die Lamina perpendicularis des Os ethmoidale als knöcherne Grundlage (CAMARGO und MARTÍN, 2015).

Es finden sich drei Conchen, die Concha nasalis dorsalis, media und ventralis. Die ventrale Nasenmuschel ist die größte der drei, ihr kaudaler Teil wird von der Innenwand der Maxilla gebildet und sie verbindet sich mit der Crista conchalis der Maxilla. Ventral dieser Nasenmuschel liegt der Meatus nasi ventralis. Der Spalt zwischen der ventralen Oberfläche der dorsalen Nasenmuschel und der dorsalen Oberfläche der ventralen Nasenmuschel wird als Meatus nasi medius bezeichnet. Zwischen Concha nasalis dorsalis und dem Nasendach befindet sich der Meatus nasi dorsalis. Medial am Nasenseptum liegt der Meatus nasi communis (CAMARGO und MARTÍN, 2015).

Auf Höhe der Molaren, ca. 8 cm kaudal der Nares, endet das Nasenseptum, der ventromediale Teil des ventralen Nasengangs verbreitert sich und es bildet sich der Meatus nasi communis. Hierdurch kann die gesamte kaudale Nasenhöhle mit Hilfe eines Endoskops im ventralen Nasengang untersucht werden. (CEBRA, 2014a; SINGH, 2018).

### 2.5.3. Nasennebenhöhlen

Beim Alpaka existieren der Sinus frontalis und Sinus maxillaris, sie kommunizieren durch das For. frontomaxillare. Der Sinus frontalis ist wie bei kleinen Wiederkäuern in eine mediale und eine laterale Bucht unterteilt. Der Sinus maxillaris ist über eine Öffnung mit der Nasenhöhle verbunden. Die von einer dünnen Membran bedeckte „Fontanela lagrimal“ stellt eine direkte Verbindung in den Sinus frontalis dar (ZÁRATE et al., 2015). Die Zahnfächer der Oberkieferbackenzähne ragen in den Sinus maxillaris (SINGH, 2018).

### 2.5.4. Tränennasenkanal

Die Puncta lacrimalia befinden sich 5 bis 7 mm vom medialen Augenwinkel. Man kann eine Kanüle in sie einführen. Der Gang folgt dem üblichen Muster (SINGH, 2018). Bei den Haussäugetieren sehen die ableitenden Tränenwege wie folgt aus: Die Tränenpunkte, Puncta lacrimalia, öffnen sich zu den Tränenröhrchen, Canaliculi lacrimales. Diese münden in den undeutlich abgegrenzten Tränensack, Saccus lacrimalis. Von dort führt der Tränenkanal, Ductus lacrimalis, als dünne häutige Röhre in die Nasenhöhle. Zuerst durchläuft dieser den knöchernen Anteil im Os lacrimale, dann zieht er in die Tränenrinne an der Innenfläche der Maxilla durch die Nasenhöhle in Richtung des Nasenlochs (NICKEL et al., 2004c). Die Öffnung des Tränennasenkanals des Alpakas in die Nasenhöhle befindet sich an der medialen Wand des lateralen knorpelgestützten Nasenflügels, gerade noch ohne Endoskop einsehbar (CEBRA, 2014a), ca. 1 bis 2 cm dorsal vom Nasenhöhlenboden am Übergang zur Schleimhaut (FOWLER, 2011e; SINGH, 2018).

## 2.6. Lymphknoten

Die Lymphknoten des Alpakas sind in der Regel von außen nicht zu palpieren (SINGH, 2018).

Dromedare besitzen drei Lymphzentren in der Kopffregion. Das Lymphocentrum parotideum hat ein oder zwei oberflächliche Lymphknoten, Lnn. parotidai superficiales. Diese befinden sich am dorsokraniellen Rand der Gl. parotis. Das Lymphocentrum mandibulare besteht aus dem Ln. mandibularis und dem Ln. pterygoideus. Ersterer liegt an der rostralen Grenze der Unterkieferspeicheldrüse zwischen den beiden Mandibulaästen. Der Ln. pterygoideus ist am rostralen Rand des M. pterygoideus medialis aufzufinden. Die ein bis zwei medialen retropharyngealen Lymphknoten, Lnn. retropharyngei mediales, formen das Lc. retropharyngeum. Es befindet sich zwischen der V. jugularis und der A. carotis communis im Rachen. Für gewöhnlich lassen sich keine lateralen pharyngealen Lymphknoten finden (SMUTS und BEZUIDENHOUT, 1987c).

### **3. Behandlungen im Bereich der Mund- und Nasenhöhle**

#### **3.1. Zahnbehandlungen der Incisivi**

Im Vergleich zu Lamas, bei welchen der Zahnschmelz zirkulär angeordnet ist, besitzen Alpakas lediglich auf der labialen Seite der Incisivi Zahnschmelz (WHEELER, 1982). Demnach nutzen sich die Zähne bei Alpakas schneller ab. Hierbei ist zu erwähnen, dass die Zähne nicht endlos wachsen, sondern bereits angelegt sind und lediglich nachschieben, um den abgenutzten Bereich auszugleichen. Alpakas haben demnach längere Schneidezahnwurzeln als Lamas. Bei korrekt angelegten Schneidezähnen schieben die Incisivi des Unterkiefers so lange nach, bis sie mit der Kauplatte Kontakt haben. Bei dem häufig vorkommenden Überbiss müssen die Zähne regelmäßig kontrolliert und bei Bedarf gekürzt werden. Bei Zahn- beziehungsweise Kieferfehlstellungen besteht reduzierter oder eventuell kein Kontakt zur Kauplatte. Zu lange Schneidezähne behindern den Bewegungsspielraum der Lippen und damit die Futteraufnahme. Bei Bedarf müssen jene Schneidezähne, welche über die Kauplatte hinausragen, auf Höhe der Kauplatte abgetrennt werden und die Bissstellung bestmöglich rekonstruiert werden. Dies muss in Vollnarkose durch einen Tierarzt mit geeigneten Diamantschleifscheiben durchgeführt werden (GUNSSER, 2019).

Alpakas zerkleinern ihr Futter durch eine Reibebewegung bei der sich der Unterkiefer gegen den Oberkiefer schiebt. Der Unterkiefer ist schmaler als der Oberkiefer und die Backenzähne des Oberkiefers sind breiter als die des Unterkiefers. Die Kaufläche ist leicht abgeschrägt. Im Oberkiefer ist die bukkale Zahnseite länger als die der lingualen Seite, im Unterkiefer verhält es sich umgekehrt. Die Kaubewegung verläuft von vorne betrachtet in einer liegenden Acht. Die Spitzen der Backenzähne an der jeweils längeren Seite (Oberkieferbackenzähne labial, Unterkieferbackenzähne lingual) und die Spitzen im Zentrum des Zahns sind für die Futterzerkleinerung notwendig. Durch die schräge Kaubewegung werden die mittleren und die Spitzen der kurzen Seite schneller abgenutzt, als die der langen Seite. Es ist sehr wichtig bestehende Spitzen bei Zahnbehandlungen nicht zu kürzen. Sie bergen keine Gefahr für die wenig bewegliche Zunge, werden sie jedoch gekürzt, führt dies dazu, dass man den Tieren die Möglichkeit nimmt, effektiv zu kauen (GUNSSER, 2019).

#### **3.2. Zahnwurzelerkrankungen der Backenzähne**

Bei NWKs kommt es häufig zu Zahnwurzelabszessen, meistens im Unterkiefer (CEBRA et al., 1996), wobei der M2 am häufigsten betroffen ist, dann M1, M3 und am seltensten P2

(CEBRA, 2014b). Diese Erkrankung ist meistens im Alter von vier bis acht Jahren zu beobachten (ANDERSON, 2013d; SINGH, 2018). Bei Zahnwurzeln des Oberkiefers kann es zu einer sekundären Sinusitis kommen. Diese wird in der Regel durch die Extraktion des betroffenen Zahns und dem Einlegen einer Drainage behoben (CEBRA, 2014a; MIESNER et al., 2014).

Eine weitere Option der Behandlung neben der antibiotischen und antiinflammatorischen Therapie stellt die chirurgische Versorgung dar, besonders wenn die Erkrankung bereits im chronischen Stadium ist (MIESNER et al., 2014). Die am häufigsten angewandte Methode ist die Repulsion (CEBRA, 2014b) und Extraktion (DUNCANSON, 2012b; FOWLER, 2011f), gefolgt von der Hemiextraktion. Seltener wird eine Wurzelbehandlung durchgeführt (CEBRA, 2014b).

Vor der Behandlung ist eine Röntgenaufnahme angeraten, um die genaue Lage des erkrankten Zahns zu bestimmen (ANDERSON, 2013d; DUNCANSON, 2012b).

Zur Anästhesie gibt es verschiedene Aussagen. Einige Quellen beschreiben eine notwendige Vollnarkose mit eventueller zusätzlicher Leitungsanästhesie im Unterkiefer (FOWLER, 2011f; MIESNER et al., 2014), dagegen steht die Aussage, dass eine Zahnextraktion unter Sedation und Lokalanästhesie durchgeführt werden kann. Hierbei wird die Leitungsanästhesie verschiedener Nerven beschrieben. Der N. infraorbitalis kann durch das For. infraorbitale, welches palpierbar ist, erreicht werden (SINGH, 2018). Um den N. mentalis zu anästhesieren wird eine Nadel in das For. mentale eingeführt. Dieses befindet sich zwei bis drei cm kaudal der Incisivi des Unterkiefers. Außerdem kann der N. alveolaris inferior an seinem Eintritt in den Ramus mandibulae, in das medial liegende For. mandibulae, betäubt werden (MIESNER et al., 2014; SINGH, 2018).

Während P1 und P2 durch die Mundhöhle zu erreichen sind, müssen die restlichen Backenzähne, wenn sie nicht schon gelockert sind, auf anderem Wege extrahiert werden.

Die oberen Zahnwurzeln sind für eine Zahnexpulsion durch den Sinus maxillaris zu erreichen. Hierbei orientiert man sich dorsal der „facial crest“ (FOWLER, 2011f, p.140; SINGH, 2018, p.808) und ventral an einer gedachten Linie vom medialen Augenwinkel zum For. infraorbitale. Es muss der Canalis infraorbitalis geschont werden, welcher zwischen den medialen und lateralen Zahnwurzeln liegt (FOWLER, 2011f; SINGH, 2018). Ebenfalls wird auf diese Weise der knöcherne Anteil des Ductus nasolacrimalis nicht verletzt (FOWLER, 2011f). Den hintersten Molaren des Oberkiefers, dessen Wurzeln ventral der Orbita liegen,

kann man durch eine Trepanationsöffnung erreichen. Hierfür wird der M. masseter von der „facial crest“ gelöst und das Os zygomaticum am tiefsten Punkt der Orbita eröffnet (FOWLER, 2011f; SINGH, 2018). Die Nerven, Blutgefäße und vor allem der Ductus parotideus müssen identifiziert und beiseite geschoben werden, bevor man weiter in die Tiefe arbeitet. Großer Druck auf den Trepan muss vermieden werden, um den Knochen nicht zu frakturieren, vor allem bei Eröffnung eines Sinus (FOWLER, 2011f).

Zur Zahnextraktion der Molaren des Unterkiefers eignet sich besonders ein ventrolateraler Zugang, bei dem Haut, Unterhaut und Periost eröffnet und die laterale Alveolarplatte entfernt werden (ANDERSON, 2006; FOWLER, 2011f; MIESNER et al., 2014; NIEHAUS, 2009). Die Mandibula der Kameliden ist fragil, oftmals kommt es während der Repulsion zu einer Fraktur. Bei Trepanation und Zahnextraktion bestehen die Risiken einer Fraktur der medialen oder lateralen Seite von Mandibula oder Maxilla und der Verletzung des N. infraorbitalis, N. facialis, Ductus nasolacimalis und Ductus parotideus (FOWLER, 2011f).

### **3.3. Speicheldrüsenerkrankungen**

Bei der palpatorischen Untersuchung des Digestionsapparates des Alpakas werden die Lippen, die Mundschleimhaut, die Zunge, die Zähne und allgemein die Mundhöhle untersucht. Weiterhin werden Maxilla und Mandibula nach knöchernen Zubildungen abgetastet und der Intermandibularraum, der retropharyngeale Bereich und die Haut über dem Kiefer palpiert. Auf diese Weise können vergrößerte Speicheldrüsen diagnostiziert werden (CEBRA, 2014b). Eine Schwellung der Speicheldrüsen kann auf eine Sialolithiasis zurückzuführen sein. Die Konkreme bestehen aus Kalziumkarbonat und kommen bei Kameliden eher selten vor. Sie können in der Speicheldrüse entstehen, je nach Größe werden sie über den Speichelgang in die Mundhöhle ausgeschieden oder verbleiben an einer Engstelle und nehmen an Größe zu. Bei einer vollständigen Obstruktion kommt es zum Anschwellen der Speicheldrüse aufgrund des angestauten Speichels. Der Speichelgang kann ebenfalls dilatieren. Schlussendlich atrophiert die betroffene Speicheldrüse (FOWLER, 2011b).

Abszesse der Speicheldrüsen oder Abszesse im Bereich der Speicheldrüsen kommen bei Kameliden häufig vor. Meistens kann *Arcanobacterium pyogenes* – der neue Speziesname ist *Trueperella pyogenes* (SLU, 2018) – aus dem Abszess isoliert werden (FOWLER, 2011b). Bei Hengstkämpfen kommt es zu Bissen im Bereich von Kehle und Nacken (FOWLER, 2011f). Verletzungen im Gesicht oder Abszedierung und Ruptur eines Speichelganges können zu Speicheldrüsenfisteln führen. Die Hautdicke im Bereich des Gesichts und Nackens schützt in der Regel vor Lazerationen der Speicheldrüsen selbst. Im Falle der Bildung eines

Abszesses ist es meist erstrebenswert diesen reifen zu lassen. Er kann dann mithilfe einer Kanüle und einem vertikalen Skalpellschnitt im ventralen Bereich eröffnet werden (FOWLER, 2011b). Dabei muss beachtet werden, dass der Schnitt so klein wie möglich ist, aber groß genug, um unter einer Arterienklemme mit einer Präparierschere die Inzision zu erweitern. Durch diese stumpfe Präparation kann eine Lazeration von Nerven oder Gefäßen verhindert werden. Nach manueller Exploration der Abszesshöhle wird diese, bis sie von innen her zugranuliert ist, täglich gespült (FOWLER, 2011f). Abszesse im lateralen Bereich des Gesichts können an den Ductus parotideus oder den N. facialis stoßen. Bei der Eröffnung und Extirpation dieser Abszesse ist besondere Vorsicht geraten, dass diese Strukturen nicht verletzt werden (FOWLER, 2011f).

### **3.4. Choanenatresie**

Die Choanenatresie ist eine relativ häufige angeborene Erkrankung. Dadurch, dass sich während des frühen zweiten Trimesters der fetalen Entwicklung die buccopharyngealen Membranen nicht vollständig trennen, verbleibt eine membranöse oder knöchernen Membran über einem oder beiden Nasenwegen. Während ein Tier mit einseitiger Atresie älter werden kann und Symptome wie erhöhte Atemfrequenz in Ruhe und Dyspnoe in Stresssituationen aufweist, sind die Symptome bei beidseitiger Choanenatresie deutlicher. Beim neugeborenen Cria zeigt sich Maulatmung, Dyspnoe, Schwierigkeiten beim Saugen und ein hohes Aspirationsrisiko (CEBRA, 2014a). Da das Cria nicht gleichzeitig Saugen und Atmen kann, kommt es häufig zu mangelhafter Ernährung und Aspirationspneumonie (GAULY et al., 2019b; NYKAMP et al., 2003). Es ist nicht möglich eine in die Nase eingeführte Sonde weiter als auf Höhe des Auges zu schieben. Eine definitive Diagnose lässt sich durch Endoskopie, Röntgen mittels Kontrastmittel oder Schnittbildaufnahmen stellen (ANDERSON, 2013c; CEBRA, 2014a). Als Therapie bieten sich eine Tracheostomie oder eine chirurgische Behebung des Defektes an. Häufig wachsen die Öffnungen wieder zusammen und wiederholte Maßnahmen sind von Nöten (CEBRA, 2014a). Zum Eröffnen der Membran kann auch ein scharfes Instrument, ein Laser oder Elektrokauter genutzt werden (GAULY et al., 2019b). Bei einer knöchernen Choanenatresie ist eine chirurgische Behandlung meist nicht oder nur unter schlechter Prognose möglich (GAULY et al., 2019b; NYKAMP et al., 2003) und die Euthanasie angeraten (NYKAMP et al., 2003).

### **3.5. Gaumenspalte**

Die Fehlbildung der Gaumenspalte kommt bei Kameliden relativ häufig vor. Während die Atmung nicht besonders eingeschränkt ist, birgt die Aspirationsgefahr das größte Risiko. Die

Diagnose erfolgt durch Inspektion der Mundhöhle, bei Bedarf mithilfe eines Endoskops (CEBRA, 2014a).

Die Behandlung einer Palatoschisis erfolgt operativ, andernfalls wird das Tier euthanasiert. Zum Verschluss der Gaumenspalte wird der Zugang über eine mandibulare Symphysiostomie gewählt. Unumgänglich sind hierbei die Inzision am *M. mylohyoideus* und die Durchtrennung von *M. geniohyoideus* und *genioglossus*. Die *Gl. submandibularis* (*Gl. sublingualis* laut NAV (2017)) wird geschont, der *N. lingualis* durchschnitten. Dies resultierte in einem beschriebenen Fall in einer linksseitigen Zungenparalyse, welche sich innerhalb von 10 Tagen wieder auflöste (MASON et al., 2005).

### **3.6. Atresie des Tränennasenkanals**

Die Funktion des Tränennasenkanals ist es, Tränen und Schmutzpartikel vom Auge in den Nasopharynx zu leiten (JONES, 2013). Bei der Atresie des Ductus nasolacimalis besteht eine Undurchlässigkeit. Sie kann sowohl angeboren als auch erworben sein (JONES, 2013; MANGAN et al., 2008; SANDMEYER et al., 2011).

Da der Ductus nasolacimalis auch durch Debris verlegt sein kann, wird dieser zuerst durchgespült. Die einfachste Methode ist das Einführen eines Katheters in die Öffnung des Kanals in der Nase und ein retrogrades Einbringen einer Salzlösung. Bei Erfolg tritt diese durch die superioren bzw. inferioren Puncta lacimalia aus (JONES, 2013). Die Salzlösung kann ebenfalls durch die Puncta lacimalia eingegeben werden, jedoch sind diese stark gewunden, was ein Katheterisieren erschwert (SCHULZ und ANDERSON, 2014).

Eine Atresie des Ductus nasolacimalis kann im Bereich der Puncta oder in der Mitte des Kanals auftreten, am häufigsten kommt diese jedoch an der distalen Öffnung nahe der Nares vor (SCHULZ und ANDERSON, 2014).

Zur Diagnostik eignet sich die Dacryocystorhinographie. Hierbei wird unter Allgemeinanästhesie eine röntgendichte Flüssigkeit über die superioren, wenn vorhanden, und inferioren nasolacimalen Canaliculi eingegeben. Anschließend seitlich und schräg angefertigte Röntgenaufnahmen zeigen die Durchgängigkeit des Kanals (SANDMEYER et al., 2011). Therapeutisch wird operativ eine Dacryocystorhinostomy, eine chirurgische Wiederherstellung des Tränenflusses, in Form von Konjunktivorhinostomie (ANDERSON, 2013b; SANDMEYER et al., 2011) oder Konjunktivomaxillo-sinusotomie (MANGAN et al., 2008) durchgeführt. Ziel der operativen Behandlung ist es, ein Polyethylenkatheter als temporären Stent einzusetzen. Je nach Lokalisation der Obstruktion wird dieser von den

inferioren nasolacrimalen Canaliculi (SANDMEYER et al., 2011) bzw. vom medialen Kanthus der Orbita (ANDERSON, 2013b) oder vom Konjunktivalsack (MANGAN et al., 2008) aus in die Nasenhöhle gelegt. Mithilfe einer Inzision in die Nasenschleimhaut lässt sich der Katheter bis in die Nasenhöhle vorschieben (MANGAN et al., 2008; SANDMEYER et al., 2011). Alternativ kann man den Katheter auch in den Sinus maxillaris legen (MANGAN et al., 2008).

### III. MATERIAL UND METHODEN

#### 1. Material

Als Material wurden verstorbene und euthanasierte Alpakas verwendet. Diese gelangten über die Kooperation mit der Klinik für Wiederkäuer und Bestandsbetreuung in Oberschleißheim, dem Kontakt zu Alpakazüchtern in Bayern sowie der Unterstützung von lokalen Tierärzten an das Institut für Anatomie, Histologie und Embryologie. Für diese Arbeit wurden keine Tiere getötet, es handelte sich um Körperspenden von Tieren, die aus verschiedenen Gründen verendet waren oder euthanasiert wurden. Körperteile derselben Tiere wurden von verschiedenen Doktoranden bearbeitet. Daher kann die nachfolgende Tabelle in anderen Publikationen auch Verwendung gefunden haben.

*Tabelle 7: Tierisches Material – ganzer Tierkörper*

<b>Tier Nr.</b>	<b>Rasse</b>	<b>♂/♀</b>	<b>Farbe</b>	<b>Alter</b>	<b>Gewicht</b>
1	Huacaya	♂ kastriert	schwarz	17 Jahre	40 kg
2	Huacaya	♂	beige	19 Tage	7 kg
3	Huacaya	♀	braun	1 Tag	5,5 kg
4	Huacaya	♂	braun	22 Jahre	23 kg
5	Suri	♀	beige	2,9 Monate	50 kg
6	Huacaya	♀	schwarz	13 Jahre	62 kg
7	Huacaya	♂	beige	22 Jahre	58 kg
8	Huacaya	♀	braun	10 Monate	21 kg
9	Huacaya	♀	weiß	20 Jahre	47 kg
10	Huacaya	♂	braun-weiß	17 Jahre	57 kg
11	Huacaya	♂ kastriert	schwarz	14 Jahre	55 kg
12	Huacaya	♀	braun	10 Jahre	50,5 kg
13	Huacaya	♂ kastriert	braun-weiß	12 – 14 Jahre	67 kg
14	Huacaya	♀	weiß	18 Jahre	60 kg

Tabelle 8: Tierisches Material – Köpfe

<b>Tier Nr.</b>	<b>Gewicht Kopf</b>	<b>Maße Kopf</b>
1	3,16 kg	Länge 27 cm, Höhe bei Nase 10 cm, bei Augen 14 cm, Breite bei Nase 6 cm, bei Augen 13 cm
2	0,72 kg	Länge 15,5 cm, Höhe bei Nase 6 cm, bei Augen 9 cm, Breite bei Nase 3,5 cm, bei Augen 8,5 cm
3	0,66 kg	Länge 16,5 cm, Höhe bei Nase 6 cm, bei Augen 10,5 cm, Breite bei Nase 3,5 cm, bei Augen 9 cm
4	1,36 kg	Länge 13 cm, Höhe bei Nase 7 cm, bei Augen 11,5 cm, Breite bei Nase 4 cm, bei Augen 11 cm
5	3,4 kg	Länge 25 cm, Höhe bei Nase 9,5 cm, bei Augen 15 cm, Breite bei Nase 6 cm, bei Augen 13 cm
6	3 kg	Länge 27 cm, Höhe bei Nase 9,5 cm, bei Augen 14 cm, Breite bei Nase 6,5 cm, bei Augen 13 cm
7	3,28 kg	Länge 27 cm, Höhe bei Nase 10,5 cm, bei Augen 14 cm, Breite bei Nase 6,5 cm, bei Augen 14 cm
8	2,26 kg	Länge 22 cm, Höhe bei Nase 9 cm, bei Augen 14 cm, Breite bei Nase 6 cm, bei Augen 12 cm
9	3,6 kg	Länge 27 cm, Höhe bei Nase 9,5 cm, bei Augen 16 cm, Breite bei Nase 6,5 cm, bei Augen 13,5 cm
10	4,14 kg	Länge 26 cm, Höhe bei Nase 11 cm, bei Augen 16 cm, Breite bei Nase 6,5 cm, bei Augen 14 cm
11	4,3 kg	Länge 29,5 cm, Höhe bei Nase 9 cm, bei Augen 14,5 cm, Breite bei Nase 7 cm, bei Augen 14 cm
12	3,06 kg	Länge 26 cm, Höhe bei Nase 10 cm, bei Augen 14 cm, Breite bei Nase 6 cm, bei Augen 14 cm
13	3,98 kg	Länge 28 cm, Höhe bei Nase 11 cm, bei Augen 14 cm, Breite bei Nase 6,5 cm, bei Augen 14 cm
14	3,92 kg	Länge 28 cm, Höhe bei Nase 10 cm, bei Augen 14 cm, Breite bei Nase 7 cm, bei Augen 14 cm

Die nachfolgenden Untersuchungen wurden an den oben beschriebenen Tieren durchgeführt. Nach dem Ableben bzw. nach der Euthanasie wurden die Tiere zum Institut für Anatomie, Histologie und Embryologie verbracht und entweder bei -20 °C tiefgefroren aufbewahrt oder

direkt zerlegt. Der Kopf wurde zwischen dem 2. und 3. Halswirbel abgesetzt. Je nach Notwendigkeit für ein frisches Präparat wurde dieser entweder tiefgefroren verwahrt und zu einem späteren Zeitpunkt verwendet oder direkt, wie in dem Kapitel Anatomische Präparation (2.2) beschrieben, präpariert. Um das Präparat bei der Lagerung im Gefrierraum vor Gefrierbrand zu schützen, wurde es in Gefrierbeuteln oder Plastikfolie und zusätzlich in Kunststoffsäcken verpackt.

Für die Anfertigung der makroanatomischen Präparate wurden 14 Alpakas verwendet. Das Alter der Tiere variierte zwischen einem Tag und 22 Jahren. Die Köpfe wurden abgesetzt, gewogen und Nase, Mundhöhle, Trachea und Ösophagus durchgespült, um diese von Blut und Futterresten zu reinigen. Die Köpfe wurden generell im Kühlraum bei 4 °C aufbewahrt. Sobald die Haut abgezogen war, wurden sie in Pökellake verbracht und ebenfalls gekühlt.

Das Signalement zu den Tieren wurde je nach Herkunft des Alpakas von Mitarbeitern der Klinik für Wiederkäuer in Oberschleißheim, der Tierärztin Dr. Ilona Gunsser oder vom Züchter direkt bereitgestellt.

## **2. Methoden**

### **2.1. Röntgen**

Vor Präparation oder sonstiger Bearbeitung der Alpakaköpfe wurden zuerst Röntgenaufnahmen angefertigt. Dies geschah mit dem Röntgengerät (Siemens, Modell OPTITOP 150/40/80 HC-100 Flachdetektor) der Klinik für Pferde der LMU München (Lehrstuhlinhaber zum Zeitpunkt der Aufnahmen Prof. Dr. Hartmut Gerhards). Es wurden jeweils Aufnahmen in laterolateraler Ansicht und in dorsoventraler Lagerung angefertigt. Hierfür wurden bei adulten Tieren die Einstellung 52 kV und 5,0 – 5,2 mAs und bei Crias 56 kV und 5,6 mAs verwendet.

### **2.2. Anatomische Präparation**

Hierfür wurden die Tiere mit den Nummern 1 – 9 und 13 – 14 verwendet.

Die Präparation der Alpakas erfolgte mit Hilfe von Präparationsbesteck wie anatomische und chirurgische Pinzetten, Schere, Klemmen sowie Skalpellklingenthalter mit Skalpellklingen (Carbon Steel Skalpellklingen #23, Braun, Aesculap AG Germany, Tuttlingen). Während der Präparation wurden die enthäuteten Köpfe in 10-prozentiger Salzlake (Leitungswasser und Nitrit Pökelsalz jodiert 0,4-0,5%, Südwestdeutsche Salzwerte AG, Heilbronn) aufbewahrt. Diese wurde nach Bedarf zu einer 0,05%igen Formalinlösung (35% Formaldehyd, VWR

BDH Prolabor® Chemicals, Fontenay-sous-Bois, France) angereichert.

### 2.3. Schnitte und Fräsungen

Um mediale Strukturen darstellen zu können, wurden Median-, Transversal-, Horizontal- und Sagittalschnitte mittels einer Bandsäge angefertigt. Die Köpfe wurden hierfür im Vorherein eingefroren.

Die Nasennebenhöhlen und die Zahnwurzeln wurden mit Hilfe einer Handfräse (Proxxon Micromot 50/E) freigelegt. Sie wurde ebenfalls zum Öffnen des Tränennasenkanals genutzt. Als Orientierung wurde dieser mit einem Katzenharnkatheter (1,3 oder 1,0 x 130 mm WDT) und einer Braunüle von beiden Richtungen sondiert.

Zum Absetzen von Knochen wie dem Arcus zygomaticus oder der Mandibula, sowie zum Auffräsen des Mandibularkanals, wurde eine oszillierende Säge (Gipssäge „Elektronik Power“, Eickemeyer) verwendet.

### 2.4. Latexmilchinjektion

*Tabelle 9: Verwendete Tiere für Latexmilchinjektion, n = 9*

<b>Tier Nr.</b>	<b>Rote Latexmilch</b>	<b>Blaue Latexmilch</b>
4	40 ml	50 ml
5	70 ml	30 ml
6	80 ml	80 ml
7	40 ml + 20 ml Wasser + 20 g Bariumsulfat	80 ml
8	80 ml	80 ml
9	80 ml	-
11	75 ml	-
13	80 ml	80 ml
14	80 ml	60 ml

Die Arterien und Venen sollten dargestellt werden. Um dies zu erleichtern, wurden diese bei den in Tabelle 9 aufgeführten Tieren mit roter und blauer Latexmilch (Professionell Farbtyp rot/blau, Firma La-Gum, Elmshorn) injiziert. Dies musste vor dem Hautabziehen geschehen, da die flüssige Latexmilch sonst aus den geöffneten Hautgefäßen ausgetreten und unkontrolliert geronnen wäre. Am abgesetzten Hals wurden die Stümpfe von V. jugularis und

A. carotis communis aufgesucht und auf einer Länge von ein bis drei cm freigelegt. Pro Gefäß wurden je ein bis zwei Ligaturen durch Paketkordel mit einer Stärke von ein bis zwei Millimeter vorgelegt. Zur Injektion der Latexmilch wurden 10 ml Spritzen und Kanülen der Stärke 0,9 x 40 mm und 2,1 x 80 mm verwendet. Die Kanülen wurden vor der Verwendung stumpf geschliffen und poliert, damit sie die Gefäßwand nicht perforierten. Eisessig (Essigsäure Roth Rotipur® 100% p.a.) ermöglichte die augenblickliche Gerinnung und Verhärtung der flüssigen Latexmilch, sobald sie aus anderen Gefäßen austrat. Bei der Injektion der arteriellen Gefäße war ein Durchspülen möglich, da die injizierte Latexmilch aus der gegenüberliegenden A. carotis communis austrat. Des Weiteren wurde ein in Eisessig getränkter Schwamm in den Rückenmarkskanal eingebracht, um ein Austreten der Latexmilch aus den Vertebralgefäßen zu verhindern.



*Abbildung 2: Vorbereitung für die Latexmilchinjektion eines 19 Tage alten Huacaya Crias*

Für den Ausguss der venösen Gefäße war eine retrograde Injektion nötig. Diese war nur durchführbar, wenn die Venenklappen mit der stumpfen Kanüle überwunden wurden. Dies gelang nur teilweise, oftmals trat die Latexmilch aus dem arteriellen System in das venöse über. Wenn dies nicht der Fall war, konnte im Nachhinein für bestimmte Darstellungen der Gefäße nach Abpräparation der Haut die Latexmilch mit Hilfe von einer Braunüle (Vasuflo®-T 0,9 x 25 mm und 1,0 x 32 mm) in die Venen verbracht werden.

In das arterielle und das venöse Gefäßnetz wurden je ca. 80 ml eingebracht. Die Menge des venösen Systems variierte, da die Venenklappen nicht immer überwunden werden konnten. Bei Jungtieren, wie Alpaka 4, waren beide Mengen aufgrund der Größe des Kopfes geringer.

Für eine Gesamtübersicht der Gefäße wurden diese bei einem Präparat mit einem röntgendichten Mittel ausgespritzt. Hierzu wurde ein Gemisch verwendet, das sich zur Hälfte

aus Latexmilch, zu einem Viertel aus Bariumsulfat und einem Viertel aus Wasser zusammensetzte. Das Röntgen geschah in laterolateraler und dorsoventraler Ansicht. Die Idee war angelehnt an die Methodik des Papers „Cranial arterial patterns of the alpaca“ (O'BRIEN, 2017).

Bei einem Tier (Nr. 13) wurde der Tränenkanal mit Hilfe von einer Braunüle (Dispomed® 18G, 1,3 x 51 mm) und einem Katzenkatheter mit Mandrain (Eickemeyer, Size 3F, Länge 110 mm) mit gelber Latexmilch injiziert. Hieran konnte sich dann beim Eröffnen des Kanals mittels Skalpell und Handfräse orientiert werden.

## **2.5. Mazeration**

Zum Nachvollziehen und Aufzeigen der Muskelansätze wurde von einem Tier (Nr. 12) der Schädel im Ganzen mazeriert. Hierbei wurden 20g Waschmittel (ARO welding Technologies SAS, 1 Avenue de Tours BP 40161, 72500 Château du Loir France) auf einen Liter Wasser verwendet. Bei 65 °C im Wärmeschrank (Firma memmert®, Rittersbacher Straße 38, 91126 Schwabach) und unter täglichem Wechsel des Wasser-Waschmittel-Gemischs waren die Knochen nach drei Tagen frei von Fremdgewebe. Zur Entfettung wurden die Knochen fünf Wochen in Aceton (Aceton 99,5 %, Merck KGaA, Frankfurter Straße 250, 64293 Darmstadt) gelegt. Anschließend wurden sie drei Tage in einer 5%igen Wasserstoffperoxidlösung gebleicht (Wasserstoffperoxid 35 % CLN, Merck KGaA, Frankfurter Straße 250, 64293 Darmstadt).

## **2.6. Dokumentation**

Die Dokumentation erfolgte sowohl schriftlich, als auch mittels Fotografie. Hierfür wurde eine digitale Spiegelreflexkamera des Modells Olympus® E-620 verwendet, die auf einem Stativ befestigt wurde. Es wurde ein Olympus® Zuiko Digital ED 14-42mm f3.5-5.6 Objektiv sowie ein Skylight-Filter (Ø 58 mm) genutzt. Zur Minimierung der Glanzlichter wurde eine Plastikfolie zwischen Lichtquelle und Kamera aufgespannt und ein Polfilter (hama® PL CIR Ø 58 (IV)) verwendet.

Anschließend wurden die Bilder mit Hilfe des Programms Adobe Photoshop CS2 bearbeitet, um einen gleichmäßigen Hintergrund zu erzeugen und Beschriftungen einzubringen. Darüber hinaus wurden Glanzlichter und Schmutzpartikel sowie Haare nachträglich von den Aufnahmen entfernt.

Des Weiteren wurden Zeichnungen angefertigt. Mit Hilfe eines Scanners wurden sie digitalisiert und anschließend beschriftet.

## IV. ERGEBNISSE

### 1. Knochen

Im Nachfolgenden werden einige knöcherne Strukturen durch Grafiken näher erläutert, damit die Lage der Muskeln und die Verläufe der Leitungsstrukturen besser nachvollzogen werden können.

#### 1.1. Schädel

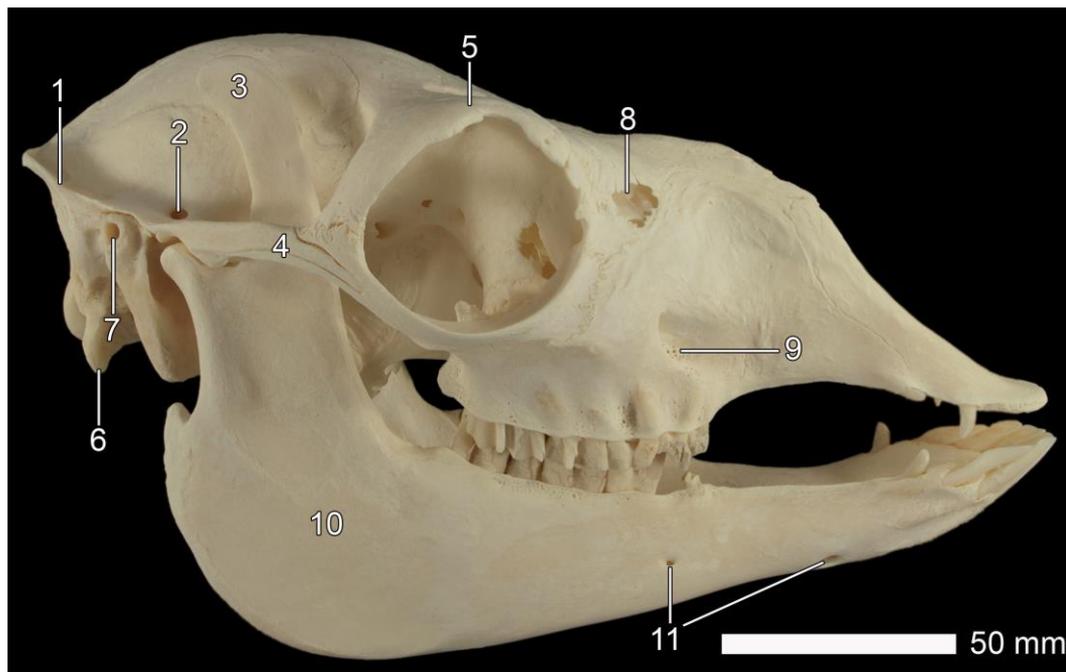


Abbildung 3: Schädel einer 10 Jahre alten Huacaya Stute

1 – *Crista nuchae*; 2 – *For. temporale*; 3 – *Proc. coronoideus*; 4 – *Arcus zygomaticus*;  
5 – *Inc. infratrochlearis*; 6 – *Proc. paracondylaris*; 7 – *Meatus acusticus externus*;  
8 – *Fontanela lagrimal* (Bezeichnung nach SATO und ALVAREZ (2015) und ZÁRATE et al. (2015)); 9 – *For. infraorbitale*; 10 – *Fossa masseterica*; 11 – *Forr. mentalia*

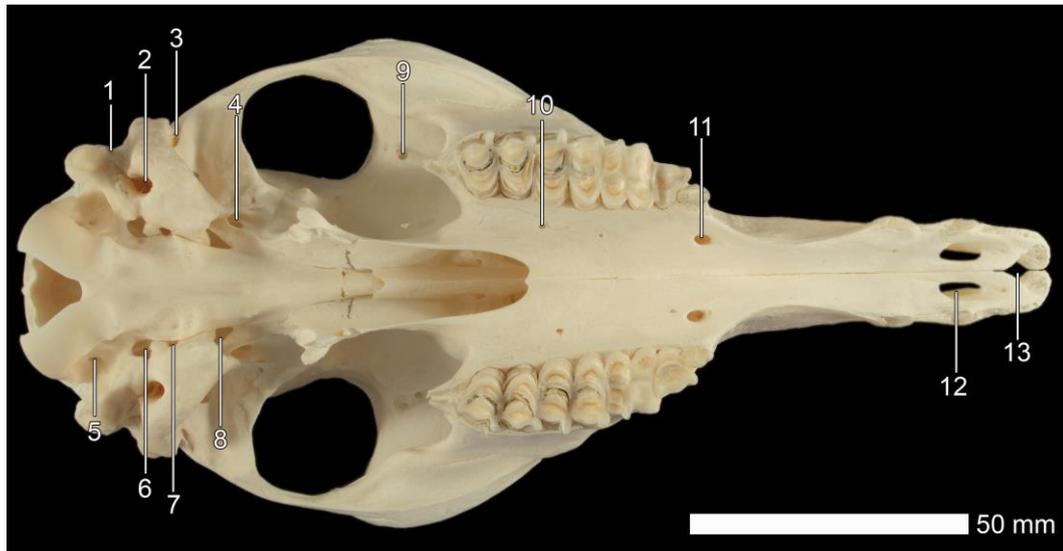


Abbildung 4: Oberschädel einer 10 Jahre alten Huacaya Stute, ventrale Ansicht

1 – For. stylo mastoideum; 2 – Proc. styloideus, Ursprung des Tympanohyoids;  
 3 – For. retroarticulare; 4 – For. ovale; 5 – Canalis nervi hypoglossi; 6 – For. jugulare;  
 7 – Canalis caroticus; 8 – For. spinosum; 9 – Augenhöhlenöffnung des Canalis supraorbitalis;  
 10 – Forr. palatina minora; 11 – For. palatinum majus;  
 12 – Fissura palatina; 13 – Canalis interincisivus

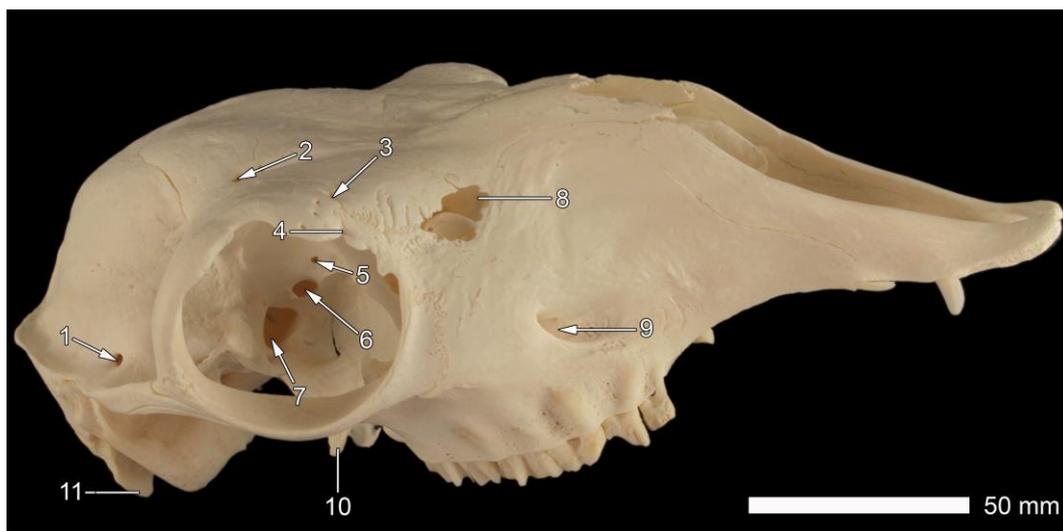


Abbildung 5: Oberschädel einer 10 Jahre alten Huacaya Stute, laterale Ansicht

1 – For. temporale; 2 – For. supraorbitale, Eingang zum Can. supraorbitalis;  
 3 – For. supraorbitale accessorium; 4 – Inc. infratrochlearis; 5 – For. ethmoidale;  
 6 – Canalis opticus; 7 – For. orbitorotundum; 8 – Fontanela lagrimal (Bezeichnung nach (SATO und ALVAREZ, 2015) und (ZÁRATE et al., 2015)); 9 – For. infraorbitale;  
 10 – Hamulus pterygoideus; 11 – Proc. paracondylaris

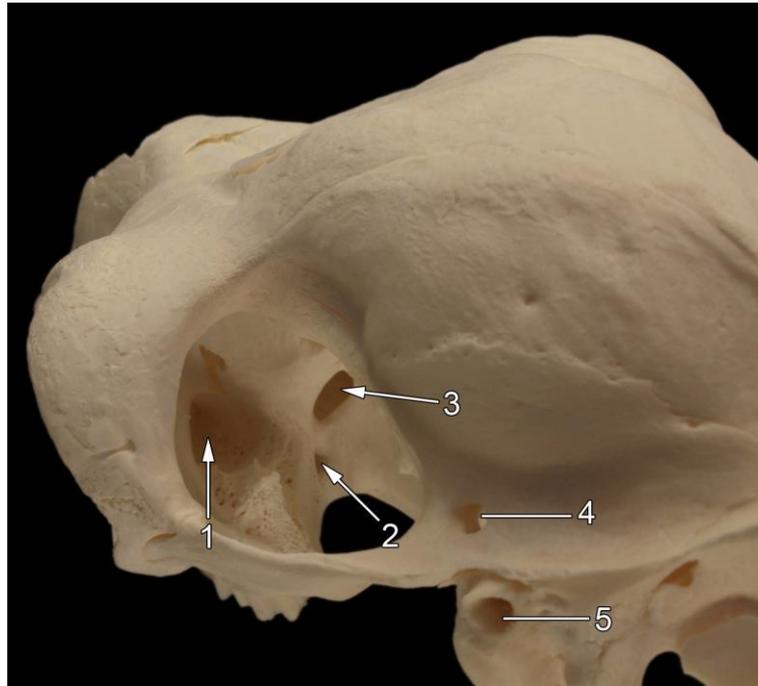


Abbildung 6: Fossa pterygopalatina einer 10 Jahre alten Huacaya Stute

1 – For. maxillare, Eingang in den Can. infraorbitalis; 2 – For. sphenopalatinum;  
3 – For. palatinum caudale; 4 – For. temporale; 5 – Meatus acusticus externus

## 1.2. Zungenbein

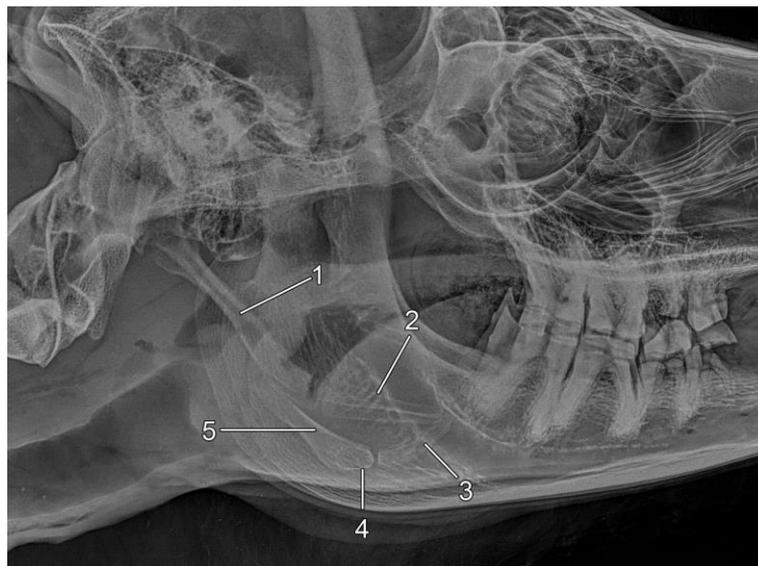


Abbildung 7: Röntgenbild des Zungenbeins einer 13-jährigen Huacaya Stute, latero-laterale Aufnahme

1 – Stylohyoid; 2 – Epihyoid; 3 – Ceratohyoid; 4 – Basihyoid; 5 – Thyrohyoid

## 2. Muskulatur

Im Nachfolgenden wird in der Einzahl beschrieben, da die Betrachtung immer von einer Seite stattfand.

### 2.1. Gesichtsmuskulatur

Nach dem Hautabziehen wurden die ersten Muskeln sichtbar (Abbildung 8, Abbildung 9).

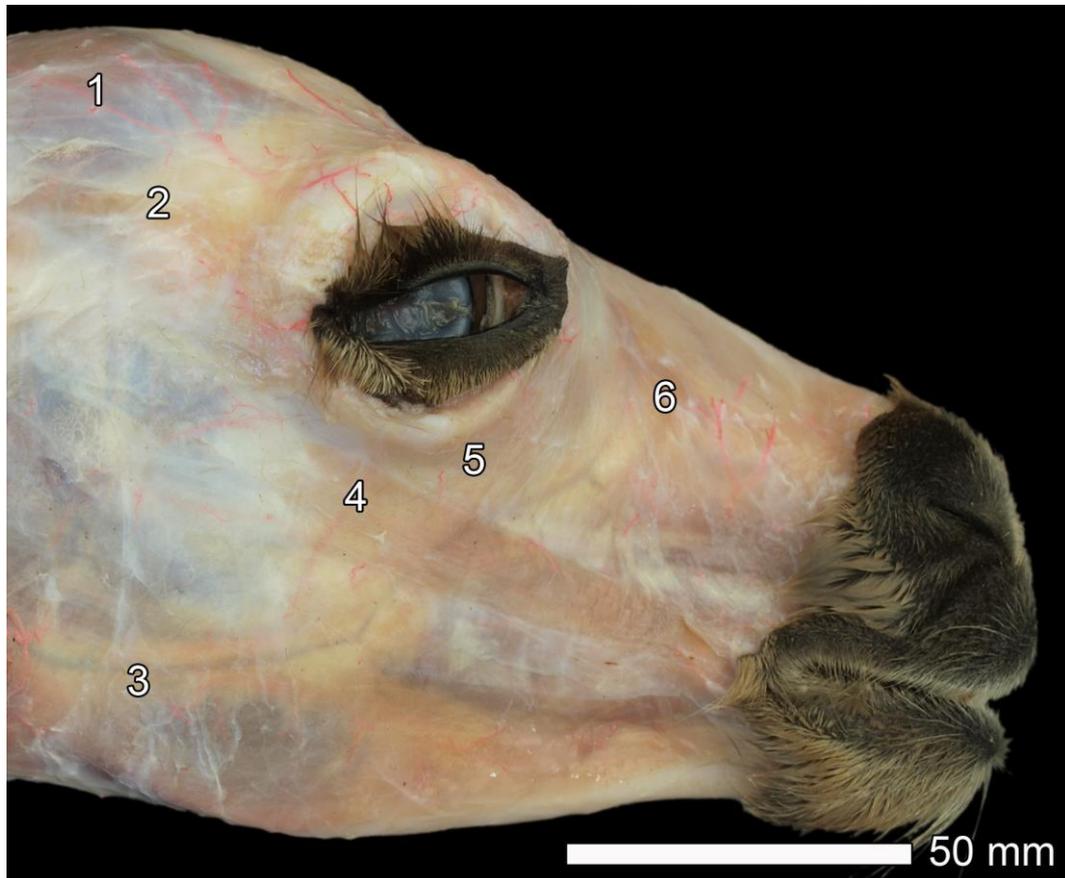


Abbildung 8: Gesichtsmuskulatur eines 3 Monate alten männlichen Alpaka Crias

1 – *M. frontoscutularis*; 2 – *M. zygomaticoscutularis*; 3 – *M. cutanaeus faciei*;

4 – *M. zygomaticus*; 5 – *M. malaris*; 6 – *M. levator nasolabialis*

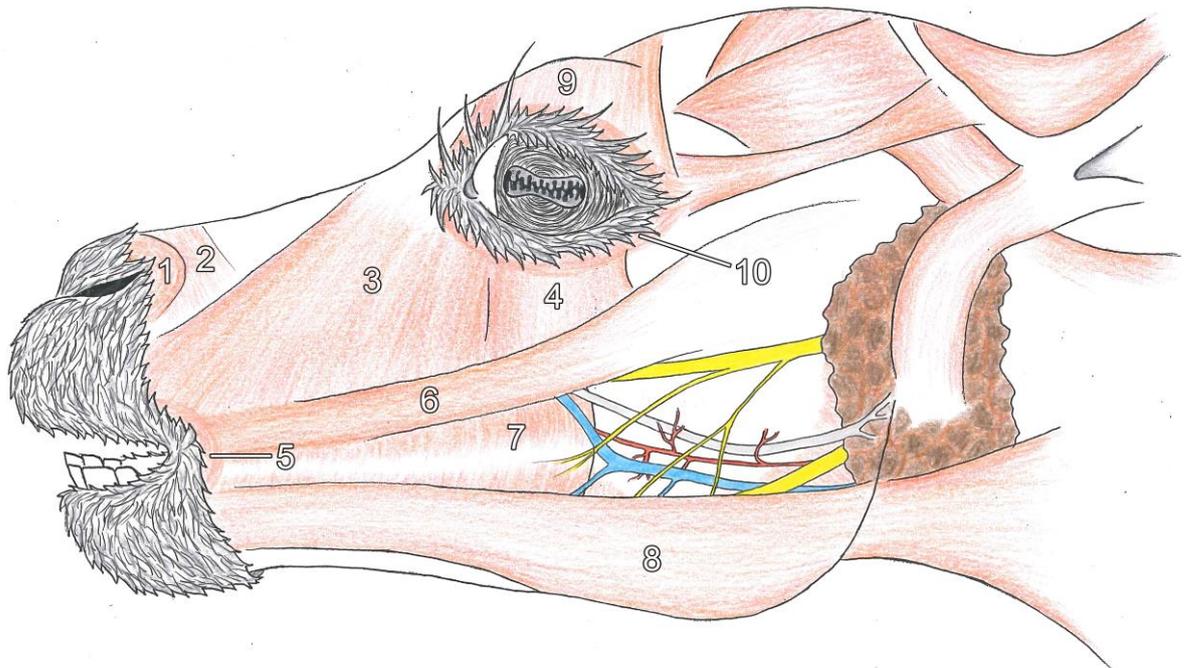


Abbildung 9: Zeichnung der Gesichtsmuskulatur eines Alpakas, laterale Ansicht

1 – *M. dilatator naris medialis*; 2 – *M. lateralis nasi*; 3 – *M. levator nasolabialis*;  
4 – *M. malaris*; 5 – *M. orbicularis oris*; 6 – *M. zygomaticus*; 7 – *M. buccinator*;  
8 – *M. cutaneus faciei*; 9 – *M. frontalis*; 10 – *M. orbicularis oculi* (von der Haut der  
Augenlider teilweise verdeckt)

Der **M. levator nasolabialis** (Abbildung 8, Abbildung 9) entsprang im rostralen Augenwinkel über der „Fontanela lagrimal“ (Bezeichnung nach SATO und ALVAREZ (2015) und ZÁRATE et al. (2015)) bis dorsolateral der Inc. nasoincisiva. Er ging aus der Faszie im Bereich der Regio nasalis hervor. Mit rostroventralem Faserverlauf zog er zum Nasenloch und in die Oberlippe. Kaudal ging er in den *M. malaris* über.

Der **M. dilatator naris medialis** (Abbildung 9) verlief vom Nasenrücken zu den Nares, wobei die Muskelfasern zirkulär um die Lateralseite der Nasenlöcher griffen.

Der **M. dilatator naris apicalis** spannte sich dorsal zwischen den beiden Nares auf. Seine Fasern verschmolzen lateral mit denen des *M. levator labii superioris* und denen des *M. dilatator naris medialis*. Ebenso wie der *M. dilatator naris medialis* lag er direkt der Haut an und war nur schwer darzustellen.

Der **M. lateralis nasi** (Abbildung 9) verlief dostral vom *M. levator nasolabialis* in dorsorostraler nach kaudoventraler Faserrichtung. Von der Faszie der Regio nasalis ausgehend vom Nasenrücken zog er zum lateralen Nasenwinkel. Die ventralen Anteile des

Muskels lagen unterhalb derer des *M. levator labii superioris*.

Der Halzfaszie entspringend zog der ***M. cutaneus faciei*** (Abbildung 8, Abbildung 9, Abbildung 32) über die *Gl. parotis*, den *Angulus mandibulae*, den ventralen Teil des *M. masseter* und den ventralen Teil des *M. buccinator* zum Mundwinkel. Teilweise inserierte er zweibäuchig. Bei gut genährten Tieren bestand eine ausgeprägte Fettschicht zwischen dem *M. cutaneus faciei* und dem *M. masseter*, in welche die Leitungsbahnen eingebettet waren.

Durch Abziehen der Schleimhaut von der Lippeninnenseite ließ sich an der Oberlippe der ***M. incisivus superior*** und an der Unterlippe der ***M. incisivus inferior*** darstellen. Die Muskelfasern strahlten jeweils vom *Proc. alveolaris* der *Incisivi* in die Lippe aus. Zum Teil fanden sich transversale Fasern. Diese stammten wahrscheinlich vom *M. orbicularis oris*, welcher die *Mm. incisivi* an dieser Stelle durchflocht. Der *M. incisivus inferior* strahlte in den *M. orbicularis oris* und den *M. mentalis* ein.

Der ***M. orbicularis oris*** (Abbildung 9) war vorhanden und im Mundwinkel besonders deutlich sichtbar.

Das Auge umgebend strahlte der ***M. orbicularis oculi*** (Abbildung 9) kaudal in den *M. zygomaticoscutularis* ein. Dorsal wurde er vom *M. frontalis* überlagert und gab kaudal Fasern an ihn ab.

Der ***M. frontalis*** (Abbildung 9, Abbildung 15) entsprang der Stirnfaszie an der Medianen. Mit rostroventralem Verlauf zog er zum Auge. Die Insertionslinie erstreckte sich von rostr dorsal der „*Fontanela lagrimal*“ (Bezeichnung nach (SATO und ALVAREZ, 2015; ZÁRATE et al., 2015)) über die Oberlidkante bis zum kaudalen Augenwinkel, wo der Muskel Zuschuss vom *M. orbicularis oculi* erhielt.

Der ***M. malaris*** (Abbildung 8, Abbildung 9) besaß einen dorsoventralen Faserverlauf. Er entsprang unterhalb des Auges am *Os lacrimale* und *Os zygomaticum*. Er verschmolz mit Fasern des *M. orbicularis oculi* (vereinzelt überlagerten Fasern des *M. orbicularis oculi* den *M. malaris*) und endete auf Höhe der Kaufläche der Prämolaren. Im Einzelfall (Tier Nr. 13) zog er bis in den *M. cutaneus faciei*. Hierbei strahlte er in den *M. buccinator* ein, wobei er größtenteils unter dem *M. zygomaticus* entlang zog. Einzelne Fasern lagen auch über dem *M. zygomaticus*. Er erhielt oberflächlich Fasern des *Ramus buccalis dorsalis* des *N. facialis*. Unter dem Muskel lag der Rest des Nerven.

Der ***M. zygomaticus*** (Abbildung 8, Abbildung 9) entsprang mit einer Sehnenplatte auf der *Fascia masseterica*. Seine Ursprungssehne erstreckte sich von der dorsalen Hälfte der

Gl. parotis über den Arcus zygomaticus zum temporalen Augenwinkel. Ab Höhe des Auges ging er in seinen muskulösen Teil über. Er strahlte in den M. buccinator und im Mundwinkel in den M. orbicularis oris ein. Rostral ließen sich M. zygomaticus und M. buccinator nicht trennen.

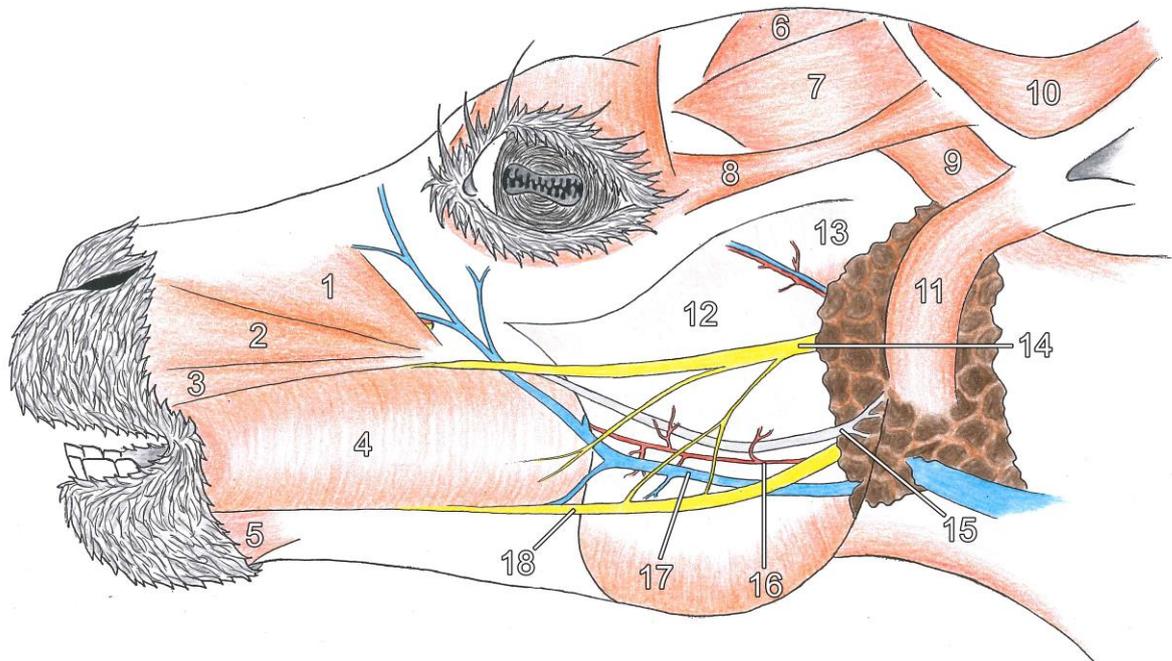


Abbildung 10: Zeichnung der Gesichtsmuskulatur eines Alpakas, laterale Ansicht (nach Abnahme des M. levator nasolabialis, M. malaris, M. zygomaticus und M. cutaneus faciei)

1 – M. levator labii superioris; 2 – M. caninus; 3 – M. depressor labii superioris;  
 4 – M. buccinator; 5 – M. mentalis; 6 – M. temporalis; 7 – M. frontoscutularis;  
 8 – M. zygomaticoscutularis; 9 – M. zygomaticoauricularis; 10 – M. scutuloauricularis superficialis dorsalis; 11 – M. parotidoauricularis; 12 – M. masseter, Pars superficialis; 13 – M. masseter, Pars profunda; 14 – N. facialis, Ramus buccalis dorsalis; 15 – Ductus parotideus; 16 – A. facialis; 17 – V. facialis; 18 – N. facialis, Ramus buccalis ventralis

Nach Absetzen des M. levator nasolabialis kamen drei weitere Muskeln zum Vorschein, der M. levator labii superioris, der M. caninus und der M. depressor labii superioris (Abbildung 10, Abbildung 18). Sie entsprangen rostroventral vom For. infraorbitale an der Maxilla. Der **M. levator labii superioris** war der kräftigste der drei Muskeln. Sein muskulöser Anteil endete kaudal vom Nasenloch gefächert an der Maxilla und dem Proc. nasalis des Os incisivum. Er heftete am Bindegewebe an, welches zum Nasenrücken und zur seitlichen Nase zog. Der **M. caninus** verbreiterte sich und setzte lateral am Nasenloch an. Er befand sich ventral vom M. levator labii superioris und dorsal vom M. depressor labii superioris. Der **M.**

**depressor labii superioris** inserierte lateral am Nasenloch. Er war schmal und besaß eine feine Ursprungssehne.

Der **M. depressor labii inferioris** fehlte dem Alpaka.

Im Kinnfettpolster fand sich der **M. mentalis** (Abbildung 10) in Form von radiären Fibrillen, die von Nervengeflecht und Gefäßen durchsetzt waren. Er strahlte in den **M. orbicularis oris** ein.

Unter dem oben beschriebenen Dreierpaket (**M. levator labii superioris**, **M. caninus** und **M. depressor labii superioris**) verlief der **N. infraorbitalis** mit der **A. infraorbitalis** (Abbildung 11, Abbildung 38, Abbildung 41). Nach Absetzen dieser Leitungsstrukturen blickte man auf den Ursprung des dorsalen Teils der Pars buccalis des **M. buccinator**.

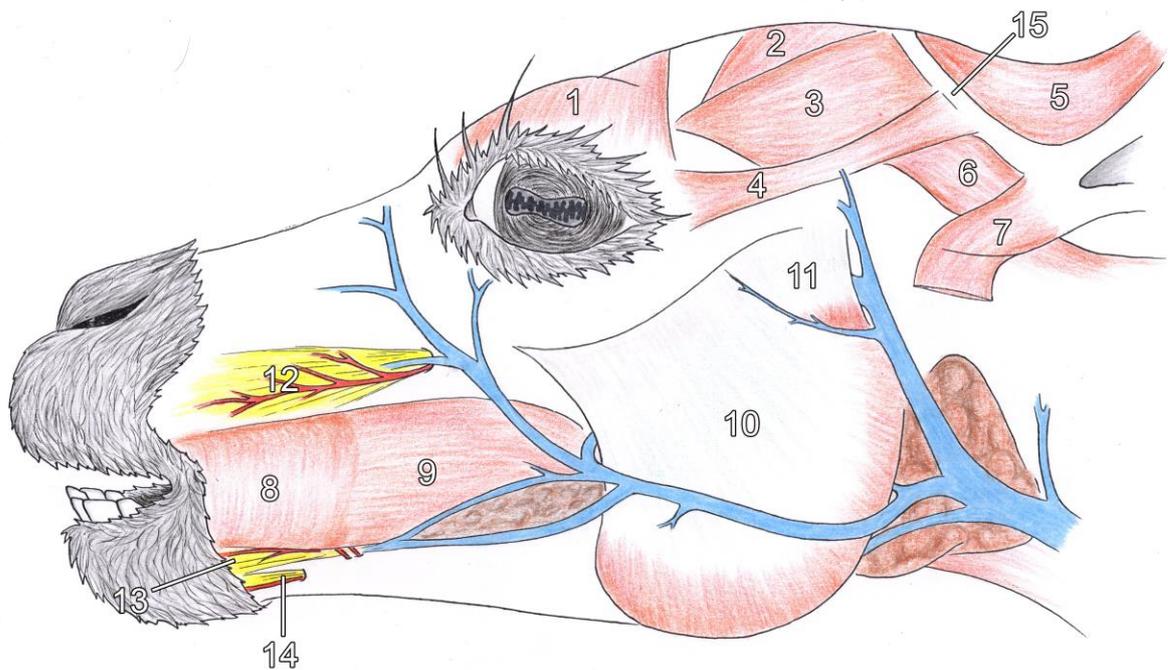


Abbildung 11: Zeichnung der Gesichtsmuskulatur eines Alpakas, laterale Ansicht (nach Abnahme des **M. levator labii superioris**, **M. caninus** und **M. depressor labii superioris**)

1 – **M. frontalis**; 2 – **M. temporalis**; 3 – **M. frontoscutularis**; 4 – **M. zygomaticoscutularis**;  
5 – **M. scutuloauricularis superficialis dorsalis**; 6 – **M. zygomaticoauricularis**;  
7 – **M. parotidoauricularis** (ventraler Teil abgesetzt); 8 – **M. buccinator, Pars buccalis**;  
9 – **M. buccinator, Pars molaris**; 10 – **M. masseter, Pars superficialis**; 11 – **M. masseter, Pars profunda**;  
12 – **A. + N. infraorbitalis**; 13 + 14 – **Nn. mentales + Rami mentales** (der **A. alveolaris inferior**); 15 – **Scutulum**

Der **M. buccinator** (Abbildung 9, Abbildung 10, Abbildung 11, Abbildung 18, Abbildung 19,

Abbildung 39) bildete die muskulöse Grundlage der Backen und war mit seiner oberflächlichen Pars buccalis und der tiefen Pars molaris darstellbar. Die Pars buccalis bestand aus einer dorsalen und ventralen Portion, die jeweils am Rand der Zahnalveolen entsprangen. Er spannte sich zwischen den Alveolaransätzen auf und die beiden Portionen trafen sich in einer sehnigen Mittellinie. Die dorsale Portion erstreckte sich im Bereich des Diastemas über den Alveolaransatz hinaus bis auf die Lateralseite der Maxilla. Die Fasern reichten rostral bis zum Proc. alveolaris des Os incisivum (Abbildung 24, Abbildung 26, Abbildung 27).

Die Pars molaris war erst nach Entfernen der Pars buccalis und des M. masseter darstellbar. Sie entsprang sehnig am kranialen Rand des Proc. coronoideus und zog rostral zum Mundwinkel, wo sie inserierte und in den M. orbicularis oris überging.

## 2.2. Ohrenmuskulatur

Die Einteilung der Muskelgruppen erfolgte gemäß der Auflistung in „Anatomie der Haussäugetiere“, Band 1 (FREWEIN und SEIFERLE, 2004, p.301-303). Dort wurde nach Funktionalität aufgeteilt.

Viele der Ohrenbeweger stehen in Verbindung mit dem Schildchen, Cartilago scutiformis, auch Scutulum genannt, einer knorpeligen Platte, die rostromedial von der Ohrmuschel auffindbar ist (Abbildung 11, Abbildung 12, Abbildung 13, Abbildung 14, Abbildung 15, Abbildung 17).

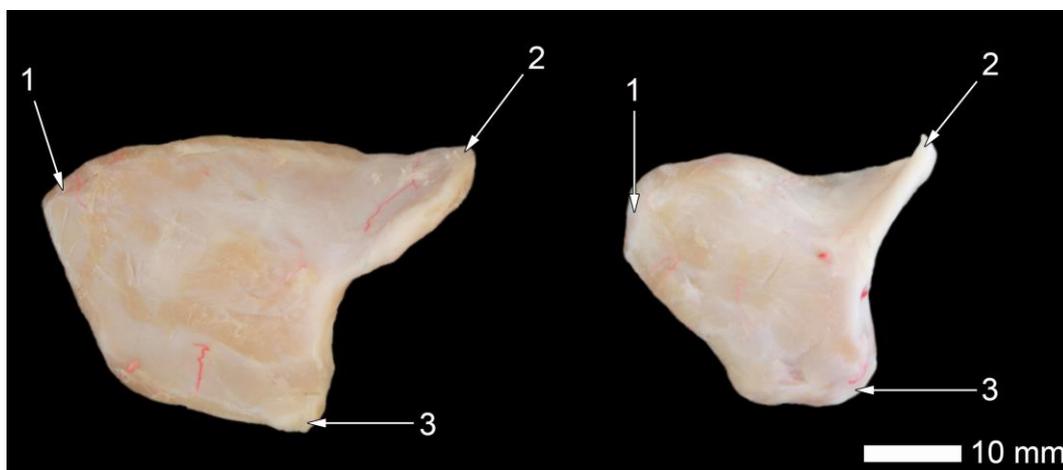


Abbildung 12: Linkes Scutulum eines 20-jährigen (links) und eines 10 Monate alten Huacaya Alpakas (rechts), oberflächliche Ansicht

1 – dorsaler Winkel; 2 – ventraler Winkel; 3 – auf Ohr ziehender Teil

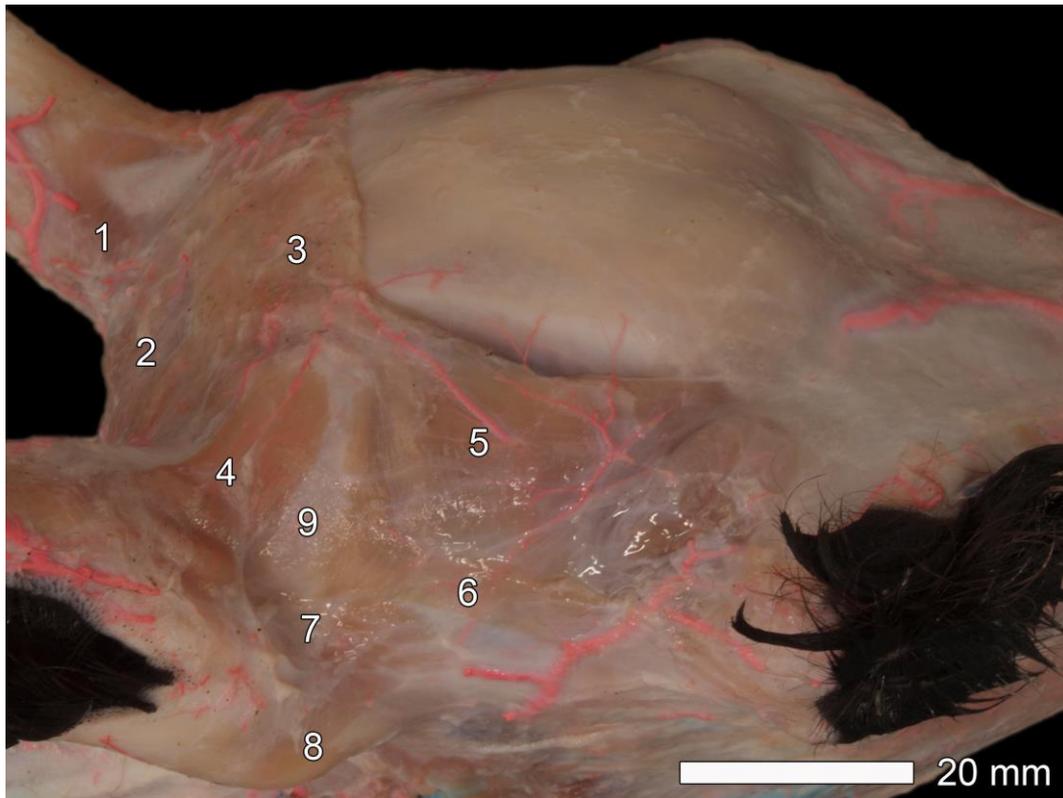


Abbildung 13: Oberflächliche Ohrenmuskulatur eines 10 Monate alten Alpakas, dorsolaterale Ansicht

1 – *M. cervicoauricularis superficialis*; 2 – *M. cervicoscutularis*; 3 – *M. interscutularis*,  
 4 – *M. scutuloauricularis superficialis dorsalis*; 5 – *M. frontoscutularis*;  
 6 – *M. zygomaticoscutularis*; 7 – *M. zygomaticoauricularis*; 8 – *M. parotidoauricularis*;  
 9 – *Scutulum*

Der Schildspanner, *M. scutularis*, setzte sich aus dem *M. frontoscutularis*, welcher am weitesten rostral lag, dem *M. zygomaticoscutularis*, dem *M. interscutularis* und dem *M. cervicoscutularis*, welcher am weitesten kaudal zu finden war, zusammen. Der **M. frontoscutularis** (Abbildung 8, Abbildung 10, Abbildung 11, Abbildung 13, Abbildung 15, Abbildung 18) nahm seinen Ursprung kaudal am Proc. zygomaticus der Pars nasalis des Os frontale, wo er den Orbitalfettkörper überlagerte. Er inserierte rostr dorsal am Scutulum. Der **M. zygomaticoscutularis** (Abbildung 10, Abbildung 11, Abbildung 13) entsprang dem kaudalen Augenwinkel am Jochbogen und setzte rostroventral am Scutulum an. (Diesen Muskel findet man in älteren Anatomiebüchern als *M. frontoscutularis Pars temporalis*, während der *M. frontoscutularis* als *Pars frontalis* bezeichnet wird.) Das Hinterhaupt war von einer Faszie überzogen, der *Fascia capitis superficialis*, aus der der **M. interscutularis** (Abbildung 13, Abbildung 14, Abbildung 15) und der **M. cervicoscutularis** (Abbildung 13, Abbildung 14, Abbildung 15) in der Medianen auf Höhe der *Crista sagittalis externa*

entsprungen. Beide verliefen zum dorsalen Rand des Scutulums. Der *M. interscutularis* lag rostral vom *M. cervicoscutularis*. Letzterer bekam aus der Tiefe einen feinen Zuschuss vom *M. parietoscutularis*. Er spaltete sich kurz vor der Insertion am Scutulum ab. Dieser Muskel war nicht bei allen Tieren aufzufinden. Der rostrale Teil des *M. cervicoscutularis* inserierte in den *M. interscutularis*.

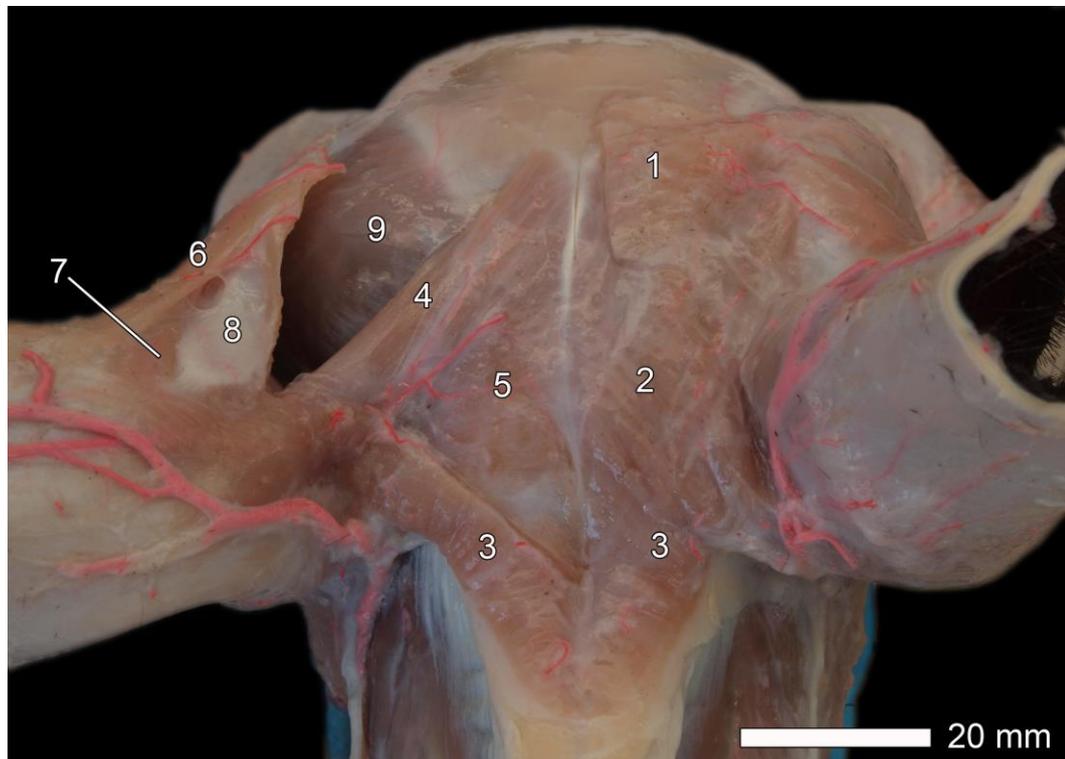


Abbildung 14: Ohrenmuskulatur eines 10 Monate alten Huakaya Alpakas, kaudale Ansicht

1 – *M. interscutularis*; 2 – *M. cervicoscutularis*; 3 – *M. cervicoauricularis superficialis*;  
 4 – *M. parietoauricularis*; 5 – *M. cervicoauricularis medius*; 6 – *M. scutuloauricularis superficialis dorsalis*;  
 7 – *M. scutuloauricularis superficialis accessorius*; 8 – Scutulum;  
 9 – *M. temporalis*

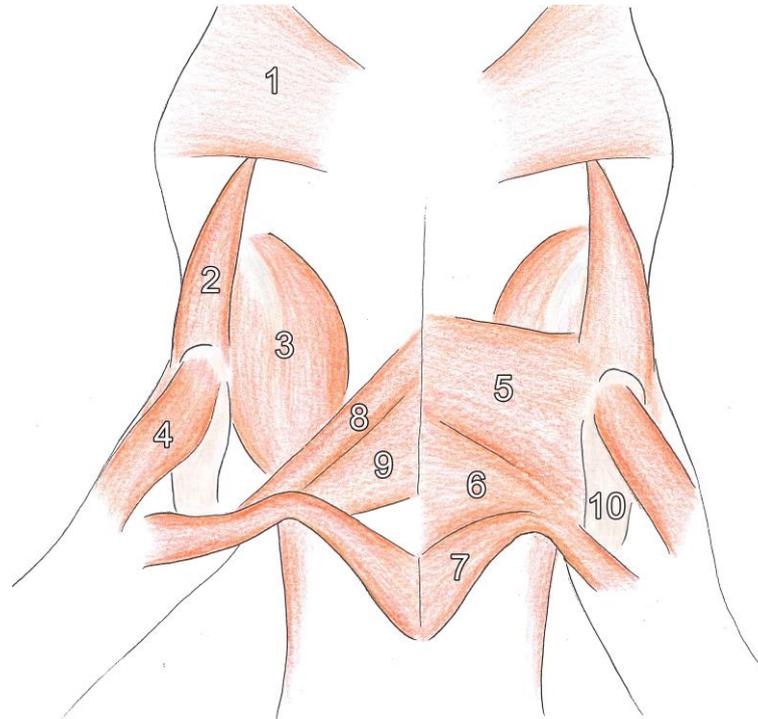


Abbildung 15: Zeichnung der Ohrenmuskulatur eines Alpakas, Dorsalansicht

1 – *M. frontalis*; 2 – *M. frontoscutularis*; 3 – *M. temporalis*; 4 – *M. scutuloauricularis superficialis dorsalis*; 5 – *M. interscutularis*; 6 – *M. cervicoscutularis*;  
7 – *M. cervicoauricularis superficialis*; 8 – *M. parietoauricularis*; 9 – *M. cervicoauricularis medius*; 10 – *Scutulum*

Der Niederzieher der Ohrmuschel, **M. parotidoauricularis** (Abbildung 10, Abbildung 11, Abbildung 13), verlief von der Oberfläche der Gl. parotis zur ventralen Ohrbasis. Dort inserierte er deutlich auf dem Ohrknorpel, an der Inc. praetragica. In seinem Verlauf überlagerte er den kaudalen Rand der Mandibula.

Die Heber der Ohrmuschel, Mm. auriculares dorsales, wurden von vier Muskeln gebildet. Der lange Heber, **M. cervicoauricularis superficialis** (Abbildung 13, Abbildung 14, Abbildung 15), befand sich am weitesten kaudal und stellte sich kaudal vom *M. cervicoscutularis* als kräftiger Muskel dar. Er nahm seinen Ursprung in der Medianen am Nackenband und inserierte dorsal auf dem Ohr, kaudal vom *Scutulum*. Der mittlere Heber, **M. parietoauricularis** (Abbildung 14, Abbildung 15, Abbildung 16), war erst nach Abnahme des *M. interscutularis*, des *M. cervicoscutularis* und des *M. cervicoauricularis superficialis* darstellbar. Er entsprang an der *Crista sagittalis externa* und setzte dorsokaudal an der Ohrbasis an. Der *M. parietoauricularis* gab einen feinen Strang an den *M. cervicoscutularis*, dieser Ast entsprach dem **M. parietoscutularis**. Der kurze Heber, **M. scutuloauricularis**

**superficialis accessorius** (Abbildung 14), entsprang am Scutulum und inserierte dorsal auf dem Ohr. Er wurde nach Abnahme vom *M. scutuloauricularis superficialis dorsalis* sichtbar.

Die Auswärtszieher der Ohrmuschel, *Mm. auriculares caudales*, setzten sich aus dem langen Auswärtszieher, *M. cervicoauricularis medius*, und dem kurzen Auswärtszieher, *M. cervicoauricularis profundus*, zusammen. Der ***M. cervicoauricularis medius*** (Abbildung 14, Abbildung 15, Abbildung 16) trat erst nach Abpräparation des *M. cervicoscutularis* und *M. cervicoauricularis superficialis* zum Vorschein. Er kam von der *Crista sagittalis externa* und zog kaudoventral an die Ohrbasis, ventral und kaudal der Insertionsstelle des *M. parietoauricularis*.

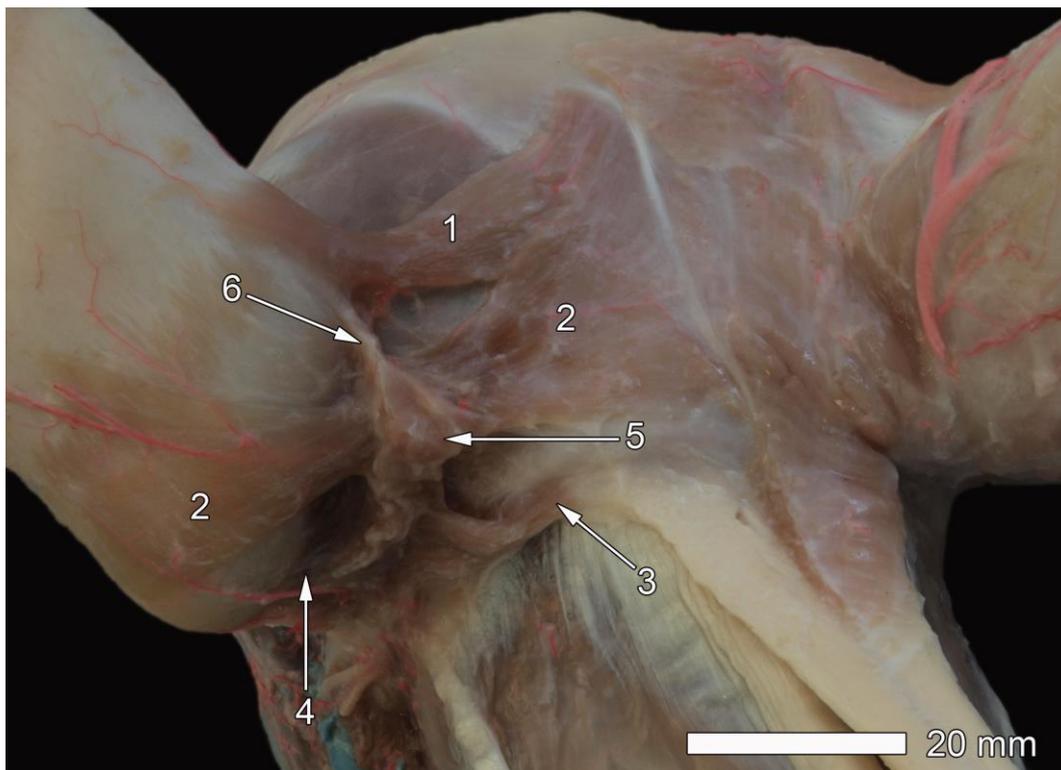


Abbildung 16: Verlauf des *M. cervicoauricularis profundus* eines 10 Monate alten Huakaya Alpakas, kaudale Ansicht

1 – *M. parietoauricularis*; 2 – *M. cervicoauricularis medius*; 3 – 6 – *M. cervicoauricularis profundus*: 3 – sein Ursprung; 4 – sein Ansatz an der Ohrbasis; 5 – Schlaufe um und Verschmelzung mit dem *M. cervicoauricularis medius*; 6 – Teilweise Verschmelzung mit dem *M. parietoauricularis* und Ansatz an der Ohrbasis

Der ***M. cervicoauricularis profundus*** (Abbildung 16) entsprang kaudoventral des *M. cervicoauricularis medius* aus der Hinterhauptsfaszie, lateral vom Nackenband. Er zog an der *Crista nuchae* entlang und spaltete sich dann auf. Ein Anteil inserierte kaudoventral vom

*M. scutuloauricularis profundus major* an der Ohrbasis. Der andere Anteil legte sich in Form einer Schlaufe um den *M. cervicoauricularis medius* und verschmolz an der Berührungsstelle mit ihm. Die Schlaufe inserierte in den *M. parietoauricularis*. Von dort zog er einmal an *M. parietoauricularis* und kaudodorsal an die Ohrbasis, medial der Dreher. Die letzte Abspaltung war nicht bei allen Tieren vorhanden.

Zu den Einwärtsziehern der Ohrmuschel, den *Mm. auriculares rostrales*, zählten der obere Einwärtszieher, *M. scutuloauricularis superficialis dorsalis*, der mittlere Einwärtszieher, *M. scutuloauricularis medius*, der untere Einwärtszieher, *M. scutuloauricularis superficialis ventralis* und der äußere Einwärtszieher, *M. zygomaticoauricularis*. Der ***M. scutuloauricularis superficialis dorsalis*** (Abbildung 10, Abbildung 11, Abbildung 13, Abbildung 14, Abbildung 15) entsprang der Außenfläche des Scutulums und setzte dorsal an der Ohrmuschel an. Darunter lag der kurze Heber, *M. scutuloauricularis superficialis accessorius*. Nach Abnahme des kurzen Hebers und Abheben des Scutulums, kam der ***M. scutuloauricularis superficialis medius*** zum Vorschein. Er entsprang unter dem *M. interscutularis* und war zum Teil mit ihm verbunden. Er inserierte unterhalb des Scutulums, kaudal von den Drehern der Ohrmuschel. Der ***M. scutuloauricularis superficialis ventralis*** fehlte dem Alpaka. Der ***M. zygomaticoauricularis*** (Abbildung 10, Abbildung 11, Abbildung 13) entsprang ventral vom kaudalen Teil des *M. zygomaticoscutularis*. Er inserierte rostral vom Tragus.

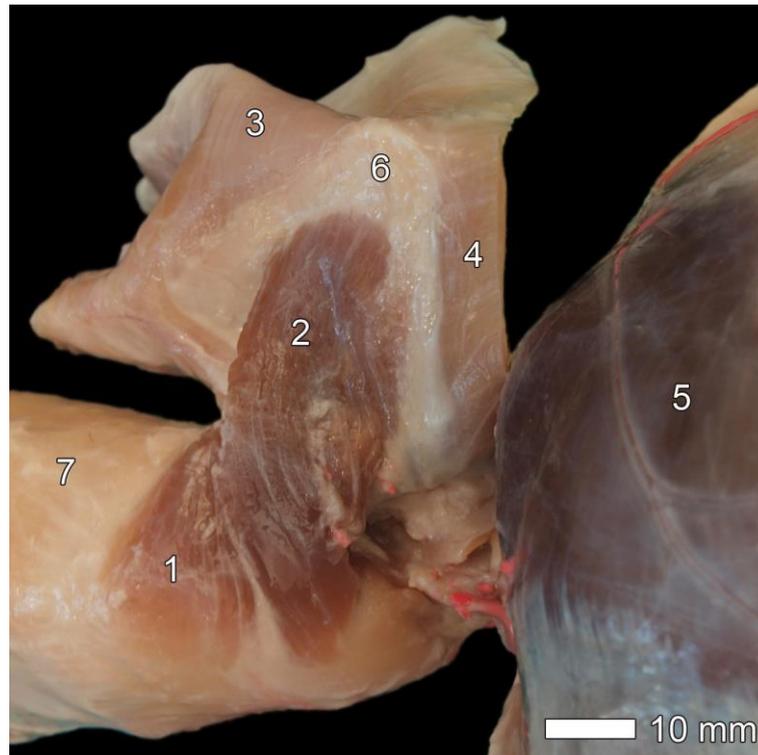


Abbildung 17: Dreher der Ohrmuschel bei einer 18 Jahre alten Huacaya Stute, kaudodorsale Ansicht

1 – *M. scutuloauricularis profundus minor*; 2 – *M. scutuloauricularis profundus major*;  
 3 – *M. interscutularis*; 4 – *M. frontoscutularis*; 5 – *M. temporalis*, 6 – Scutulum;  
 7 – Ohrmuschel

Die Dreher der Ohrmuschel, *Mm. auriculares profundi*, bestanden aus dem langen Dreher, ***M. scutuloauricularis profundus major*** und dem kurzen Dreher, ***M. scutuloauricularis profundus minor*** (Abbildung 17). Der lange Dreher nahm seinen Ursprung an der rostromedialen Unterseite des Schildchens, der kurze Dreher entsprang lateral daneben bzw. darunter. Der lange Dreher überkreuzte den kurzen Dreher und zog zur Ohrmuschel. Er inserierte distal neben dem langen Dreher.

### 2.3. Kaumuskulatur

Der ***M. masseter*** (Abbildung 10, Abbildung 11, Abbildung 18, Abbildung 21, Abbildung 23, Abbildung 32) bestand aus einer Pars superficialis und einer Pars profunda. Der oberflächliche Teil entsprang an der rostralen Hälfte des Arcus zygomaticus und zog zur Fossa masseterica. Die Fasern verliefen von rostral nach kaudoventral. Er bestand aus drei Schichten, die jeweils durch einen Sehnenspiegel getrennt waren. Er besaß eine horizontale Kerbe, in der die A. facialis, die V. facialis und der Ductus parotideus liefen. Bei den injizierten Präparaten wurde die starke arterielle Versorgung des kräftigen Muskels deutlich.

Der tiefe Anteil entsprang entlang des Arcus zygomaticus, in der rostralen Hälfte von der oberflächlichen Portion bedeckt, im kaudalen Teil vom *M. zygomaticus*. Er besaß einen rostroventralen Faserverlauf. An der kaudalen Grenze zwischen beiden Portionen liefen die *A. und V. transversa faciei*.

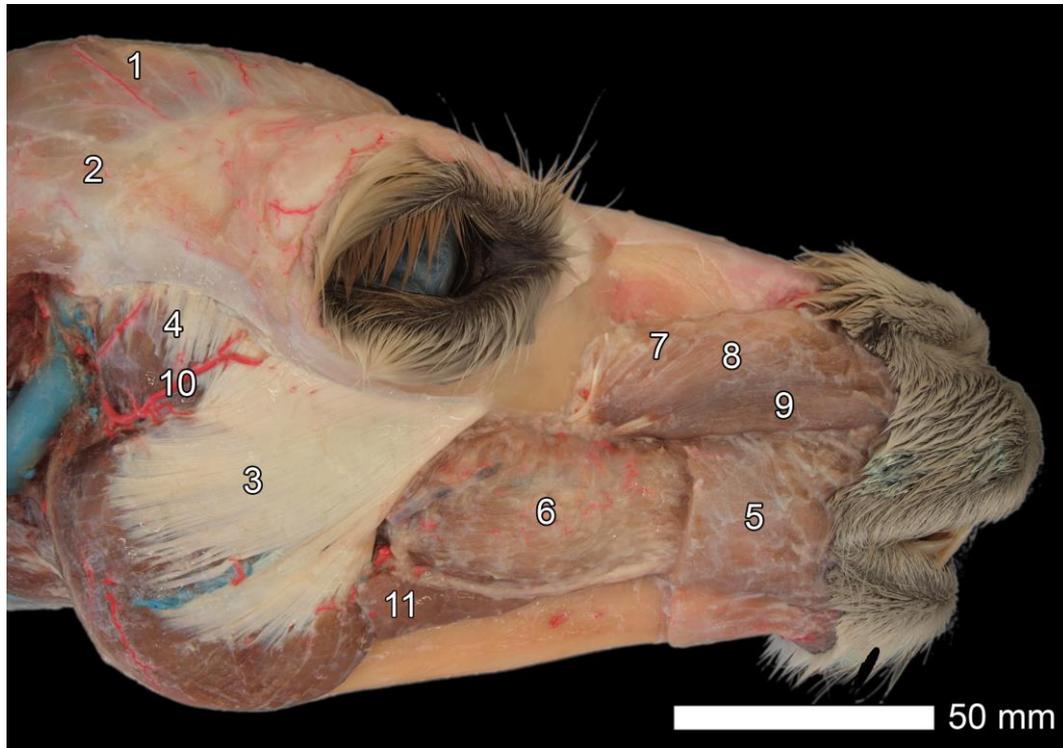


Abbildung 18: Gesichts- und Kaumuskulatur einer 20-jährigen Huacaya Stute

1 – *M. frontoscutularis*; 2 – *M. zygomaticoscutularis*; 3 – *M. masseter, Pars superficialis*; 4 – *M. masseter, Pars profunda*; 5 – *M. buccinator, Pars buccalis*; 6 – *M. buccinator, Pars molaris*; 7 – *M. levator labii superioris*; 8 – *M. caninus*; 9 – *M. depressor labii superioris*; 10 – *A. transversa faciei*; 11 – *Gll. buccales ventrales*

Der **M. temporalis** (Abbildung 10, Abbildung 11, Abbildung 14, Abbildung 15, Abbildung 17, Abbildung 19, Abbildung 21) entsprang entlang des Randes der Schläfengrube, an der Crista sagittalis externa, Crista nuchae, Crista pterygoidea und Linea temporalis sowie der Fossa temporalis, in welche er eingebettet war. Sein Ansatz befand sich am Proc. coronoideus der Mandibula und zog sich ventral entlang des Ramus mandibulae bis auf Höhe des For. mandibulae. Medial von ihm zogen der *N. lingualis* und die *V. profunda faciei*.

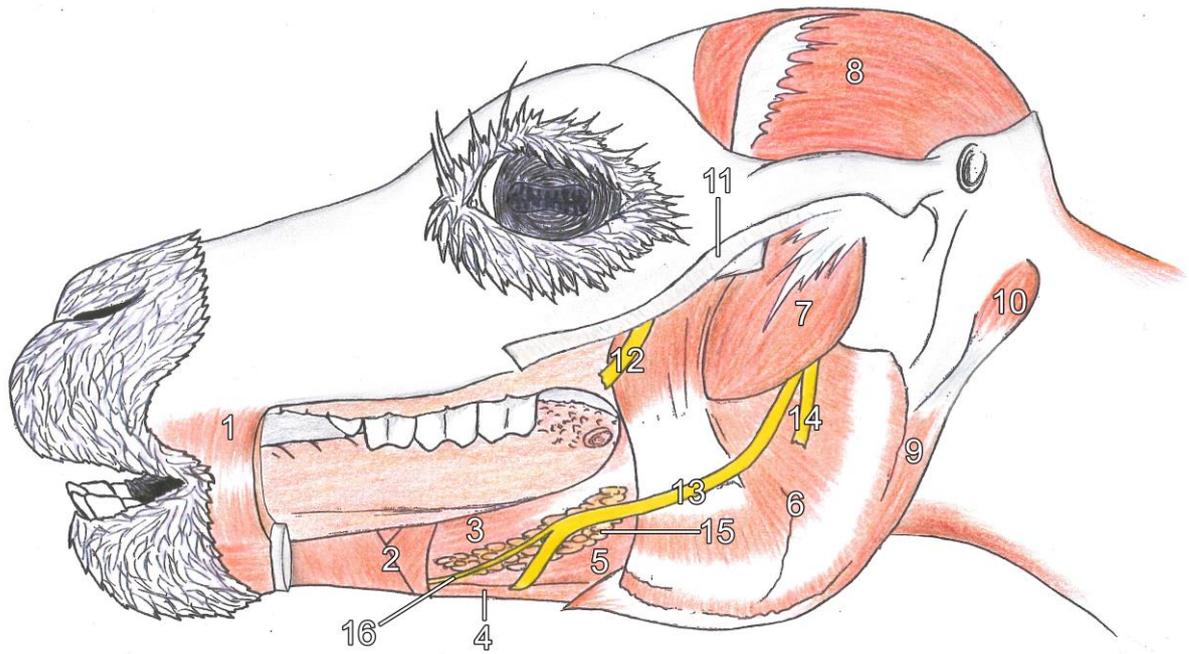


Abbildung 19: Zeichnung der medialen Muskulatur eines Alpakas

1 – *M. buccinator, Pars buccalis*; 2 – *M. mylohyoideus (rostrale und kaudale Portion)*;  
 3 – *M. styloglossus, Pars superficialis*; 4 – *M. geniohyoideus*; 5 – *M. hyoglossus*;  
 6 – *M. pterygoideus medialis*; 7 – *M. pterygoideus lateralis*; 8 – *M. temporalis*;  
 9 – *M. digastricus, Venter rostralis*; 10 – *M. digastricus, Venter caudalis*;  
 11 – Ursprungssehnenplatte des *M. masseter*; 12 – *N. buccalis*; 13 – *N. lingualis*,  
 14 – *N. alveolaris inferior*; 15 – *Gl. sublingualis polystomatica*; 16 – *N. sublingualis*

Lateral des *M. digastricus* befand sich der ***M. pterygoideus medialis*** (Abbildung 19, Abbildung 20, Abbildung 21, Abbildung 22, Abbildung 29, Abbildung 32). Er war mehrschichtig und spannte sich fächerförmig auf. Er nahm seinen Ursprung an der Lamina perpendicularis des Os pterygoideum, der medialen Fläche des Tuber maxillae und am spitzen Proc. pterygoideus des Os temporale. Er füllte die Fossa pterygopalatina aus. Der rostrale Anteil lief sehnig auf Höhe der Unterkieferzahnleiste am Ramus mandibulae aus. Die medialste Schicht setzte auf Höhe des *N. lingualis* an. Der Ansatz erstreckte sich über die gesamte Fossa pterygoidea der Mandibula.

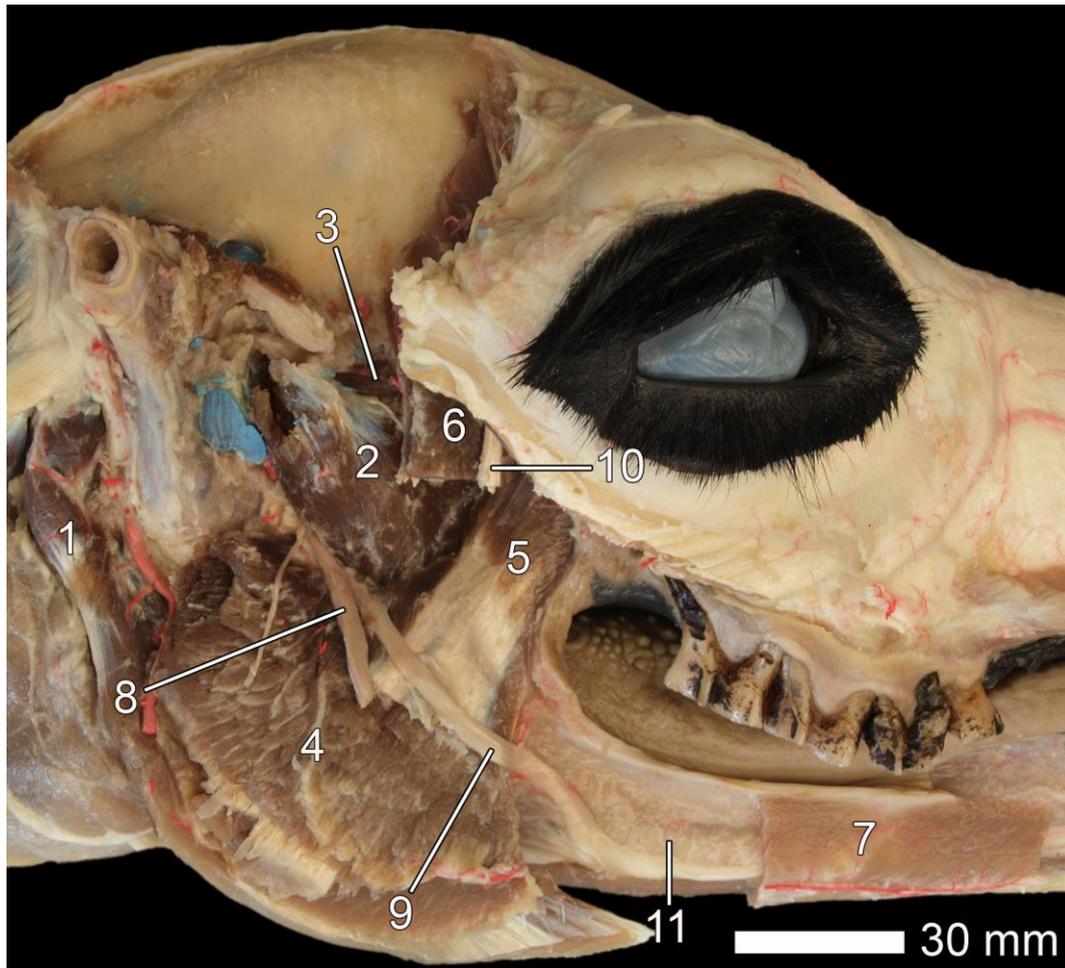


Abbildung 20: Mediale Kaumusculatur einer 13 Jahre alten Alpaka Stute

1 – *M. digastricus*, Venter caudalis; 2 – *M. pterygoideus lateralis*; 3 – *M. pterygoideus lateralis*, dorsale Portion (nur manchmal vorhanden); 4 – *M. pterygoideus medialis*, lateroventraler Teil; 5 – *M. pterygoideus medialis*, rostromediale Portion; 6 – Rest des *M. temporalis*; 7 – *M. mylohyoideus*; 8 – *N. alveolaris inferior*; 9 – *N. lingualis*; 10 – *N. buccalis*; 11 – *Gl. sublingualis polystomatica*

Der **M. pterygoideus lateralis** (Abbildung 19, Abbildung 20, Abbildung 21) entsprang mit zwei Anteilen, der tiefe an der kaudalen Kante des Ala ossis basisphenoidalis, des Flügels des Os basisphenoidale, und der oberflächliche auf der Lateralseite dieses Flügels bis auf Höhe des For. ovale. Teilweise war der oberflächliche Anteil bis zu seinem Ansatz zweischichtig. In diesem Fall trat zwischen den Schichten der *N. mandibularis* hervor, in den übrigen Fällen verlief der Nerv medial. Teilweise gab es eine zusätzliche dorsale Portion (Tier Nr. 6 + 9). Der Muskel inserierte einheitlich mediorostral am Proc. condylaris der Mandibula.

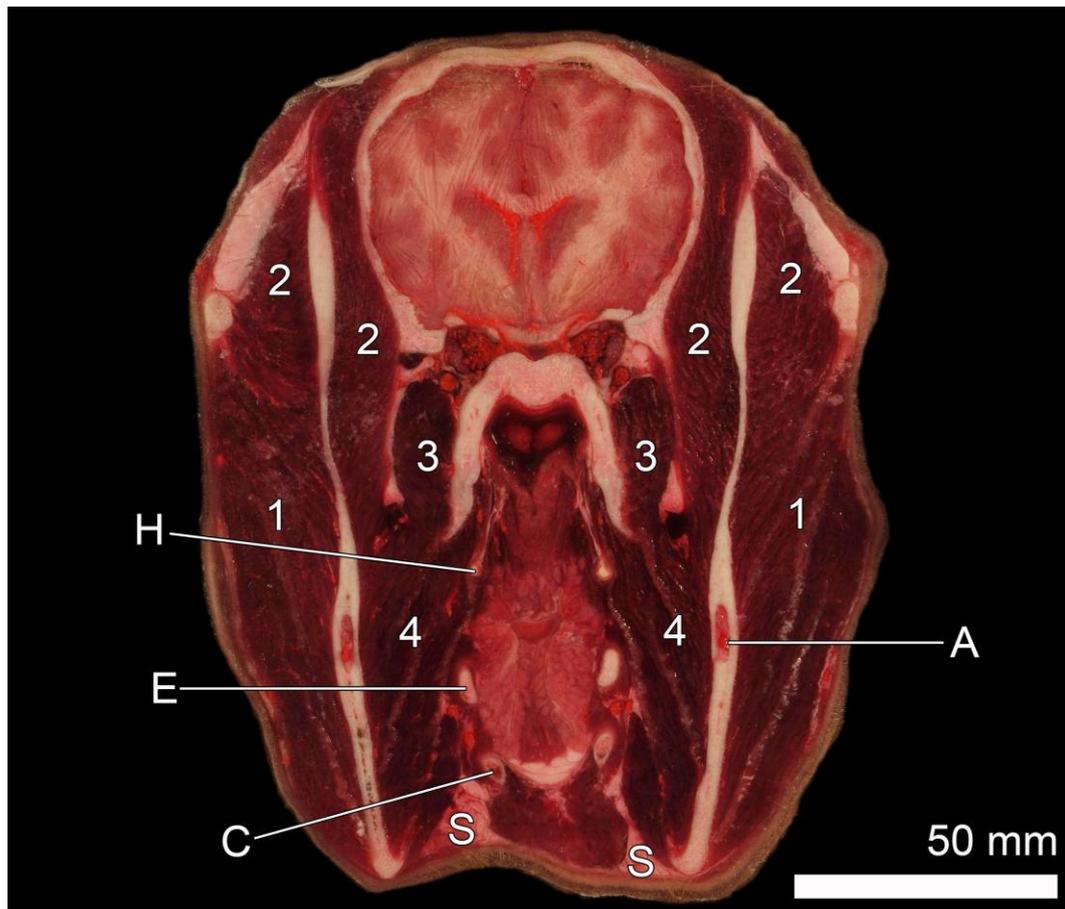


Abbildung 21: Transversalschnitt eines 17 Jahre alten Huacaya Hengstes, rostrokaudale Ansicht

1 – *M. masseter*; 2 – *M. temporalis*; 3 – *M. pterygoideus lateralis*; 4 – *M. pterygoideus medialis*; A – Alveonalkanal/*Canalis mandibulae*; C – *Ceratohyoid*; E – *Epihyoid*; H – *Hamulus des Os pterygoideum*; S – *Gll. sublinguales polystomaticae*

## 2.4. Kehlgangsmuskulatur

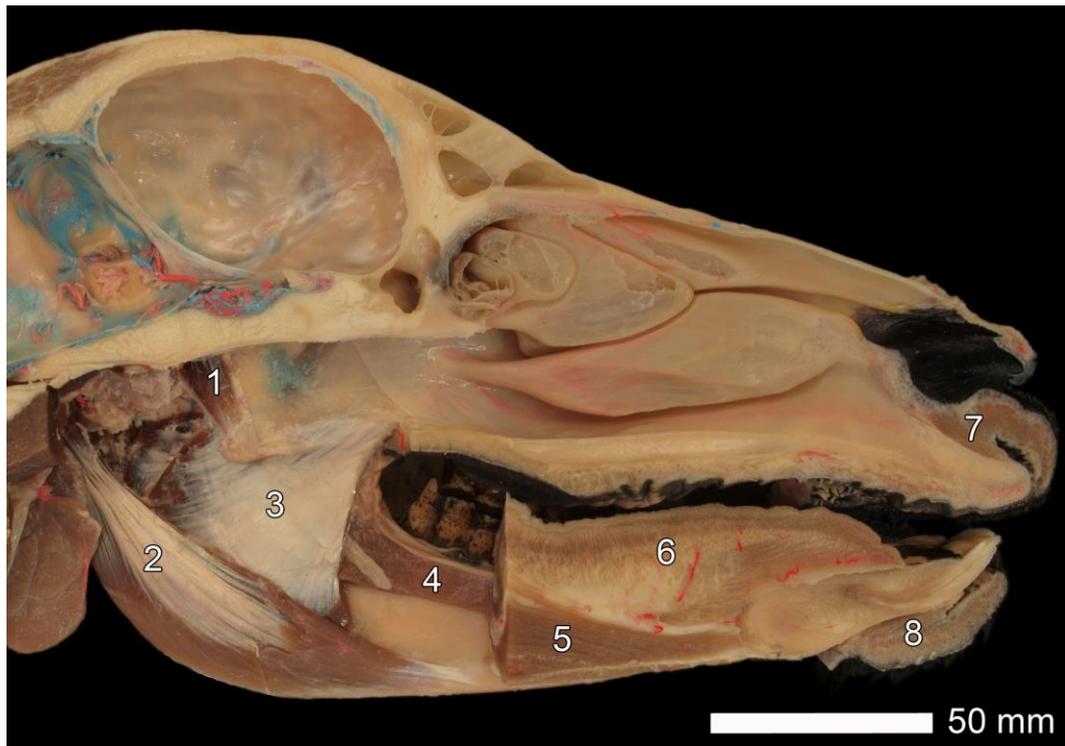


Abbildung 22: Medianschnitt einer 13-jährigen Huacaya Stute, linke Kopfhälfte (Ansicht von medial)

1 – *M. levator veli palatini*; 2 – *M. digastricus, Venter rostralis*; 3 – *M. pterygoideus medialis*; 4 – *M. mylohydeus* (ventraler Teil abgeschnitten); 5 – *M. genioglossus*; 6 – *M. lingualis proprius*; 7 – *M. incisivus superior*; 8 – *M. incisivus inferior*

An die Medialfläche der Mandibula schloss sich nach dem *M. pterygoideus medialis* der **M. digastricus** (Abbildung 19, Abbildung 20, Abbildung 22, Abbildung 23, Abbildung 24, Abbildung 32, Abbildung 34) an. Durch eine sehnige Einschnürung war eine undeutliche Zweiteilung in einen kleinen Venter caudalis und einen großen Venter rostralis festzustellen. Der *M. digastricus* nahm seinen Ursprung am Proc. paracondylaris und inserierte medial am Arcus mandibulae.

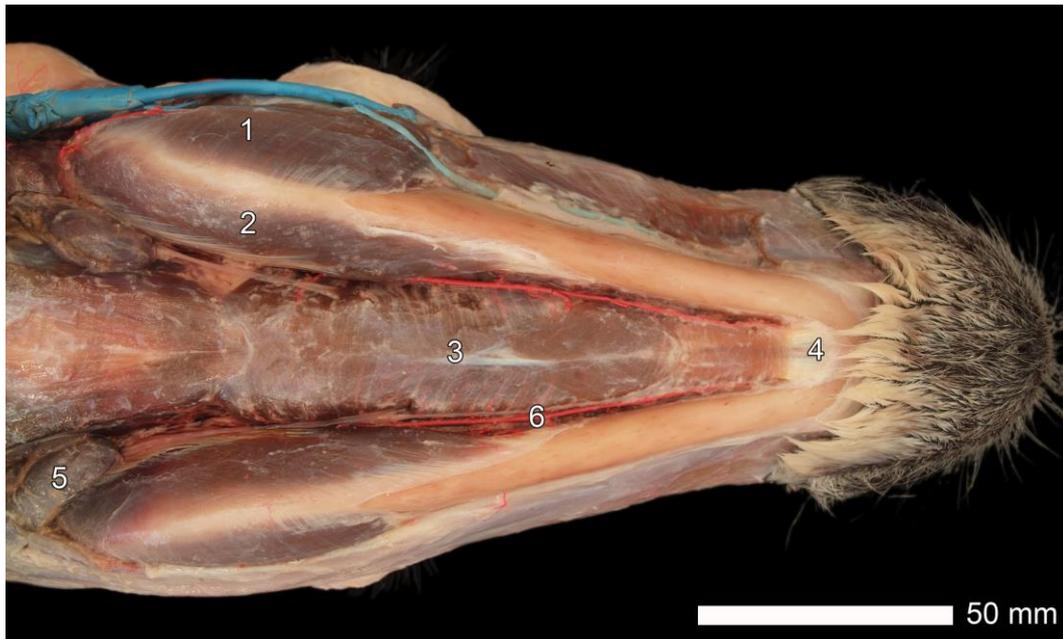


Abbildung 23: Kehlgangsmuskulatur eines 12 – 14 Jahre alten Huacaya Hengstes

1 – *M. masseter*; 2 – *M. digastricus, Venter rostralis*; 3 – *M. mylohyoideus*;  
 4 – *M. geniohyoideus*; 5 – *Ln. mandibularis*; 6 – *A. + V. submentalis*

Zwischen den Alveolarfortsätzen der Mandibula spannte sich der **M. mylohyoideus** (Abbildung 19, Abbildung 20, Abbildung 23, Abbildung 34) hängemattenartig über den Zungen- und Zungenbeinmuskeln auf. Die Fasern verschmolzen in der Medianen mit einer Mittelsehne. Im Bereich der Mandibulasymphyse war vor seinem rostralen Beginn der Ursprung des *M. geniohyoideus* sichtbar. Kaudal war seine Begrenzung auf Höhe des Basihyoids. Die ersten rostralen ein bis zwei Zentimeter hatten einen transversalen Verlauf. Darauf folgte die eigentliche rostrale Portion. Sie entsprang medial entlang des Diastemas und zog mit rostromedianem Faserverlauf in die Mediane. Die kaudale Portion besaß einen kaudomedianen Faserverlauf. Ihr Ursprung befand sich an den Alveolarfortsätzen der Backenzähne, rostral war dieser vom kaudalen Rand des Diastemas begrenzt und kaudal endete er auf Höhe des Basihyoids. Sein rostraler Anteil verlief unterhalb der rostralen Portion.

## 2.5. Gaumensegelbeweger

Der **M. palatinus** (Abbildung 25, Abbildung 34) stellte sich als ein langer Muskel dar, der am Choanenrand entsprang, in das Gaumensegel einstrahlte und es in der kaudalen Hälfte ausfüllte. Er war mit dem *M. palatopharyngeus* verbunden. Seitlich waren die *Gll. palatinae* eingelagert.

Der **M. tensor veli palatini** (Abbildung 26, Abbildung 27) entsprang rostral an der Bulla tympanica von einem undeutlichen Proc. muscularis. Seine Sehne zog um den Hamulus pterygoideus von kaudal nach medial in das Gaumensegel hinein.

Medial an den gleichen Knochenpunkten nahm der **M. levator veli palatini** (Abbildung 22) seinen Ursprung. Er verlief medial des M. tensor veli palatini, rostral vom Ostium pharyngeum tubae auditivae und strahlte in das Gaumensegel ein.

## 2.6. Rachenmuskulatur

Die Schlundkopfschnürer befanden sich unter lymphatischem Gewebe, den Tonsillae palatinae, der Rachenschleimhaut und der Gaumenschleimhaut, sie waren miteinander verschmolzen und nur schwer voneinander zu trennen.

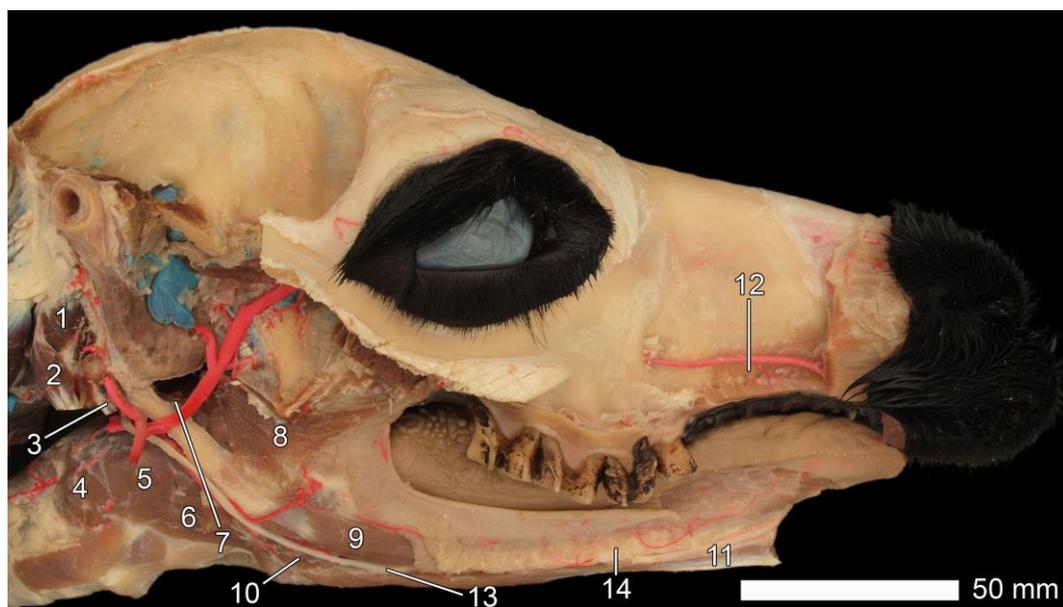


Abbildung 24: Rachenmuskulatur einer 13-jährigen Huacaya Stute

1 – *M. occipitohyoideus*; 2 – Ursprung des *M. digastricus*, Venter caudalis; 3 – Ursprung des *M. stylohyoideus*; 4 – *M. cricopharyngeus*; 5 – *M. thyreopharyngeus*; 6 – *M. thyreohyoideus*; 7 – *M. stylopharyngeus caudalis*; 8 – rostrale Schlundkopfschnürer; 9 – *M. styloglossus*; 10 – *M. hyoglossus*; 11 – *M. geniohyoideus*; 12 – Teil des *M. buccinator*; 13 – *N. hypoglossus*; 14 – *Gl. sublingualis polystomatica*

Die rostralen Schlundkopfschnürer, Mm. constrictores rostrales, setzten sich aus dem M. palatopharyngeus und dem M. pterygopharyngeus zusammen. Der **M. palatopharyngeus** (Abbildung 26, Abbildung 27) entsprang am unteren Rand der Fossa pterygopalatina sowie dorsal und lateral des Gaumendachs. Er war mit dem M. palatinus verbunden und inserierte in die Raphe pharyngis. Der **M. pterygopharyngeus** entsprang medial am Hamulus des Os

pterygoideum und inserierte in der Raphe pharyngis, rostral vom *M. palatopharyngeus*.

Der *M. stylopharyngeus rostralis* und *M. hyopharyngeus* bildeten die mittleren Schlundkopfschnürer, *Mm. constrictores pharyngis medii*. Der ***M. stylopharyngeus rostralis*** (Abbildung 26, Abbildung 27, Abbildung 30, Abbildung 31) nahm seinen Ursprung medial am rostralen Ende des Stylohyoids und strahlte in die Raphe pharyngis ein. Bei einem Tier (Nr. 6) befand er sich zum Teil rostral des Schlundkopferweiterers (Abbildung 26, Abbildung 27). Am kaudalen Ende des Thyreohyoids entsprang der ***M. hyopharyngeus*** (Abbildung 26, Abbildung 27, Abbildung 30, Abbildung 31), der kaudal des *M. stylopharyngeus rostralis* in die Raphe pharyngis lief.

Die kaudalen Schlundkopfschnürer, *Mm. constrictores pharyngis caudales*, bestanden aus dem ***M. thyreopharyngeus*** (Abbildung 24, Abbildung 26, Abbildung 27) und dem *M. cricopharyngeus*. Ersterer entsprang an der Linea obliqua der Schildknorpelplatte, Lamina thyreoidea. Der ***M. cricopharyngeus*** (Abbildung 24, Abbildung 26, Abbildung 27) kam von der lateralen Fläche der Cartilago cricoidea. Hintereinander mündeten auch sie in die Raphe pharyngis.

Als Schlundkopferweiterer ließ sich der ***M. stylopharyngeus caudalis*** (Abbildung 24, Abbildung 26, Abbildung 27, Abbildung 29, Abbildung 30, Abbildung 31) finden. Er nahm seinen Ursprung medial an der kaudalen Hälfte des Stylohyoids. Mit rostroventralem Faserverlauf inserierte er zwischen den rostralen und mittleren Schlundkopfschnürern in die seitliche Schlundkopfwand.

## 2.7. Zungenmuskulatur

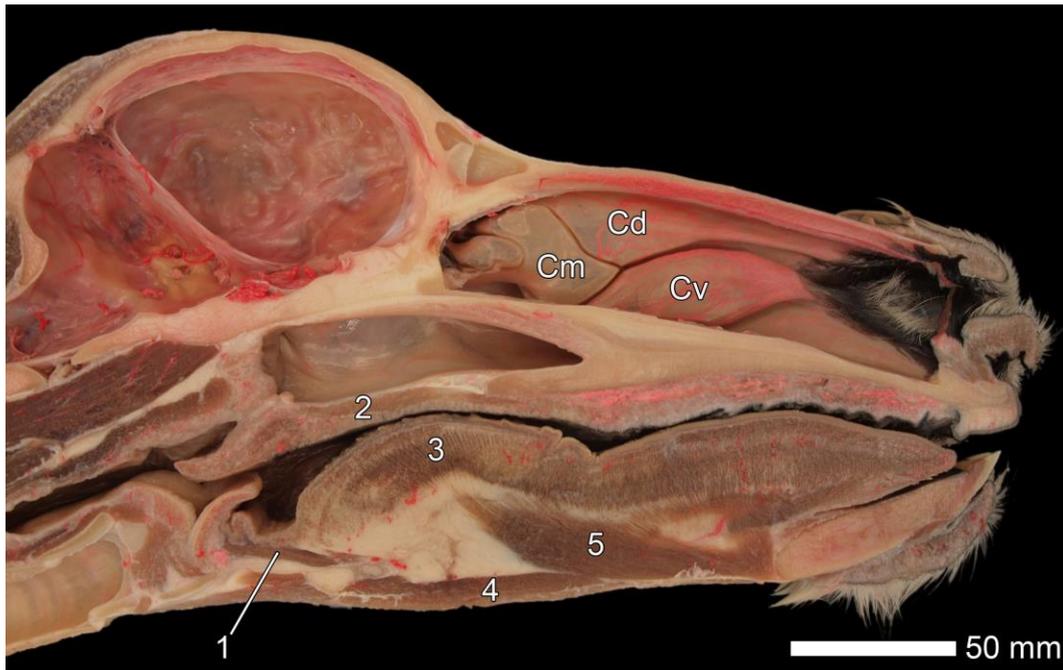


Abbildung 25: Medianschnitt des Kopfes einer 20-jährigen Huacaya Stute, linke Hälfte

1 – *M. hyoepiglotticus*; 2 – *M. palatinus*; 3 – *M. lingualis proprius*; 4 – *M. geniohyoideus*; 5 – *M. genioglossus*; Cd – *Concha nasalis dorsalis*; Cm – *Concha nasalis media*; Cv – *Concha nasalis ventralis*

Vom **M. lingualis proprius** (Abbildung 22, Abbildung 25, Abbildung 27, Abbildung 30, Abbildung 31, Abbildung 32) waren die *Fibrae longitudinales superficiales et profundae*, die *Fibrae transversae* und die *Fibrae perpendiculares* auffindbar. Der Zungenrücken wölbte sich ähnlich der Form eines *Torus linguae* auf.

Der **M. styloglossus** (Abbildung 19, Abbildung 26, Abbildung 27, Abbildung 29, Abbildung 30, Abbildung 31) besaß eine oberflächliche und eine tiefe Portion, *Pars superficialis* und *profunda*. Beide entsprangen dem rostralen Endstück des Stylohyoids. Die oberflächliche Portion lag lateral des *M. hyoglossus* und zog von lateroventral in die Zunge bis hin zur Zungenspitze. Sie entsprang lateral des Stylohyoids aus einem glänzenden Sehnenspiegel. Die mediale Portion lag zunächst dorsal vom *M. hyoglossus* und zog in die kaudolaterale Seite der Zunge, wo sie zum Teil mit dem *M. hyoglossus* verschmolzen war.

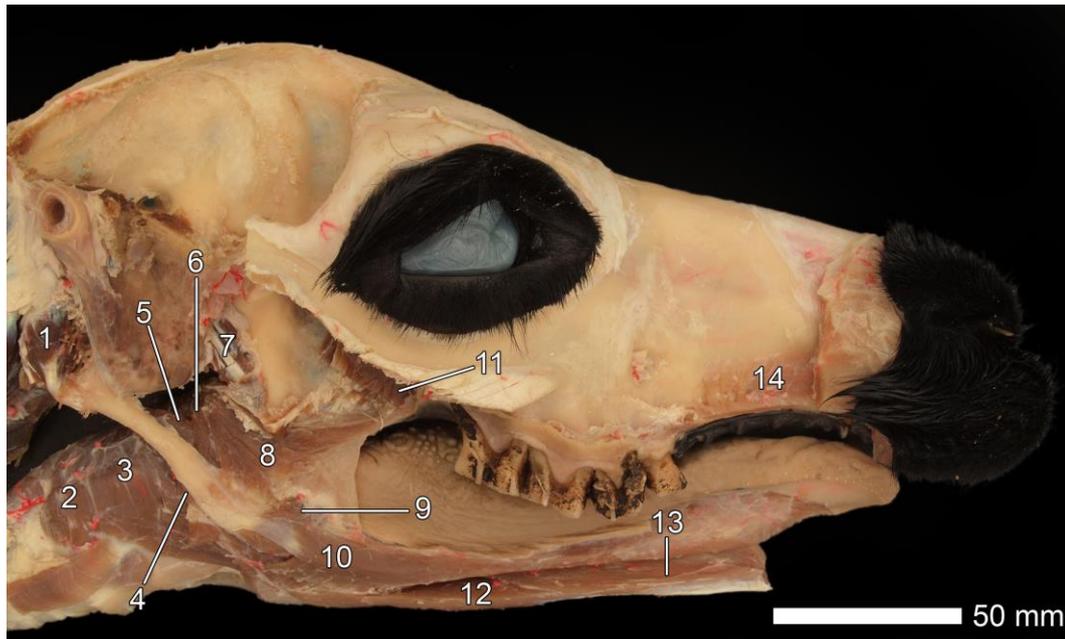


Abbildung 26: Rachen- und Zungenmuskulatur einer 13-jährigen Huacaya Stute

1 – *M. occipitohyoideus*; 2 – *M. cricopharyngeus*; 3 – *M. thyreopharyngeus*;  
 4 – *M. hyopharyngeus*; 5 – *M. stylopharyngeus caudalis*; 6 – *M. stylopharyngeus rostralis*  
 (bei diesem Tier rostral des Schlundkopferweiterers); 7 – *M. tensor veli palatini*;  
 8 – *M. palatopharyngeus*; 9 – *M. styloglossus, Pars profunda*; 10 – *M. styloglossus, Pars*  
*superficialis*; 11 – Ursprung des *M. pterygoideus medialis*; 12 – *M. geniohyoideus*;  
 13 – *M. genioglossus*; 14 – Teil des *M. buccinator*

Dorsal vom *M. geniohyoideus* zog der **M. hyoglossus** (Abbildung 19, Abbildung 24, Abbildung 27, Abbildung 28, Abbildung 29, Abbildung 30, Abbildung 31, Abbildung 32) vom Thyreohyoid aus kaudolateral in die Zunge. Sein kaudaler Teil zog von lateral an den *M. lingualis proprius*, sein rostraler Teil trat etwas weiter ventral ein (Abbildung 27, Abbildung 30). Lateral von ihm verliefen der *N. hypoglossus* und medial davon, lateral vom Ceratohyoid, war die *A. lingualis* aufzufinden. Dorsal lag dem *M. hyoglossus* das Ceratohyoid an.

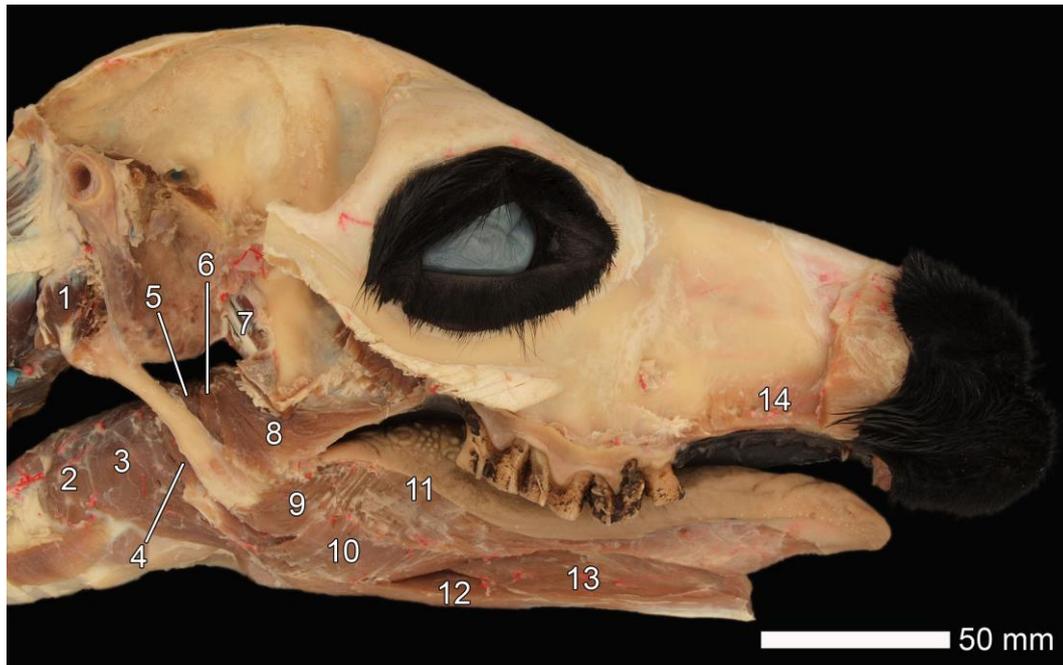


Abbildung 27: Rachen- und Zungenmuskulatur einer 13-jährigen Huacaya Stute (nach Abnahme der oberflächlichen Portion des *M. styloglossus*)

1 – *M. occipitohyoideus*; 2 – *M. cricopharyngeus*; 3 – *M. thyreopharyngeus*;  
 4 – *M. hyopharyngeus*; 5 – *M. stylopharyngeus caudalis*; 6 – *M. stylopharyngeus rostralis*  
 (bei diesem Tier rostral des Schlundkopferweiterers); 7 – *M. tensor veli palatini*;  
 8 – *M. palatopharyngeus*; 9 – *M. styloglossus, Pars profunda*; 10 – *M. hyoglossus*;  
 11 – *M. lingualis proprius*; 12 – *M. geniohyoideus*; 13 – *M. genioglossus*; 14 – Teil des  
*M. buccinator*

Der **M. genioglossus** (Abbildung 22, Abbildung 25, Abbildung 26, Abbildung 27, Abbildung 28, Abbildung 29) lag dorsomedial vom *M. geniohyoideus* und zog vom Kinn aus flächig in die Zunge. In der Medianen berührten sich die Muskeln beider Körperseiten.

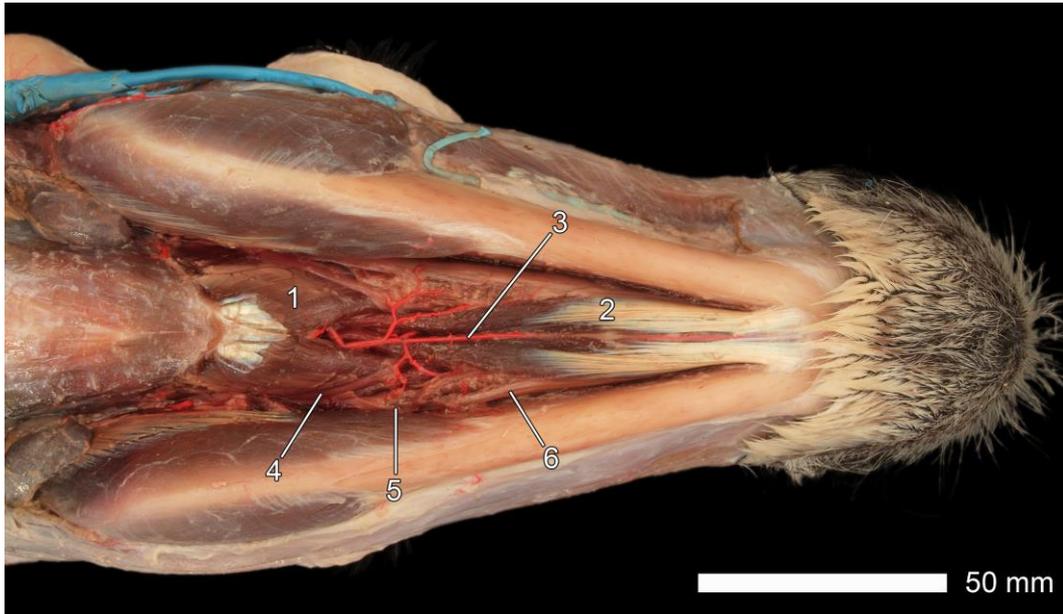


Abbildung 28: Zungenmuskulatur eines 12 – 14 Jahre alten *Huacaya Hengstes*

1 – *M. hyoglossus*; 2 – *M. genioglossus*; 3 – *A. sublingualis*; 4 – *N. hypoglossus*;  
5 – *Gl. sublingualis polystomatica*; 6 – *Ductus mandibularis*

## 2.8. Zungenbeinmuskulatur

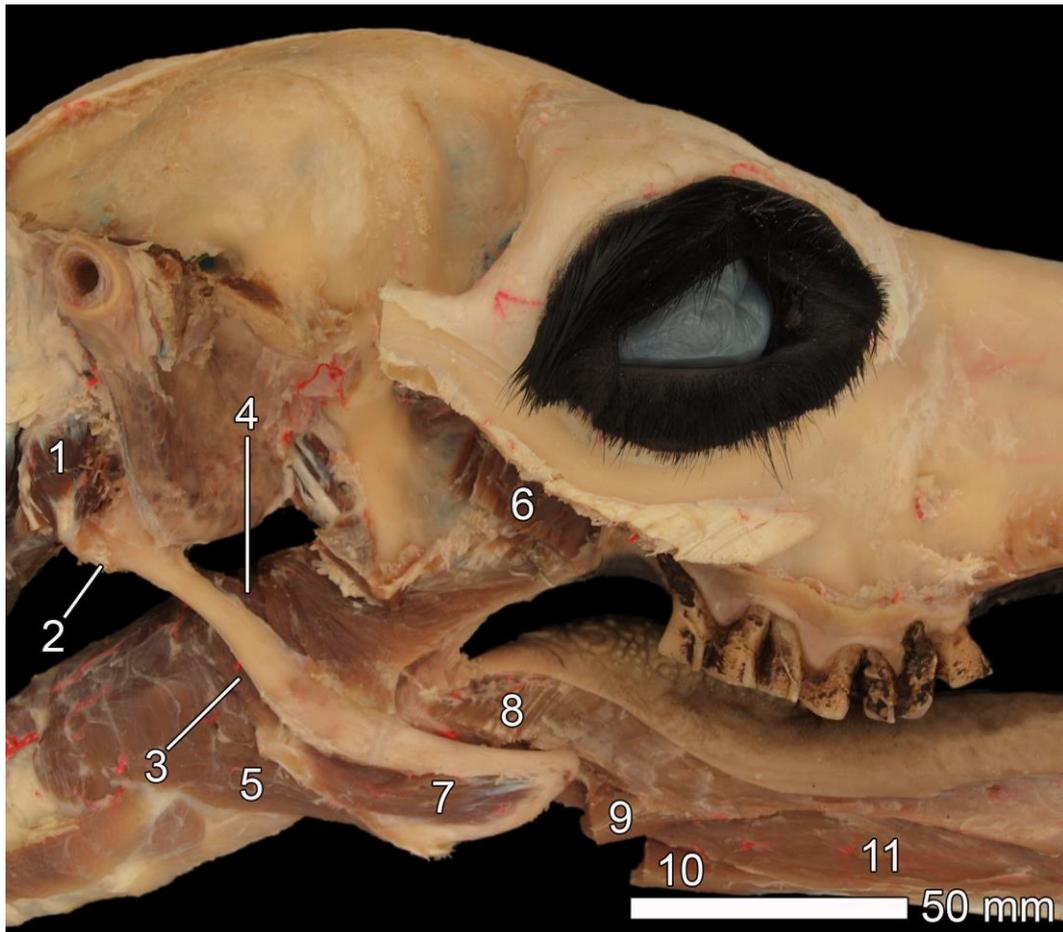


Abbildung 29: Zungenbeinmuskulatur einer 13 Jahre alten Huacaya Stute

1 – *M. occipitohyoideus*; 2 – Ursprung des *M. stylohyoideus*; 3 – *M. hyopharyngeus*;  
 4 – *M. stylopharyngeus caudalis*; 5 – *M. thyreohyoideus* ; 6 – *M. pterygoideus medialis*;  
 7 – *M. ceratohyoideus*; 8 – Anschnitt des Ansatzes des *M. styloglossus*; 9 – Anschnitt des  
 Ansatzes des *M. hyoglossus*; 10 – rostraler Teil des *M. geniohyoideus*; 11 – *M. genioglossus*

Der **M. geniohyoideus** (Abbildung 19, Abbildung 23, Abbildung 24, Abbildung 25, Abbildung 26, Abbildung 27, Abbildung 29, Abbildung 30, Abbildung 31, Abbildung 32) entsprang dem Basihyoid und zog zum Kaudalende der Symphyse der Mandibula, wo er mit einer Sehne mit Sehnenspiegel inserierte. Bis auf die rostralsten Millimeter war er vom *M. mylohyoideus* verdeckt.

Der **M. hyoepiglotticus** (Abbildung 25) verlief zwischen dem Basihyoid und dem kaudalen Teil des Ceratohyoids und der Rostralseite der Cartilago epiglottica.

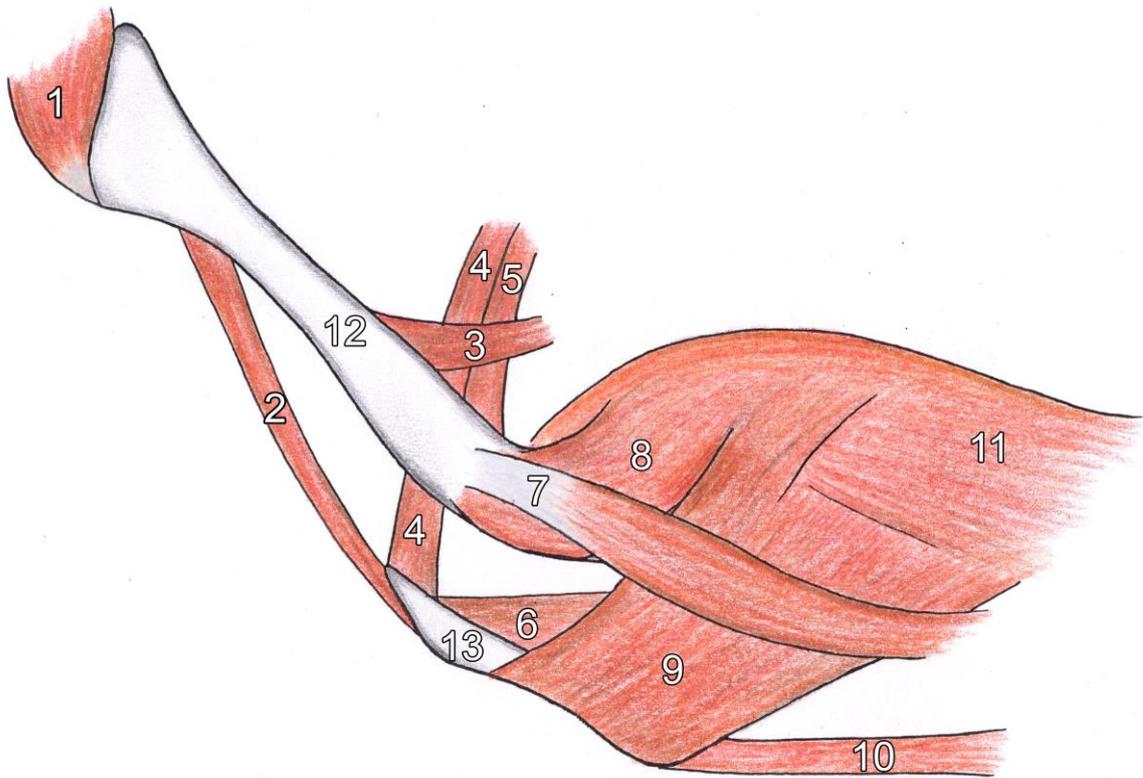


Abbildung 30: Zeichnung der Zungenbeinmuskulatur eines Alpakas

1 – *M. occipitohyoideus*; 2 – *M. stylohyoideus*; 3 – *M. stylopharyngeus caudalis*;  
 4 – *M. hyopharyngeus*; 5 – *M. stylopharyngeus rostralis*; 6 – *M. ceratohyoideus*;  
 7 – *M. styloglossus, Pars superficialis*; 8 – *M. styloglossus, Pars profunda*; 9 –  
*M. hyoglossus*; 10 – *M. geniohyoideus*; 11 – *M. lingualis proprius*; 12 – Stylohyoid; 13 –  
 Thyreohyoid

Mediorostral von der Ansatzstelle des *M. occipitohyoideus*, an der Medialseite des kaudalen Endes des Stylohyoids, entsprang der **M. stylohyoideus** (Abbildung 24, Abbildung 29, Abbildung 30, Abbildung 31). Seinen Ansatz nahm er am kaudalen Endstück des Thyreohyoids.

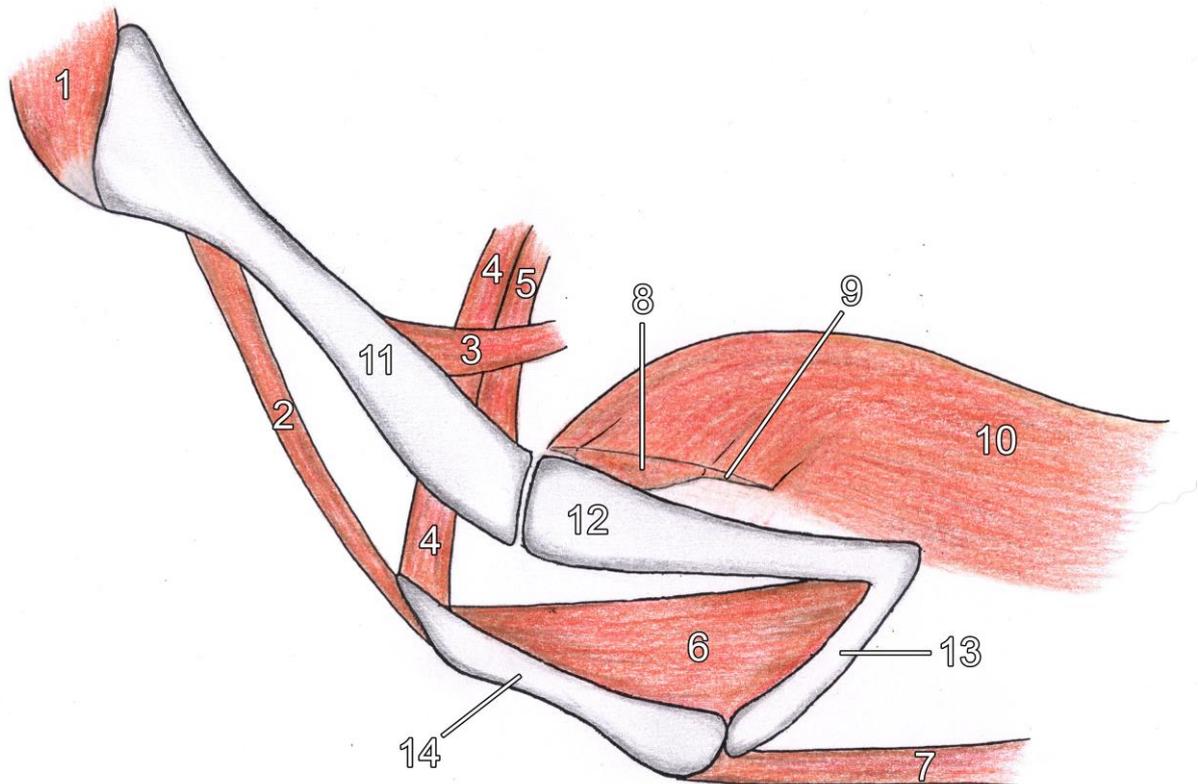


Abbildung 31: Zeichnung der Zungenbeinmuskulatur eines Alpakas (nach Abnahme von Teilen des *M. styloglossus* und *M. hyoglossus*)

1 – *M. occipitohyoideus*; 2 – *M. stylohyoideus*; 3 – *M. stylopharyngeus caudalis*;  
 4 – *M. hyopharyngeus*; 5 – *M. stylopharyngeus rostralis*; 6 – *M. ceratohyoideus*;  
 7 – *M. geniohyoideus*; 8 – Abschnitt des Ansatzes des *M. styloglossus*; 9 – Abschnitt des  
 Ansatzes des *M. hyoglossus*; 10 – *M. lingualis proprius*; 11 – Stylohyoid; 12 – Epihyoid;  
 13 – Ceratohyoid; 14 – Thyrohyoid

Der **M. occipitohyoideus** (Abbildung 24, Abbildung 26, Abbildung 27, Abbildung 29, Abbildung 30, Abbildung 31) entsprang dem Proc. paracondylaris unterhalb der Ansatzstelle des *M. digastricus*. Er war ein kurzer Muskel, der am kaudalen Ende des Stylohyoids ansetzte.

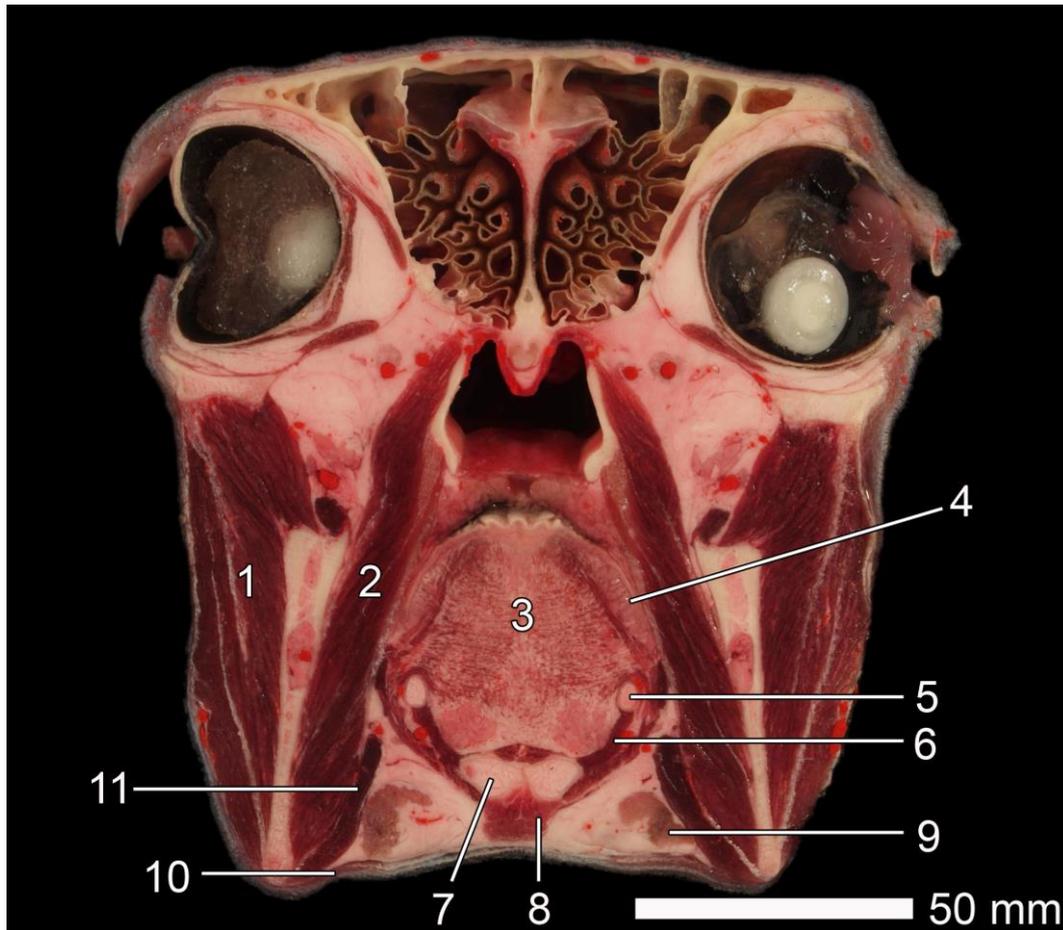


Abbildung 32: Transversalschnitt eines 14-jährigen Huacaya Hengstes auf Höhe der Augen, rostrokaudale Ansicht

1 – *M. masseter*; 2 – *M. pterygoideus medialis*; 3 – *M. lingualis proprius*; 4 – *M. hyoglossus*;  
 5 – *Ceratohyoid*; 6 – *M. ceratohyoideus*; 7 – Übergang vom *Basihyoid* zum *Thyreohyoid*;  
 8 – *M. geniohyoideus*; 9 – *Gl. sublingualis polystomatica*; 10 – *M. cutaneus faciei*;  
 11 – *M. digastricus*

Zwischen dem *Thyreohyoid*, dem *Ceratohyoid* und dem rostralen Anteil des *Epihyoids* fächerte sich der ***M. ceratohyoideus*** (Abbildung 29, Abbildung 30, Abbildung 31, Abbildung 32) flächig auf.

Ein ***M. hyoideus transversus*** fehlte dem Alpaka.

Zwischen dem *Thyreohyoid* und der *Linea obliqua* der Schildknorpelplatte der *Cartilago thyreoidea* verlief der ***M. thyreohyoideus*** (Abbildung 24, Abbildung 29).

Auf den *M. sternohyoideus* wurde nicht genauer eingegangen, da die Muskeln am abgesetzten Kopf untersucht wurden und so der Muskel nie vollständig darstellbar war.

### 3. Speicheldrüsen

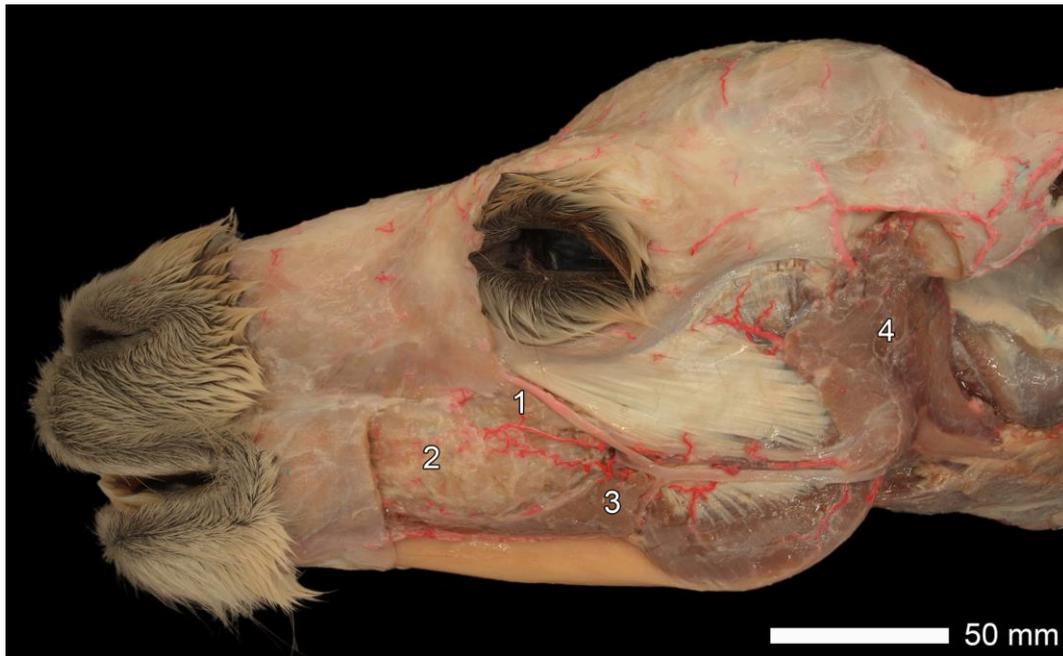


Abbildung 33: Oberflächliche Speicheldrüsen einer 20-jährigen Huacaya Stute

1 – *Gll. buccales dorsales*; 2 – *Gll. buccales intermediae*, Drüsenpakete verteilt zwischen *Pars buccalis* und *molaris* des *M. buccinator*; 3 – *Gll. buccales ventrales*; 4 – *Gl. parotis*

Die **Gl. parotis** (Abbildung 33, Abbildung 35) stellte die größte Speicheldrüse beim Alpaka dar. Sie befand sich in der Einkerbung zwischen dem Kaudalrand des *Ramus mandibulae* und dem Halsansatz, ventral vom Ohr. Sie lag oberflächlich und war nach Abziehen der Haut direkt sichtbar, nur teilweise von *M. cutaneus faciei* und *M. parotidoauricularis* bedeckt. Sie umgab den Plexus buccalis des *N. facialis*, die *V. jugularis* sowie feine Arterien. Die Sammelgänge der *Gl. parotis* vereinigten sich zum *Ductus parotideus* und verließen die Drüse im ventralen Viertel. Der Speichelgang zog in einer Kerbe über den *M. masseter*. Er lief ventral des *Ramus buccalis dorsalis* des *N. facialis* und dorsal von *A. und V. facialis* sowie vom *Ramus buccalis ventralis* (Abbildung 10). Der *Ductus parotideus* lag direkt dem *M. masseter* auf. Darüber verlief die *A. facialis*, diese wurde von der *V. facialis* überlagert. Am oberflächlichsten lagen der *Ramus dorsalis* und der *Ramus ventralis* des *N. facialis*. Ventral der *Gll. buccales dorsales* und dorsal des *M. buccinator* zog der *Ductus parotideus* bis auf Höhe der Molaren des Oberkiefers und mündete zwischen PI und MI in die Mundhöhle. Die Mündung lag auf der gleichen Senkrechtebene wie der nasale Augenwinkel.

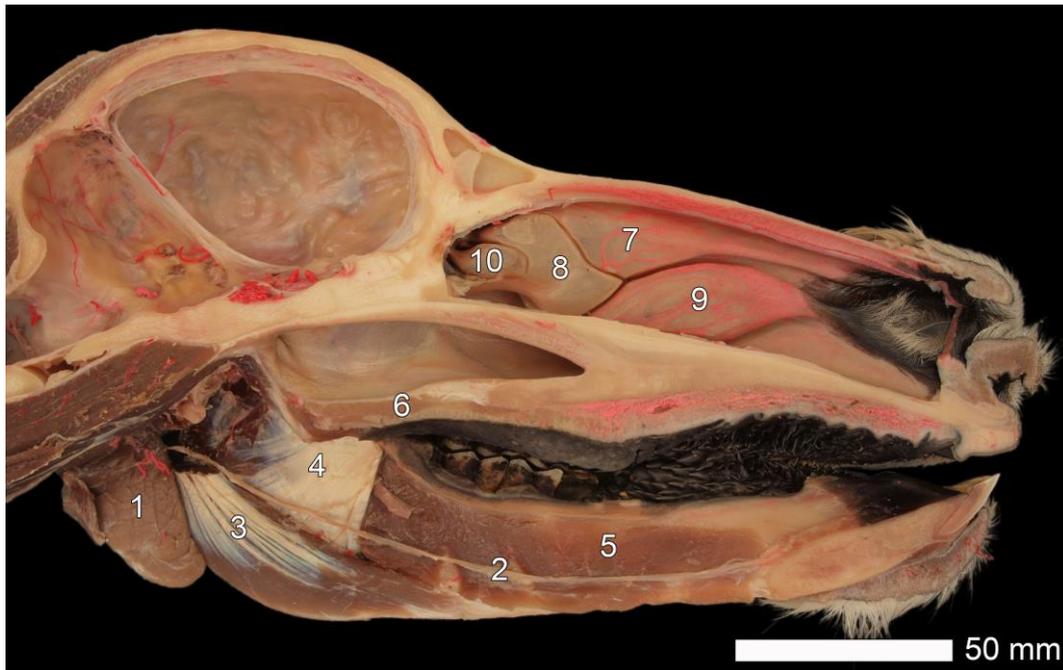


Abbildung 34: Mediale Ansicht des Kopfes einer 20-jährigen Huacaya Stute

1 – Gl. mandibularis; 2 – Ductus mandibularis; 3 – M. digastricus, Venter rostralis;  
 4 – M. pterygoideus medialis, 5 – M. mylohyoideus; 6 – M. palatinus; 7 – Concha nasalis  
 dorsalis (Endoturbinale I); 8 – Concha nasalis media (Endoturbinale II); 9 – Concha nasalis  
 ventralis, 10 – Endoturbinale III + IV

Als zweitgrößte Speicheldrüse fand sich die **Gl. mandibularis** (Abbildung 34, Abbildung 35, Abbildung 41), welche aus einem großen lateralen und einem kleineren medialen Anteil bestand. Sie saß ventromedial, kaudal des Angulus mandibulae, zwischen V. jugularis und A. carotis. Sie wurde arteriell und venös durch vom Hals kommende Gefäße versorgt. Der Ausführungsgang, Ductus mandibularis, begann in der Mitte des kranialen Randes. Er zog zwischen M. pterygoideus medialis und M. digastricus auf die Innenseite der Mandibula, dorsomedial vom M. digastricus und vom M. mylohyoideus, lateroventral von A. und V. sublingualis und V. lingualis. Er verlief dorsal des M. geniogyoideus und lateral vom M. genioglossus. Einige Zentimeter lief der Ductus mandibularis gemeinsam mit dem N. hypoglossus, welcher medial von ihm lag. Ab der rostralen Kante des M. masseter traf lateral der N. lingualis hinzu. Die Mündung des Ductus mandibularis befand sich auf der Caruncula sublingualis.

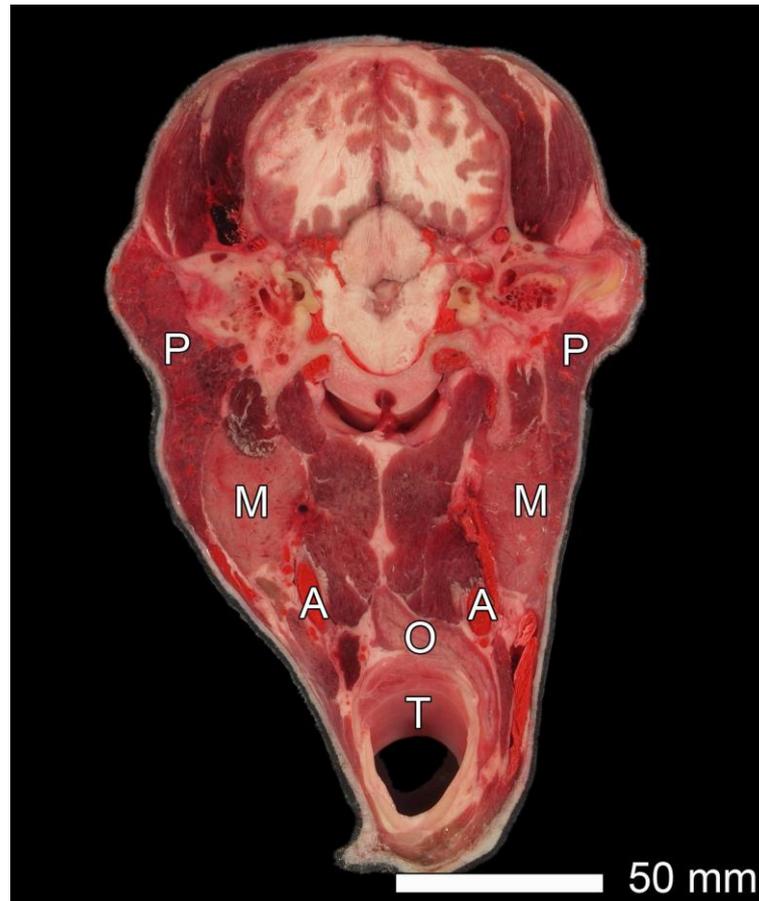


Abbildung 35: Transversalschnitt eines 14-jährigen Huacaya Hengstes, rostrokaudale Ansicht

A – A. carotis communis; M – Gl. mandibularis; O – Oesophagus; P – Gl. parotis;

T – Trachea

Eine **Gl. sublingualis monostomatica** fehlte dem Alpaka.

Die **Gl. sublingualis polystomatica** (Abbildung 19, Abbildung 20, Abbildung 21, Abbildung 24, Abbildung 44) fand sich lateral am Zungenrund zwischen dem M. mylohyoideus und dem M. geniohyoideus sowie zwischen dem M. genioglossus und der Zunge. Die Drüsenläppchen befanden sich sowohl direkt unter der Schleimhaut als auch zwischen den Muskelbäuchen. Es waren keine Ausführungsgänge darstellbar.

Die **Gll. buccales** (Abbildung 33, Abbildung 45) waren in Gll. buccales dorsales, ventrales und intermediae einzuteilen. Am deutlichsten stellten sich die Gll. buccales ventrales als kompaktes dreieckiges Gebilde dar. Sie waren von der Pars buccalis des M. buccinator überlagert. Ein bis meistens drei Ausführungsgänge verließen die Drüse aus ihrer kaudalen Hälfte und mündeten durch die Backe direkt in die Mundhöhle. Bei einem Tier (Nr.9) fand sich darüber hinaus noch ein Ausführungsgang, welcher aus der rostralen Hälfte in die

Mundhöhle führte. Die Gll. buccales intermediae bestanden aus einer Vielzahl von Läppchen, die sich zwischen der Pars molaris und Pars buccalis des M. buccinator befanden. Ihre Ausführungsgänge waren nicht darstellbar. Die Gll. buccales dorsales befanden sich dorsal auf und über dem M. buccinator und dem an dieser Stelle verlaufenden Ductus parotideus und zogen unter dem M. masseter unter das Auge bis medial ins perorbitale Fett, lateral vom M. stylohyoideus.

Direkt unter der mit Papillae filiformes besetzten Lippenschleimhaut waren die **Gll. labiales** aufzufinden. Sie befanden sich vor allem dorsal und ventral des Mundwinkels, wobei der mittlere Teil zwischen Ober- und Unterlippe ausgespart war. An der Unterlippe war der dritte Incisivus die rostrale Begrenzung, im Oberkiefer zogen die Drüsenpakete weiter rostral, hauptsächlich am Lippenrand.

Die **Gll. palatinae** lagen im Gaumendach auf Höhe der Zungenwurzel und umlagerten den M. palatinus.

## 4. Leitungsbahnen

### 4.1. Nerven

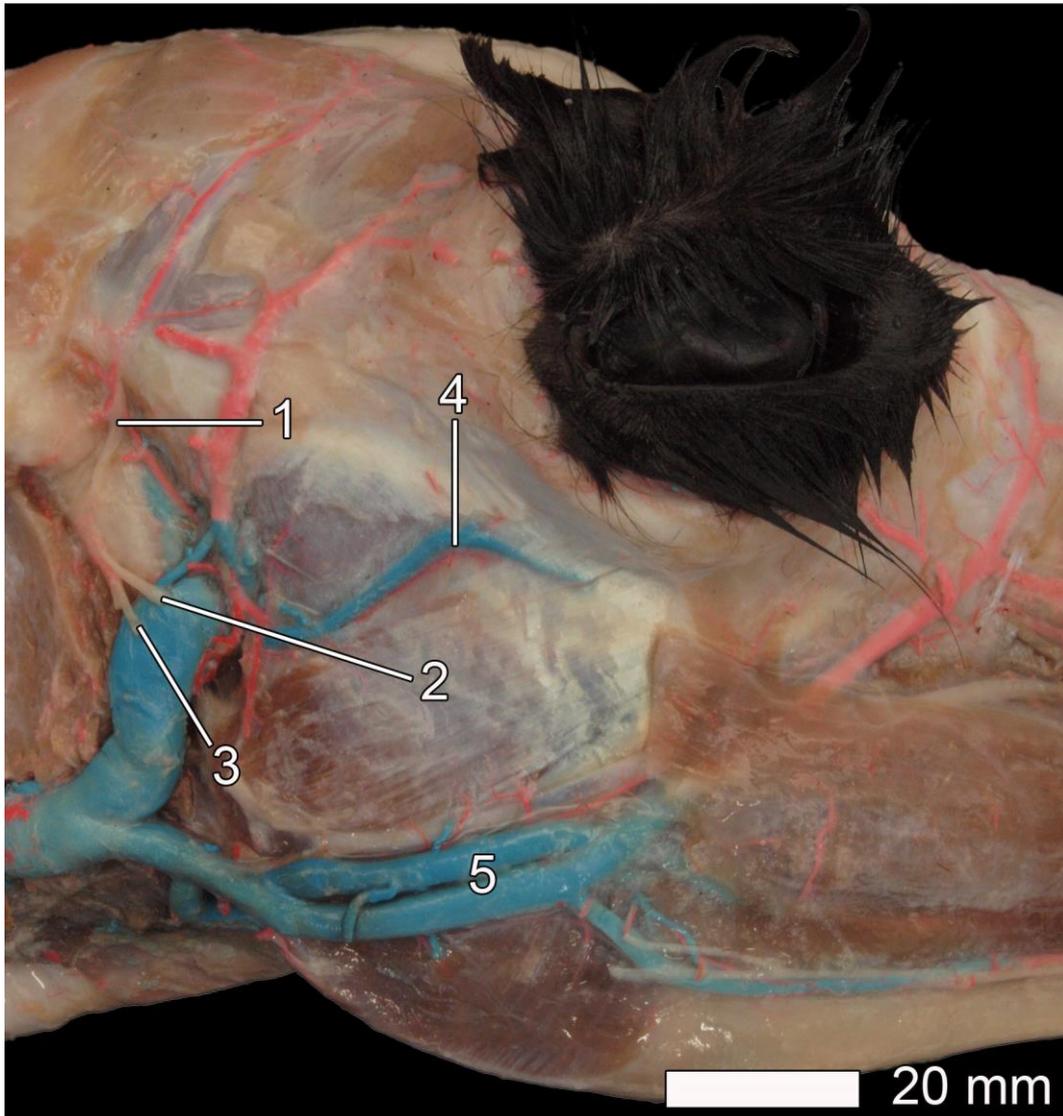


Abbildung 36: Aufspaltung des N. facialis bei einer 10 Monate alten Huacaya Stute

1 – N. auriculopalpebralis; 2 – Ramus buccalis dorsalis; 3 – Ramus buccalis ventralis; 4 – A. + V. transversa faciei; 5 – V. facialis (bei diesem Tier spaltete sich das Gefäß und vereinigte sich dann wieder)

Nach Abziehen der Haut zeigten sich die Rami buccales dorsales und ventrales des **N. facialis** (Abbildung 36, Abbildung 37). Sie traten unter der Rostralkante der Gl. parotis hervor. Nach Entfernung der Drüse ließ sich der Nervenaustritt aus dem For. stylomastoideum an die Außenseite des Schädels von unterhalb des äußeren Gehörgangs darstellen. An dieser Stelle kam es zu der Dreiteilung des N. facialis in den dorsalen **N. auriculopalpebralis**, welcher zum Jochbogen zog, in den mittleren Ast, den **Ramus buccalis dorsalis**, und den ventralen

Ast, den **Ramus buccalis ventralis** (Abbildung 36).

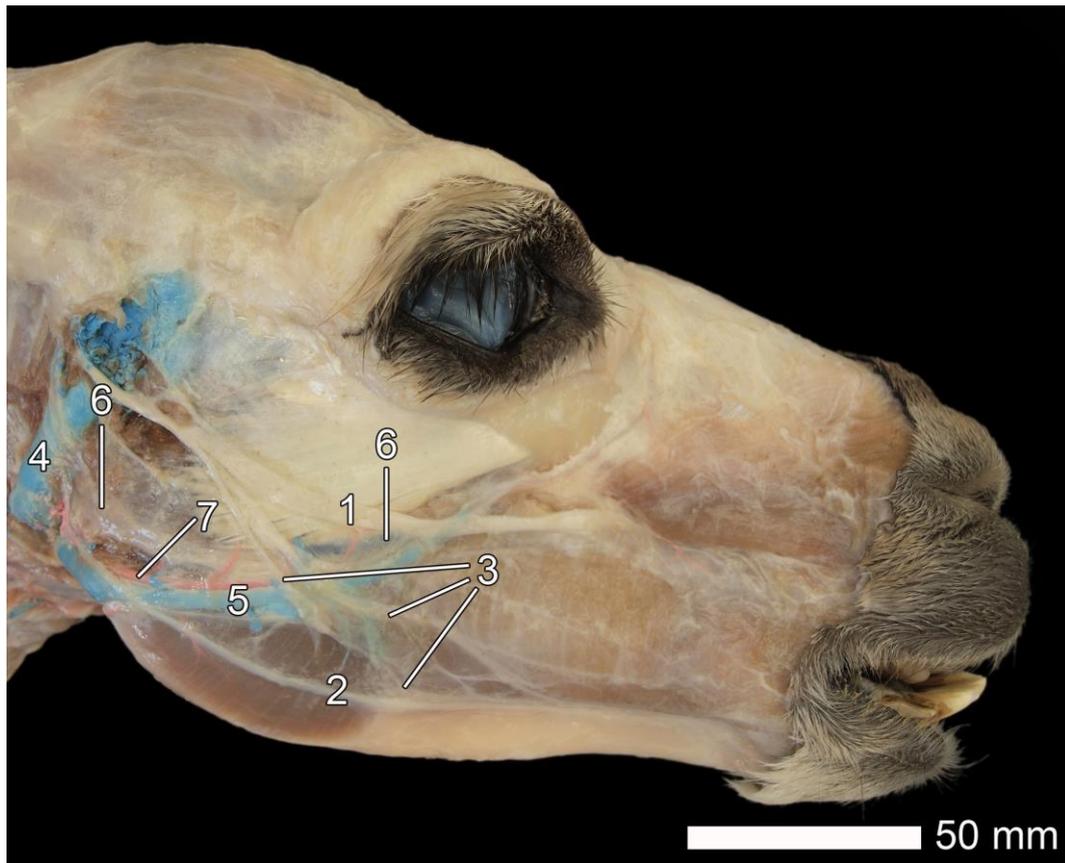


Abbildung 37: Oberflächliche Leitungsstrukturen eines 22-jährigen Huacaya Hengstes

1 – Ramus buccalis dorsalis des N. facialis; 2 – Ramus buccalis ventralis des N. facialis;  
 3 – Verbindungsäste zwischen 1 + 2; 4 – V. maxillaris; 5 – V. facialis; 6 – Ductus parotideus;  
 7 – A. facialis

Die Rami buccales dorsales und ventrales tauschten sowohl oberflächlich Fasern aus, als auch unterhalb des M. cutaneus faciei. Vorwiegend traten Fasern des Ramus buccalis dorsalis in den ventralen Ast über. Der Ramus buccalis dorsalis gab Fasern an den M. zygomaticus ab, verlief jedoch mit seiner Hauptportion von dem Muskel bedeckt. Nach Hervortreten unter dem rostralen Rand der Gl. parotis spalteten sich ventral einige Fasern ab, die in den M. buccinator zogen oder sich mit dem Ramus ventralis vereinigten. Der kräftige dorsale Anteil des Ramus buccalis dorsalis lag nahe des dorsalen Randes des M. buccinator und zog dort durch den M. levator nasolabialis und im weiteren Verlauf unterhalb des M. depressor labii superioris in die Tiefe, wo er gemeinsam mit dem N. infraorbitalis weiter rostral verlief.

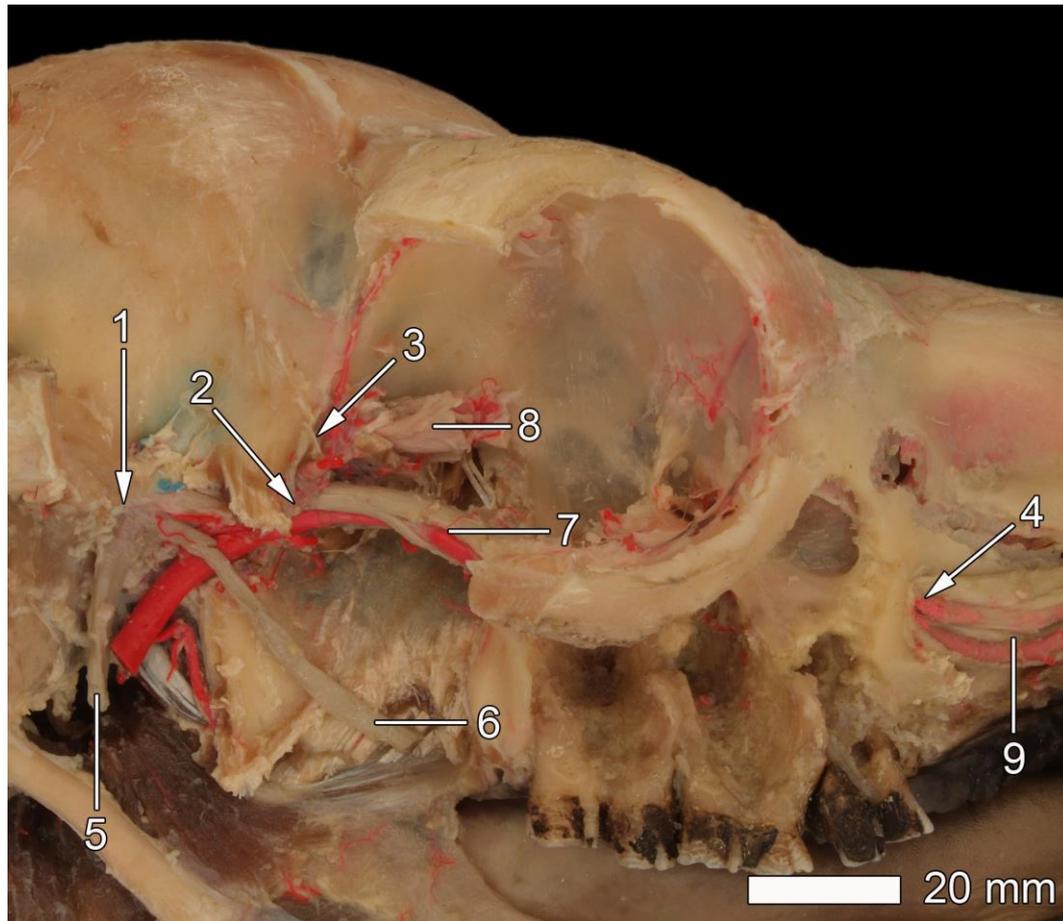


Abbildung 38: Kopfnervenausstritte einer 20 Jahre alten Huacaya Stute

1 – For. ovale; 2 – For. orbitorotundum; 3 – Can. opticus; 4 – For. infraorbitale;  
 5 – N. alveolaris inferior; 6 – N. buccalis; 7 – N. + A. maxillaris; 8 – N. opticus;  
 9 – N. + A. infraorbitalis

Der **N. maxillaris**, der zweite Ast des N. trigeminus, trat aus dem For. orbitorotundum hervor (Abbildung 38). Er gab den **N. palatinus major** ab, welcher neben der A. palatina major durch das For. palatinum caudale in den Canalis palatinus zog, durch das For. palatinum majus trat und die Gaumenschleimhaut versorgte. Eine weitere Abspaltung des N. maxillaris bildete der **N. nasalis caudalis**, welcher zusammen mit der A. und V. sphenopalatina in das For. sphenopalatinum eintrat. Gemeinsam mit der A. infraorbitalis lief der fortlaufende Anteil des N. maxillaris als **N. infraorbitalis** durch das For. maxillare in den Canalis infraorbitalis. Sie traten lateral der dorsalen Portion der Pars buccalis des M. buccinator und medial von M. levator labii superioris, M. caninus und M. depressor labii superioris an die Oberfläche. Der N. infraorbitalis fächerte sich weit auf und gab Äste an Oberlippe und Nase ab (Abbildung 11, Abbildung 38, Abbildung 41).

Der **N. mandibularis**, der dritte Ast des N. trigeminus, trat aus dem For. ovale aus dem

Schädel hervor (Abbildung 38).

Ein Teil des N. mandibularis verlief zuerst medial des M. pterygoideus lateralis und dann lateral des M. pterygoideus medialis, medial der Mandibula. Einzelne Nervenfasern, die **Nn. pterygoidei**, gingen an die Mm. pterygoidei ab. An der Rostralkante des Ramus mandibulae trat dieser Nerv auf die Lateralseite. Der **N. buccalis** zog auf die Pars molaris des M. buccinator, lief zunächst dorsal der Gll. buccales ventrales und zog dann zu den Backendrüsen und der Backenschleimhaut (Abbildung 38, Abbildung 39).

Zwischen den beiden Anteilen des M. pterygoideus lateralis traten zwei Nerven hervor, der N. lingualis und N. alveolaris inferior (Abbildung 19, Abbildung 20, Abbildung 41, Abbildung 43). Der mediale Ast, der **N. lingualis**, verlief ventrolateral des M. pterygoideus lateralis, bei einem Einzelfall (Tier Nr. 1) zwischen den Bäuchen des M. pterygoideus medialis. Von der Rostralseite der Bulla tympanica herziehend, vereinigte sich ein feiner Ast mit ihm, die Chorda tympani des N. intermediofacialis. Im weiteren Verlauf lag er lateral vom Zungenbein und lateral der Drüsenpakete der Gl. sublingualis polystomatica (Abbildung 19, Abbildung 20). Medial vom M. mylohyoideus zog er dorsal des M. geniohyoideus und lateral des Ductus mandibularis in die Zunge. Auf Höhe der kaudalen Backenzähne spaltete er den **N. sublingualis** ab. Dieser verlief dorsal vom Ductus mandibularis weiter nach rostral bis zum präfrenulären Mundhöhlenboden.

Der lateral des N. lingualis austretende **N. alveolaris inferior** gelangte über das For. mandibulae in den Canalis mandibulae (Abbildung 39). Dort verlief er ventral der Zahnwurzeln und kam über die beiden Forr. mentalia als **N. mentalis** wieder an die Oberfläche (Abbildung 11, Abbildung 39).

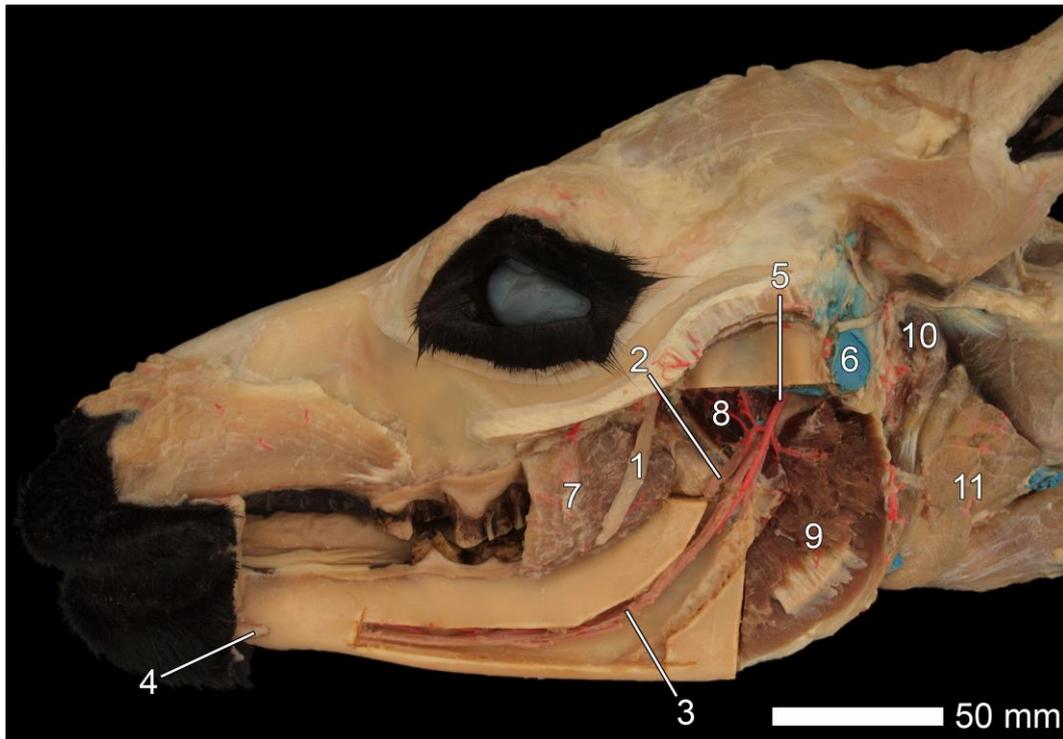


Abbildung 39: *Canalis mandibulae* einer 13 Jahre alten Huacaya Stute, laterale Ansicht

1 – *N. buccalis*; 2 – *N. lingualis*; 3 – *N. alveolaris inferior*; 4 – *N. mentalis*; 5 – *A. alveolaris inferior*; 6 – *V. maxillaris*; 7 – *M. buccinator, Pars molaris*; 8 – *M. pterygoideus lateralis*; 9 – *M. pterygoideus medialis*; 10 – *M. digastricus*, 11 – *Gl. mandibularis*

Der **N. hypoglossus** trat aus dem *Canalis nervi hypoglossi* hervor. Am Schädel waren an dieser Stelle mehrere kleine Löcher aufzufinden. Der Nerv entsprang dem ventralen, rostromedialen Loch. Aus der kaudalen Öffnung traten venöse Gefäße hervor. Der *N. hypoglossus* zog medial vom *M. stylohyoideus*, gemeinsam mit und lateral von der *A. lingualis*, ventral vom *Stylohyoid*. Lateral von ihm lag der *N. lingualis* und die *Gl. sublingualis polystomatica*. Er lief medial vom *M. digastricus*, dorsorostral von den langen Zungenbeinmuskeln und zog lateral vom *M. hyoglossus*, dorsal des *M. geniohyoideus* und ventral des *M. genioglossus* (Abbildung 28). Auf Höhe des kaudalen Beginns der Zahnwurzeln spaltete er sich auf. Ein deutlicher Ast zog dorsal von *M. geniohyoideus* und *M. genioglossus* und ein Ast lief unter den *M. styloglossus* in die Zunge (Abbildung 24, Abbildung 41, Abbildung 44).

Aus dem *For. supraorbitale accessorium* trat unterhalb des *M. frontalis* der **N. frontalis** hervor. Er lag dorsal auf der Orbita und lief mit feinen Ästen im *M. temporalis* aus. Rostral zogen die Äste auf den Ansatz des *M. levator nasolabialis*.

Der neunte und der zehnte Genhirnnerv, **N. glossopharyngeus** und **N. vagus**, traten aus dem For. jugulare hervor. Ein **N. accessorius**, der elfte Hirnnerv, fehlte dem Alpaka. Der N. vagus vereinigte sich mit den Fasern des Truncus sympathicus, distal des Ggl. cervicale craniale, zum Truncus vagosympathicus und verlief gemeinsam mit der A. carotis communis parallel zu Trachea und Ösophagus. Der N. glossopharyngeus zog lateral des Ggl. cervicale craniale und des N. vagus und rostral des N. hypoglossus. In seinem weiteren Verlauf befand er sich medial des M. stylopharyngeus caudalis und lateral der Schlundkopfschnürer. Mit seinen feinen Fasern strahlte er in den Rachen und den kaudalen Teil der Zunge ein.

#### 4.2. Arterien

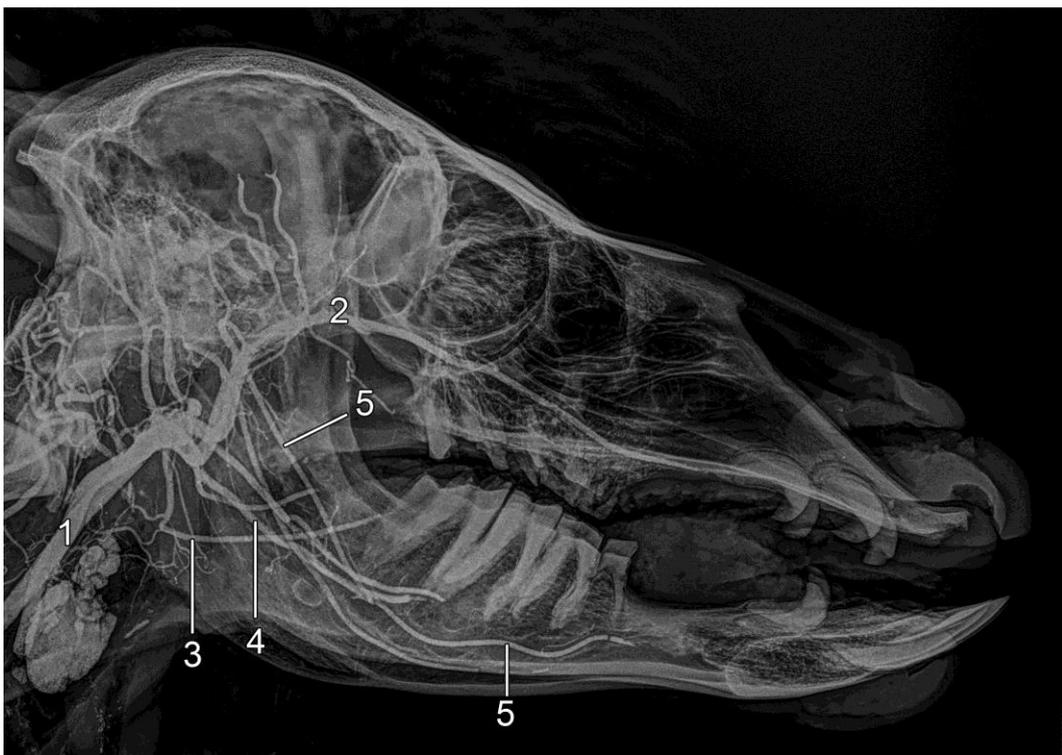


Abbildung 40: Röntgenbild des Kopfes eines 22-jährigen Huacayahengstes, laterolaterale Aufnahme, arterielle Gefäße mit Bariumsulfat und Latexmilch injiziert

1 – A. carotis communis; 2 – A. maxillaris; 3 – A. facialis; 4 – A. lingualis; 5 – A. alveolaris inferior

Die **A. carotis communis** (Abbildung 40, Abbildung 46) gab ventral des Hinterhauptes und kaudal des M. digastricus die **A. occipitalis** ab. Die **A. carotis interna** konnte nicht immer gefunden werden. Wenn vorhanden, zog sie rostral der Vagusgruppe und trat durch den Canalis caroticus ins Schädelinnere. Weiter rostral, ventral des Gehörgangs und kaudal der Bulla tympanica, spaltete sich die **A. auricularis caudalis** dorsal ab (Abbildung 41, Abbildung 44, Abbildung 46). Sie versorgte die kaudalen Bereiche der Gl. parotis und zog zur

ventralen Ohrbasis. Von dort wand sie sich kaudal um das Ohr, zog unterhalb des M. cervicoauricularis superficialis, des M. parietoauricularis, des M. cervicoauricularis medius und des Scutulums und lief dorsal auf der Ohrmuschel mit vielen feinen Seitenästen aus. Nach O'BRIEN (2017) handelte es sich hier um die „common auricular artery“. In Lehrbüchern, die sich mit Haussäugetieren und dem Dromedar befassen, findet sich die Bezeichnung „A. auricularis caudalis“ (NAV, 2017; SMUTS und BEZUIDENHOUT, 1987b; WAIBL et al., 2005a). Teilweise (bei Tier Nr. 13) entsprang diese aus einem gemeinsamen Gefäßstamm mit der A. facialis (Abbildung 41, Abbildung 44, Abbildung 46).

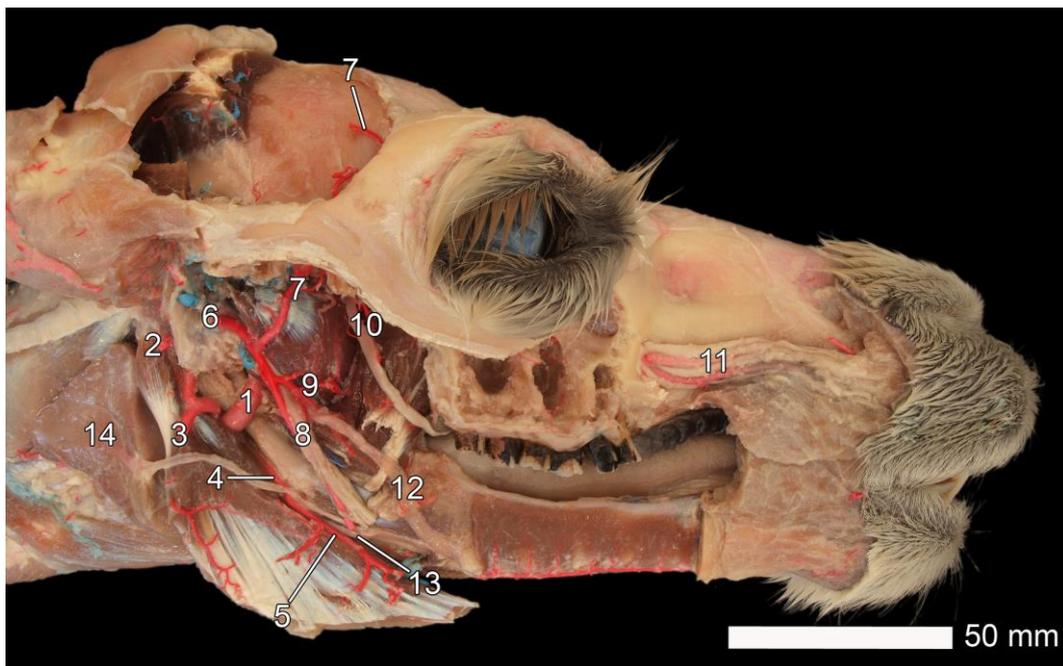


Abbildung 41: Mediale Leitungsbahnen einer 20 Jahre alten Huacaya Stute (nach Abnahme des größten Teils der Mandibula und der ventralen Portion des M. pterygoideus medialis)

1 – A. carotis externa; 2 – A. auricularis caudalis; 3 – A. facialis (abgeschnitten);  
 4 – A. lingualis; 5 – A. sublingualis; 6 – A. transversa faciei (abgeschnitten);  
 7 – A. temporalis profunda; 8 – A. + N. alveolaris inferior (abgeschnitten);  
 9 – Rami pterygoidei; 10 – A. + N. buccalis (abgeschnitten); 11 – A. + N. infraorbitalis;  
 12 – N. lingualis; 13 – N. hypoglossus; 14 – Gl. mandibularis

Rostroventral gab die A. carotis externa die A. lingualis ab. Diese spaltete die **A. sublingualis** ab (Abbildung 41, Abbildung 46), welche gemeinsam mit der A. lingualis medial des M. digastricus lief. Weiter rostral befand sie sich dorsal des M. mylohyoideus. Aus der A. sublingualis zogen mehrere Gefäße in den Venter rostralis des M. digastricus. Dorsal vom M. geniohyoideus und ventral zwischen M. genioglossus und M. hyoglossus gaben die rechte und linke A. sublingualis jeweils medial einen Ast ab. Diese vereinigten sich in der Medianen

und zogen gemeinsam rostral. Die A. sublingualis gab einen Zweig ab, die **A. submentalis**. Sie verlief gemeinsam mit der V. submentalis in der ventralen Furche zwischen M. mylohyoideus und Mandibula. Von dort entließ sie viele feine Gefäße in den Muskel (Abbildung 41, Abbildung 43).

Die **A. lingualis** (Abbildung 41, Abbildung 46) verlief ventral des M. styloglossus, mediokaudal vom M. hyoglossus und erst dorsal und dann medial vom N. hypoglossus und ventral des Stylohyoids. Dorsal vom M. geniohyoideus und eingebettet in das Fettgewebe unter der Zunge zog die A. lingualis als **A. profunda linguae** rostral und gab immer wieder Äste dorsal in die Zunge und zur Versorgung der umgebenden Muskeln ab.

Medial der Gl. mandibularis liegend gab die A. carotis externa Äste zur Versorgung der Speicheldrüse ab. Im weiteren Verlauf lag sie medial des N. hypoglossus und des M. stylohyoideus und kreuzte das Stylohyoid lateral, medial vom ventralen Ansatz des M. temporalis und lateral des M. pterygoideus lateralis, medial des N. mandibularis (Abbildung 41).

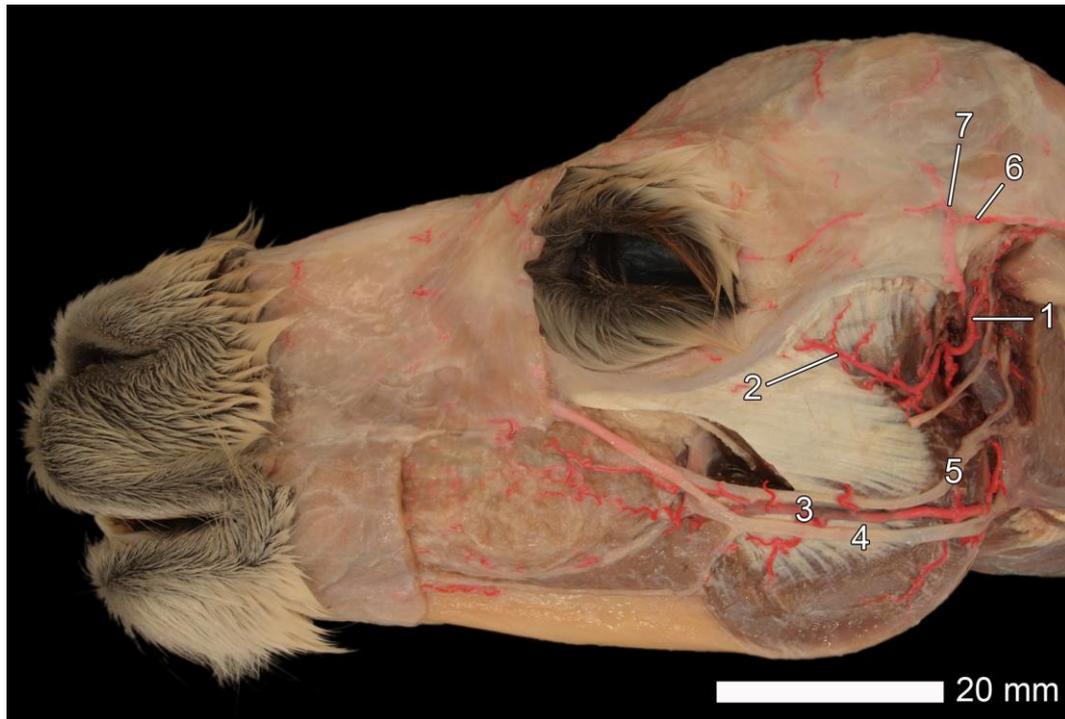


Abbildung 42: Laterale Leitungsbahnen einer 20 Jahre alten Huacaya Stute (nach Abnahme des größten Teils des *M. cutaneus faciei* und *M. zygomaticus*, Teilentfernung des *M. masseter* und Abpräparation des Drüsengewebes der *Gl. parotis*)

1 – *A. auricularis rostralis*; 2 – *A. transversa faciei*; 3 – *A. facialis*; 4 – *V. facialis*; 5 – *Ductus parotideus*; 6 – *V. auricularis rostralis*; 7 – *V. temporalis superficialis*

Die *A. carotis externa* gab die **A. facialis** ab, welche um den *Ramus mandibulae* nach lateral in die oberflächliche Schicht des Angesichts zog (Abbildung 10, Abbildung 41, Abbildung 42, Abbildung 44, Abbildung 45, Abbildung 46). Es gab keinen *Truncus linguofacialis*. Die *A. facialis* verlief medial der *V. facialis* (Abbildung 10, Abbildung 42). Sie diente unter anderem der Versorgung des ventralen Teils der *Gl. parotis*. Am rostralen Rand des *M. masseter* spaltete sie zwei Äste in die Tiefe ab. Zum einen die **A. labialis inferior**, welche die *Gll. buccales ventrales* versorgte und mit der *V. labialis inferior* zur Lippe zog, zum anderen die **A. angularis oris**, welche hauptsächlich den *M. buccinator* und die Backenschleimhaut versorgte.

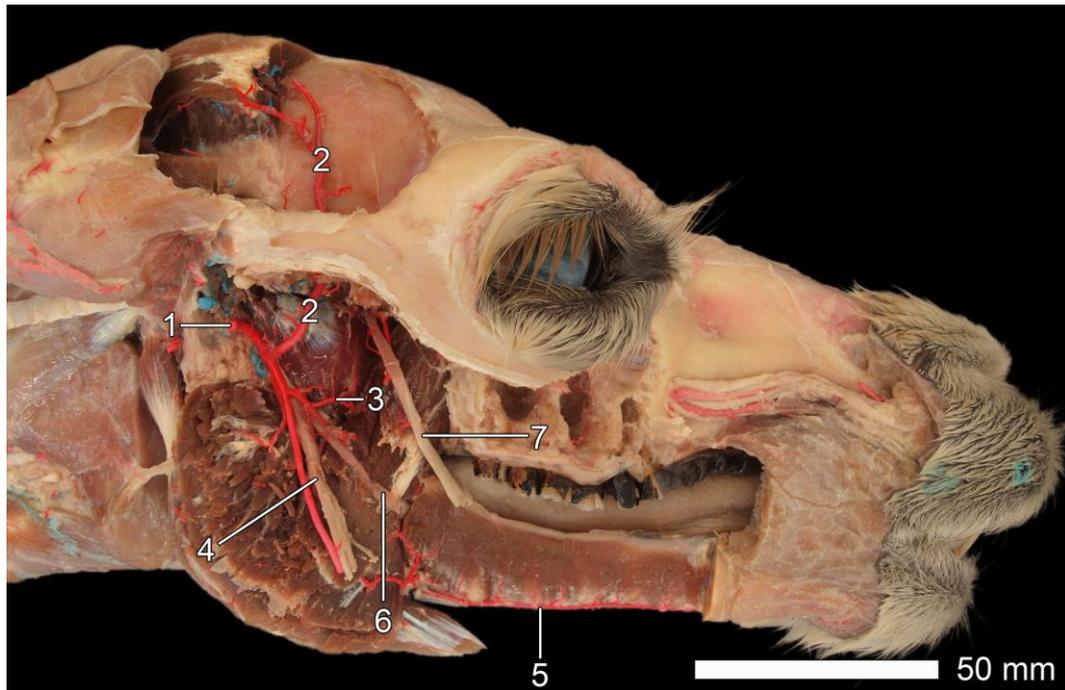


Abbildung 43: Mediale Leitungsbahnen einer 20 Jahre alten Huacaya Stute (nach Abnahme des größten Teils der Mandibula)

1 – A. transversa faciei (abgeschnitten); 2 – A. temporalis profunda; 3 – Rami pterygoidei; 4 – A. + N. alveolaris inferior (abgeschnitten); 5 – A. submentalis; 6 – N. lingualis; 7 – N. buccalis

Im weiteren Verlauf der A. carotis externa nach rostral gab es einen Gefäßstamm mit mehreren Abzweigungen. Dorsokaudal entsprangen die A. transversa faciei und die A. auricularis rostralis (Abbildung 41, Abbildung 42, Abbildung 44, Abbildung 46). Die **A. transversa faciei** zog auf die Oberseite des M. masseter und verlief gemeinsam mit der V. transversa faciei zwischen den beiden Portionen des M. masseter. Die **A. auricularis rostralis** verlief unterhalb des M. zygomaticoauricularis, M. zygomaticoscutularis und M. frontoscutularis und entließ feine Äste in diese Muskeln. Dorsal spaltete sich zur Versorgung des M. temporalis die **A. temporalis profunda** von dem Gefäßstamm ab, diese zog lateral vom M. pterygoideus lateralis und auf der Medialseite des Proc. coronoideus der Mandibula dorsal zum M. temporalis (Abbildung 41, Abbildung 43, Abbildung 44, Abbildung 46). Des Weiteren entsprang hier die **A. alveolaris inferior**, welche gemeinsam mit dem N. und der V. alveolaris inferior in den Alveolarkanal zog (Abbildung 43, Abbildung 46). Sie verließ den Canalis mandibulae durch das For. mentale über mehrere Äste, die Rami mentales. Ferner zweigten von diesem Gefäßstamm Arterien ab, welche die Mm. pterygoidei versorgten, die **Rami pterygoidei**.



Abbildung 44: Mediale Arterien einer 13 Jahre alten Huacaya Stute, laterale Ansicht (nach Abnahme der Mandibula, des *M. digastricus*, *M. pterygoideus medialis* und *lateralis*)

1 – *A. carotis externa*; 2 – *A. auricularis caudalis*; 3 – *A. facialis* (abgeschnitten);  
 4 – *A. lingualis*; 5 – gemeinsame Abzweigung (abgeschnitten) für *A. transversa faciei*,  
*A. auricularis rostralis*, *A. temporalis profunda*, *Rami pterygoidei*, *A. alveolaris inferior*; 6 –  
*A. maxillaris*; 7 – *A. infraorbitalis*; 8 – *N. hypoglossus*; 9 – *Gl. sublingualis polystomatica*

Die *A. carotis externa* lief nach Abgabe dieser Gefäße als ***A. maxillaris*** weiter und zog auf die Medialseite des *M. pterygoideus lateralis* (Abbildung 44). Sie gab ein Gefäß zur Versorgung von Auge, die ***A. ophthalmica externa***, und eines zur Versorgung der Backe, die ***A. buccalis***, ab. Sie entließ die ***A. sphenopalatina***, welche gemeinsam mit dem *N. nasalis caudalis* und der *V. sphenopalatina* durch das *For. sphenoplatinum* lief. Ein weiterer Abzweig war die ***A. palatina major***, welche in Begleitung des *N. palatinus major* und in einigen Fällen mit der *V. palatina major* in das *For. palatinum caudale* trat. Sie zog durch den *Canalis palatinus*, trat aus dem *For. palatinum majus* aus und spaltete sich dann zur Versorgung des Gaumens in ein rostral und ein kaudal ziehendes Gefäß auf. Gemeinsam mit der *V. palatina minor* verlief die ***A. palatina minor*** in das Gaumensegel (Abbildung 46).

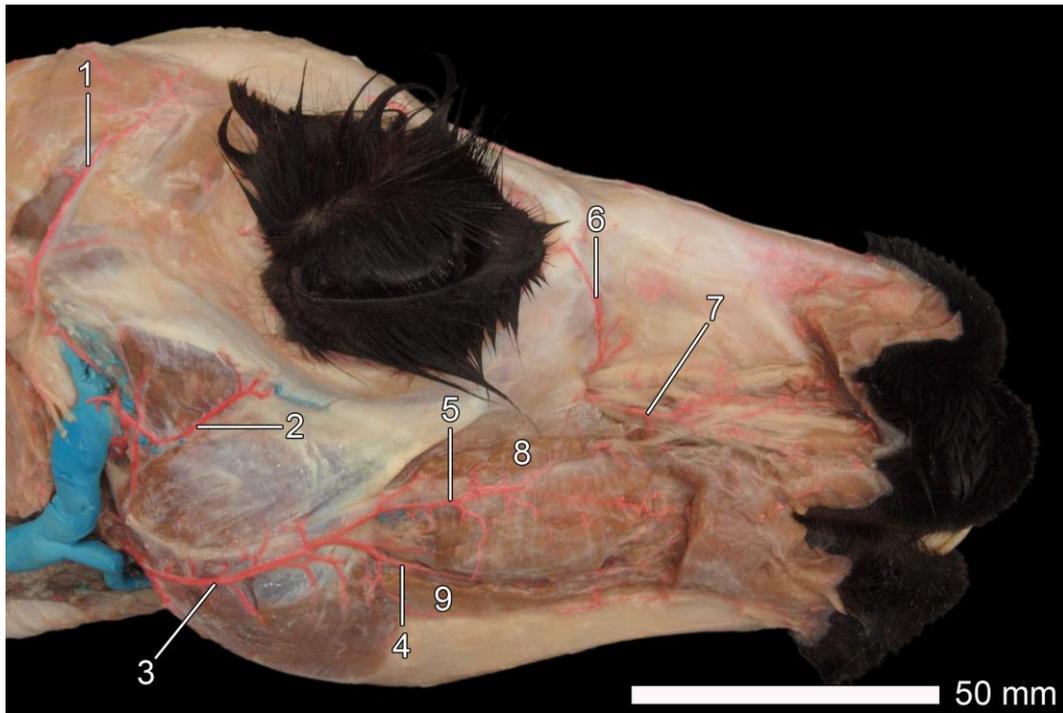


Abbildung 45: Oberflächliche Arterien einer 10 Monate alten Huacaya Stute

1 – *A. temporalis superficialis*; 2 – *A. transversa faciei*; 3 – *A. facialis*; 4 – *A. labialis inferior*; 5 – *A. angularis oris*; 6 – *A. angularis oculi*; 7 – *A. infraorbitalis*; 8 – *Gll. buccales dorsales*; 9 – *Gll. buccales ventrales*

Die letzte Aufspaltung der *A. maxillaris* war die **A. infraorbitalis**. Sie zog gemeinsam mit dem *N. infraorbitalis* in den *Canalis infraorbitalis* und erreichte zwischen den Fasern des Nervs durch das *For. infraorbitale* die Außenseite des Schädels (Abbildung 11, Abbildung 38, Abbildung 41, Abbildung 44, Abbildung 45, Abbildung 46). Von hier versorgte sie die Oberlippe und die Nase mit ihrer Muskulatur, welche sie durchzog. Nach dorsal gab sie die **A. angularis oculi** ab. Diese versorgte die laterale Nasenmuskulatur und die rostrale Augengegend (Abbildung 45, Abbildung 46), Gefäße für die seitliche Nasenmuskulatur wurden größtenteils mit jener abgetragen). Die einzelnen Gefäße der *A. labialis superioris*, *A. nasalis lateralis* und *A. nasalis dorsalis* waren nicht klar abzugrenzen.

Die **A. malaris** trat gemeinsam mit dem *N. frontalis* aus dem *For. supraorbitale accessorium* hervor und versorgte die dorsale Augengegend (Abbildung 46).

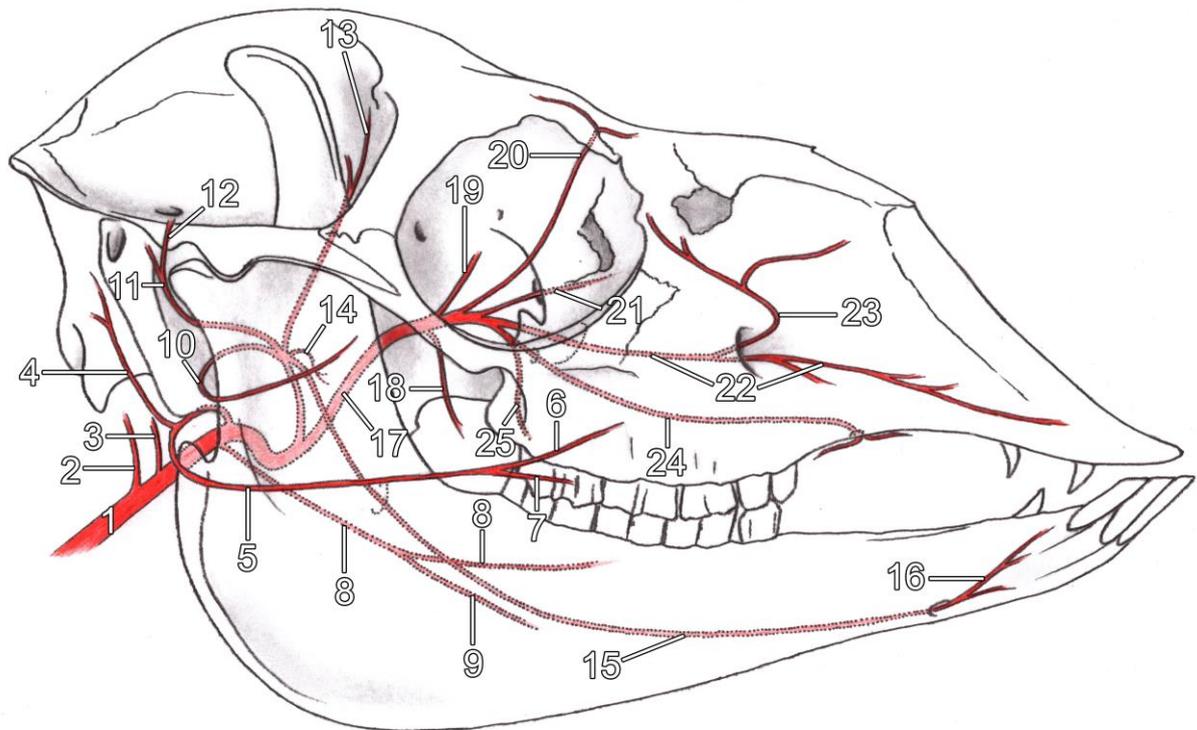


Abbildung 46: Zeichnung der Arterien des Kopfes des Alpakas

1 – A. carotis communis; 2 – A. occipitalis; 3 – A. carotis interna; 4 – A. auricularis caudalis;  
 5 – A. facialis; 6 – A. angularis oris; 7 – A. labialis inferior; 8 – A. lingualis;  
 9 – A. sublingualis; 10 – A. transversa faciei; 11 – A. auricularis rostralis; 12 – A. temporalis superficialis; 13 – A. temporalis profunda; 14 – Rr. pterygoidei; 15 – A. alveolaris inferior;  
 16 – A. mentalis; 17 – A. maxillaris; 18 – A. buccalis; 19 – A. ophthalmica externa; 20 –  
 A. malaris; 21 – A. sphenopalatina; 22 – A. infraorbitalis; 23 – A. angularis oculi;  
 24 – A. palatina major; 25 – A. palatina minor

### 4.3. Venen

Zum besseren Verständnis werden die Gefäße entgegen der Flussrichtung beschrieben.

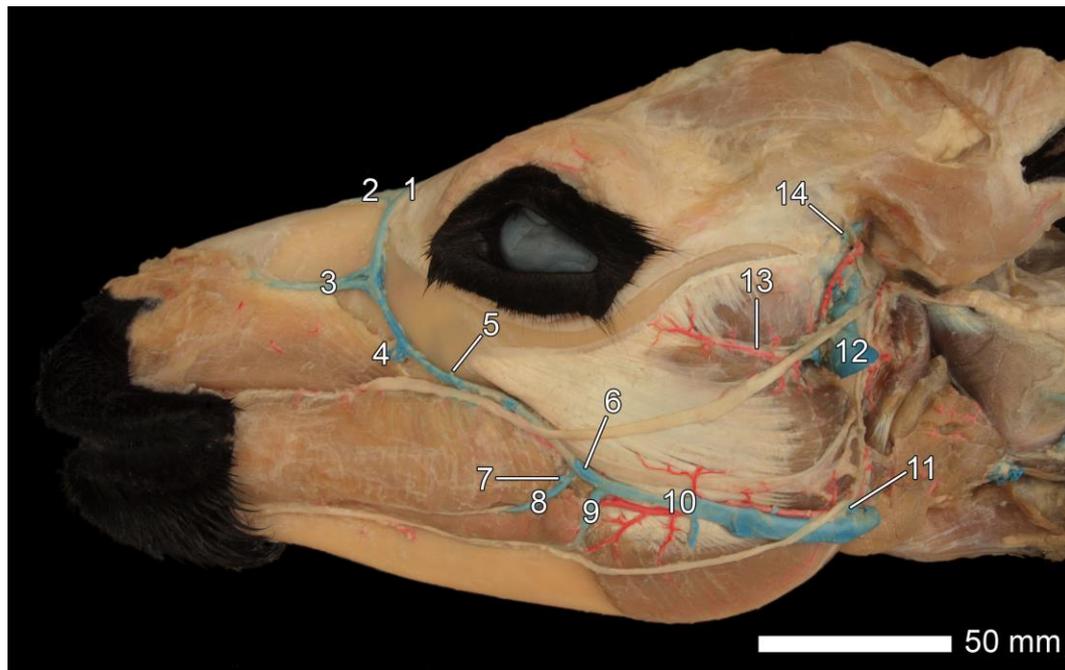


Abbildung 47: oberflächliche Venen einer 13 Jahre alten Huacaya Stute

1 – *V. frontalis*; 2 – *V. dorsalis nasi*; 3 – *V. lateralis nasi*; 4 – *V. labialis superior*;  
 5 – Abgang zur *V. angularis oculi* und *V. malaris*; 6 – Abgang zur *V. profunda faciei*;  
 7 – *V. buccalis superficialis*; 8 – *V. labialis inferior profunda*; 9 – *V. labialis inferior superficialis*; 10 – A. + *V. facialis*; 11 – *V. glandularis*; 12 – *V. maxillaris* (abgeschnitten);  
 13 – A. + *V. transversa faciei*; 14 – Abgang zur *V. temporalis superficialis*

Die **V. jugularis externa** gab dorsal, der Gl. parotis aufliegend, die **V. auricularis caudalis** und ventral die *V. lingualis* ab (Abbildung 49). Danach spaltete sie sich in die stärkere *V. maxillaris* und die schwächere *V. facialis* auf. Bei einigen Tieren gab es eine Vereinigung von *V. lingualis* und *V. facialis* zur *V. linguofacialis*.

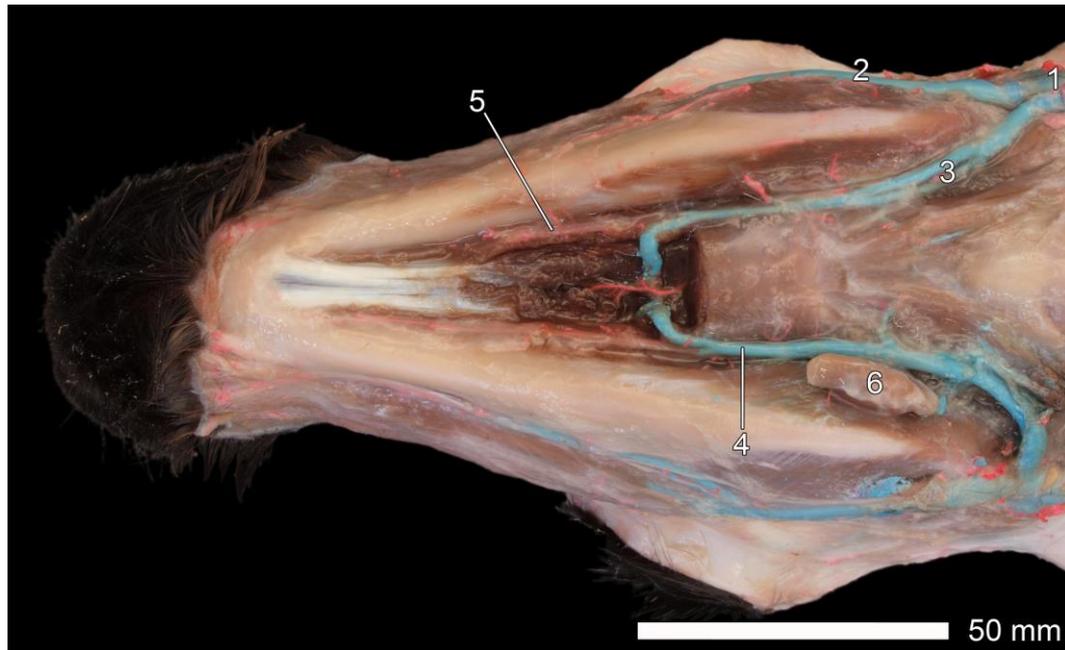


Abbildung 48: Venen eines 10 Monate alten Alpakas, ventrale Ansicht

1 – V. jugularis; 2 – V. facialis; 3 – V. lingualis; 4 – V. sublingualis; 5 – V. submentalis (nicht injiziert); 6 – Ln. mandibularis

Die **V. lingualis** verlief gemeinsam mit der A. sublingualis im Winkel zwischen M. mylohyoideus und M. digastricus (Abbildung 48). Auf Höhe der Rostralkante des M. masseter spaltete sich die V. lingualis in die oberflächliche **V. sublingualis** und die in die Tiefe ziehende **V. profunda linguae** auf. Die V. sublingualis entließ einen Ast, der sich ventral des M. geniohyoideus mit der Abspaltung der V. sublingualis der anderen Kopfhälfte vereinigte und weiter in die Tiefe der Zunge zog. Der oberflächlich liegende Ast, die **V. submentalis**, verschmolz mit der von medial der Mandibula hervortretenden V. pterygoidea (Abbildung 52). Die V. submentalis verlief gemeinsam mit der A. submentalis.

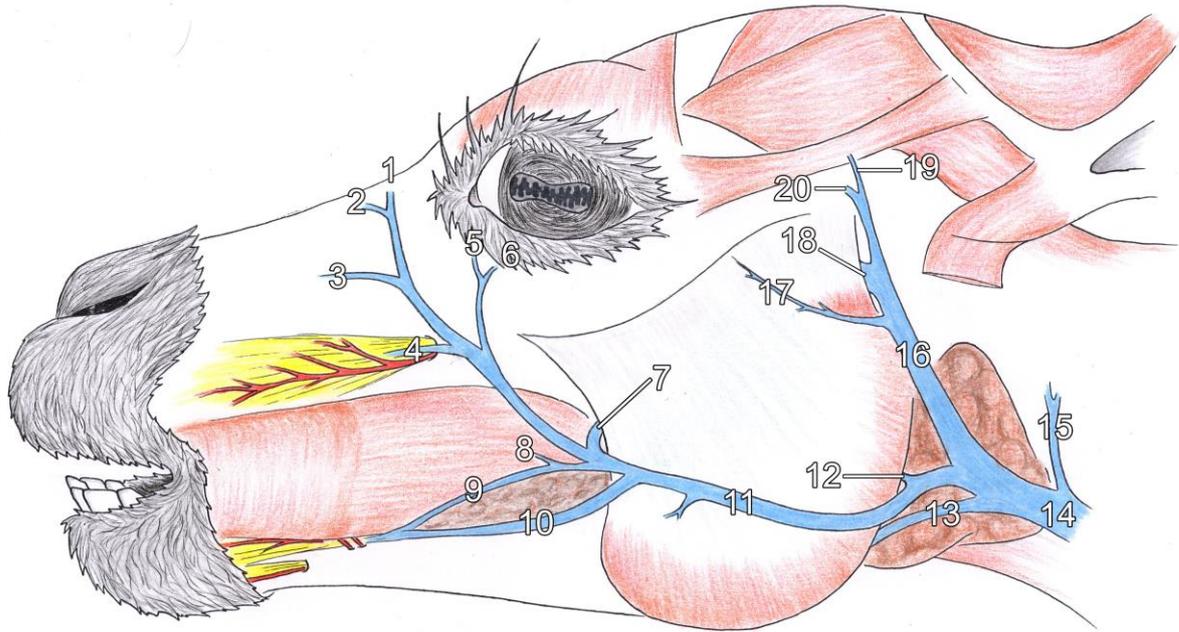


Abbildung 49: Zeichnung der oberflächlichen Venen eines Alpakas (nach Abnahme der Gl. parotis und Teilen der Angesichtsmuskulatur)

1 – V. frontalis; 2 – V. dorsalis nasi; 3 – V. lateralis nasi; 4 – V. labialis superior;  
 5 – V. angularis oculi; 6 – V. malaris; 7 – Abgang zur V. profunda faciei; 8 – V. buccalis superficialis; 9 – V. labialis inferior profunda; 10 – V. labialis inferior superficialis;  
 11 – V. facialis; 12 – V. glandularis; 13 – V. lingualis; 14 – V. jugularis; 15 – V. auricularis caudalis; 16 – V. maxillaris; 17 – V. transversa faciei; 18 – Abgang zur V. profunda faciei ;  
 19 – V. auricularis rostralis; 20 – V. temporalis superficialis

Die **V. maxillaris** gab die **V. transversa faciei** ab, welche gemeinsam mit der A. transversa faciei am Rand der Pars superficialis des M. masseter zur Pars profunda verlief (Abbildung 47, Abbildung 49, Abbildung 50). Sie gab feine Gefäße in den M. masseter ab. Die V. transversa faciei zog zwischen die Schichten der Ursprungssehne des M. masseter bis auf mittlere Höhe der Orbita und vereinigte sich dann unterhalb des M. masseter mit der V. profunda faciei.

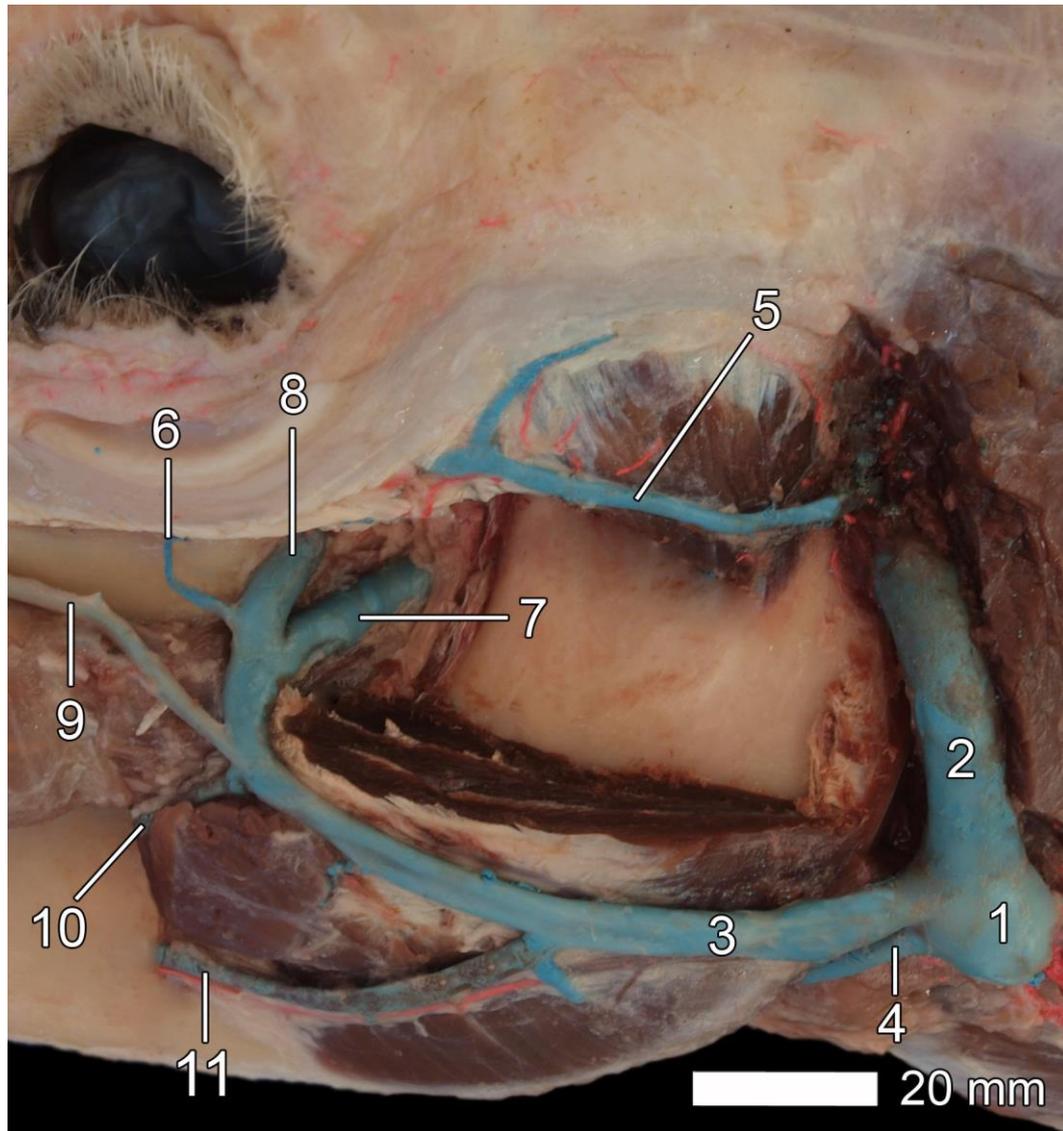


Abbildung 50: Venöse Gefäße einer 18 Jahre alten Huacaya Stute

1 – *V. jugularis*; 2 – *V. maxillaris*; 3 – *V. facialis*; 4 – *V. lingualis*; 5 – *V. transversa faciei*; 6 – Verbindungsast zwischen *V. profunda faciei* und *V. transversa faciei*; 7 – *V. profunda faciei*; 8 – Abgang zur *V. ophthalmica externa*, *V. sphenopalatina*, *V. palatina major* und *V. palatina minor*; 9 – Fortführung der *V. facialis*; 10 – *V. labialis inferior profunda* (abgeschnitten); 11 – *V. labialis inferior superficialis* (abgeschnitten)

Dorsal entließ die *V. maxillaris* ein Gefäß, welches über den Arcus zygomaticus und auf den M. frontoscutularis zog. Dieses spaltete sich in die kaudale **V. auricularis rostralis** und die rostrale **V. temporalis superficialis** (Abbildung 47, Abbildung 49). Des Weiteren gab die *V. maxillaris* noch einen Ast ab zur Versorgung des M. masseter im Bereich des Arcus zygomaticus und einen für den lateralen Teil des Kiefergelenks.

Die **V. facialis** gab auf Höhe des Mandibularwinkels die **V. glandularis** für die Versorgung

der Gl. parotis ab. In ihrem weiteren Verlauf zog die V. facialis in einer Kerbe über den M. masseter. Über ihr lag der N. facialis mit seinem Ramus ventralis, dorsal von ihr der Ductus parotideus und unter ihr die A. facialis (Abbildung 10, Abbildung 37, Abbildung 42, Abbildung 47). An der rostralen Kante des M. masseter spaltete sich zunächst die **V. labialis inferior superficialis** ab. Sie verlief ventral der Gll. buccales ventrales, gemeinsam mit dem Ramus ventralis des N. facialis und der A. labialis inferior, welche die Gll. buccales ventrales mit versorgte. Oberhalb der Gll. buccales ventrales, auf dem M. buccinator liegend, zweigte die **V. labialis inferior profunda** ab, die kurz nach ihrem Austritt aus der V. facialis die **V. buccalis superficialis** abgab (Abbildung 47, Abbildung 49).

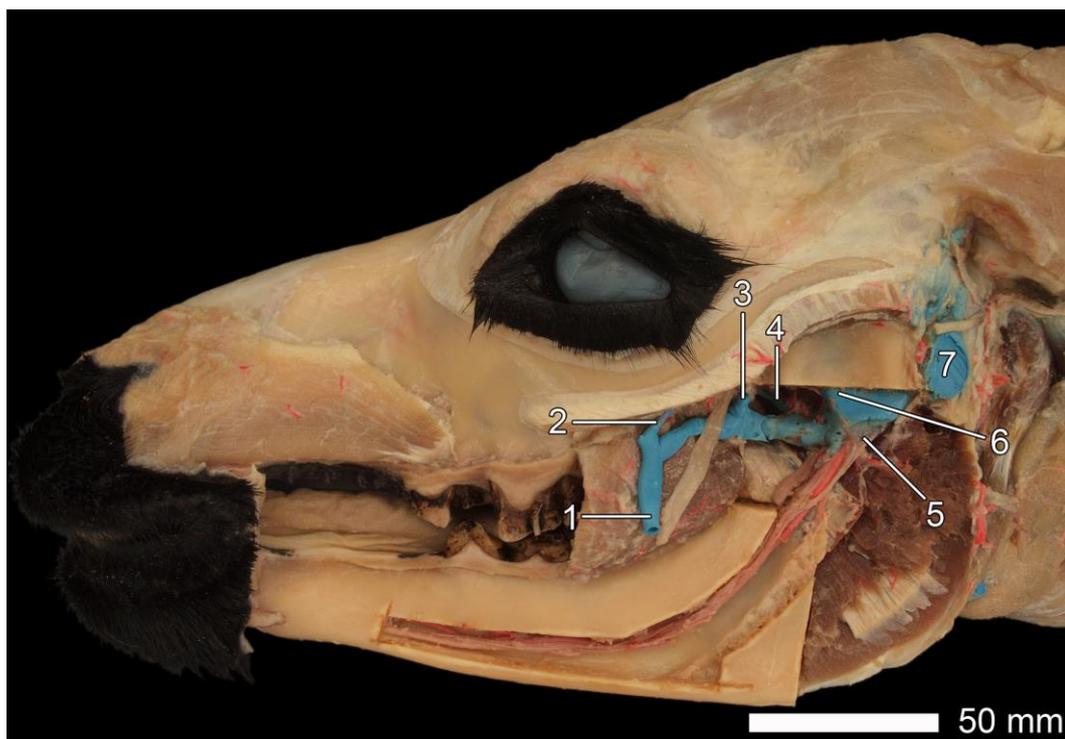


Abbildung 51: Venen einer 13 Jahre alten Huacaya Stute, Lateralansicht (nach Absetzen des M. masseter und eines Teils der Mandibula)

1 – V. profunda faciei; 2 – Abgang zur V. ophthalmica externa, V. sphenopalatina, V. palatina major und V. palatina minor; 3 – V. temporalis profunda; 4 – Abzweig zwischen die Mm. pterygoidei (nicht immer vorhanden); 5 – V. alveolaris inferior; 6 – Arcus venosus temporalis; 7 – V. maxillaris

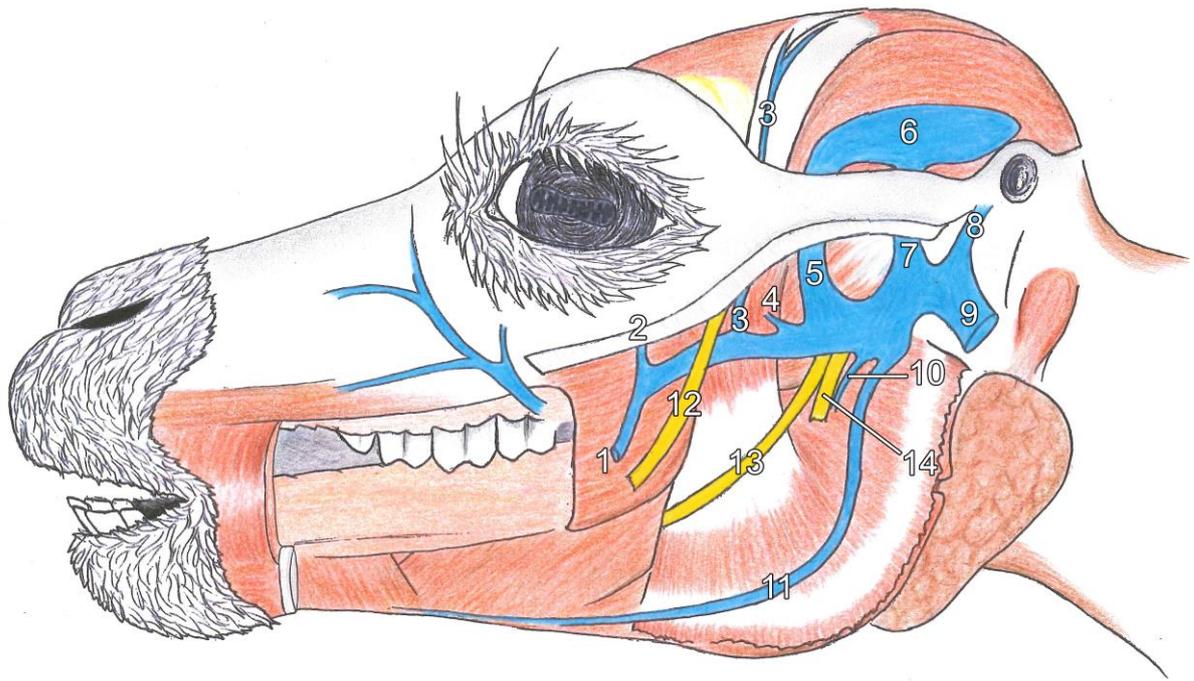


Abbildung 52: Zeichnung der tiefen Venen eines Alpakas (nach Abnahme des größten Teils der Mandibula)

1 – V. profunda faciei; 2 – Abgang zur V. ophthalmica externa, V. sphenopalatina, V. palatina major und V. palatina minor; 3 – V. temporalis profunda; 4 – Abzweig zwischen die Mm. pterygoidei (nicht immer vorhanden); 5, 6, 7 – Arcus venosus temporalis mit Simus venosus; 8 – Abgang zur V. temporalis superficialis und V. auricularis rostralis; 9 – V. maxillaris; 10 – V. alveolaris inferior; 11 – V. pterygoidea; 12 – N. buccalis; 13 – N. lingualis; 14 – N. alveolaris inferior

Dorsal und unter den Ductus parotideus und den M. masseter zweigte die **V. profunda faciei** ab (Abbildung 47, Abbildung 49, Abbildung 50, Abbildung 64). Diese lief auf der Pars molaris des M. buccinator und unterhalb der Pars profunda des M. masseter, medial vom N. buccalis und lateral von N. lingualis (Abbildung 51, Abbildung 52). Auf mittlerer Höhe der Orbita und der kaudalen Begrenzung des M. buccinator war ihre Vereinigung mit der V. transversa faciei. Die V. profunda faciei gab unter den Arcus zygomaticus ein Gefäß ab, welches die **V. ophthalmica externa** zum Auge abgab und sich dann in drei Äste aufteilte. Diese zogen zwischen der Ventralseite des Auges und dem Ventralrand des Ansatzes vom M. temporalis unter den Arcus zygomaticus in die Tiefe. Das dorsalste Gefäß, die **V. sphenopalatina**, trat durch das For. sphenopalatinum. Neben ihr zog die A. sphenopalatina und der N. nasalis caudalis in die Nasenhöhle. Ventral davon spaltete sich, wenn vorhanden, die **V. palatina major** ab. Sie war sehr fein und zog gemeinsam mit A. und N. palatina major

durch das For. palatinum caudale in den Canalis palatinus. Das ventralste Gefäß war die **V. palatina minor**. Sie verlief gemeinsam mit der A. palatina minor in das Gaumensegel. Wenn eine V. palatina major vorhanden war, so war diese wesentlich feiner als die deutlich ausgeprägte V. palatina minor. Kaudal des Gefäßabzweigs dieser Gefäße gab die V. profunda faciei einen Ast ab, welcher am Kranialrand des Ramus mandibulae entlangzog und unter dem Arcus zygomaticus auf den M. temporalis lief, die **V. temporalis profunda** (Abbildung 52, Abbildung 64).

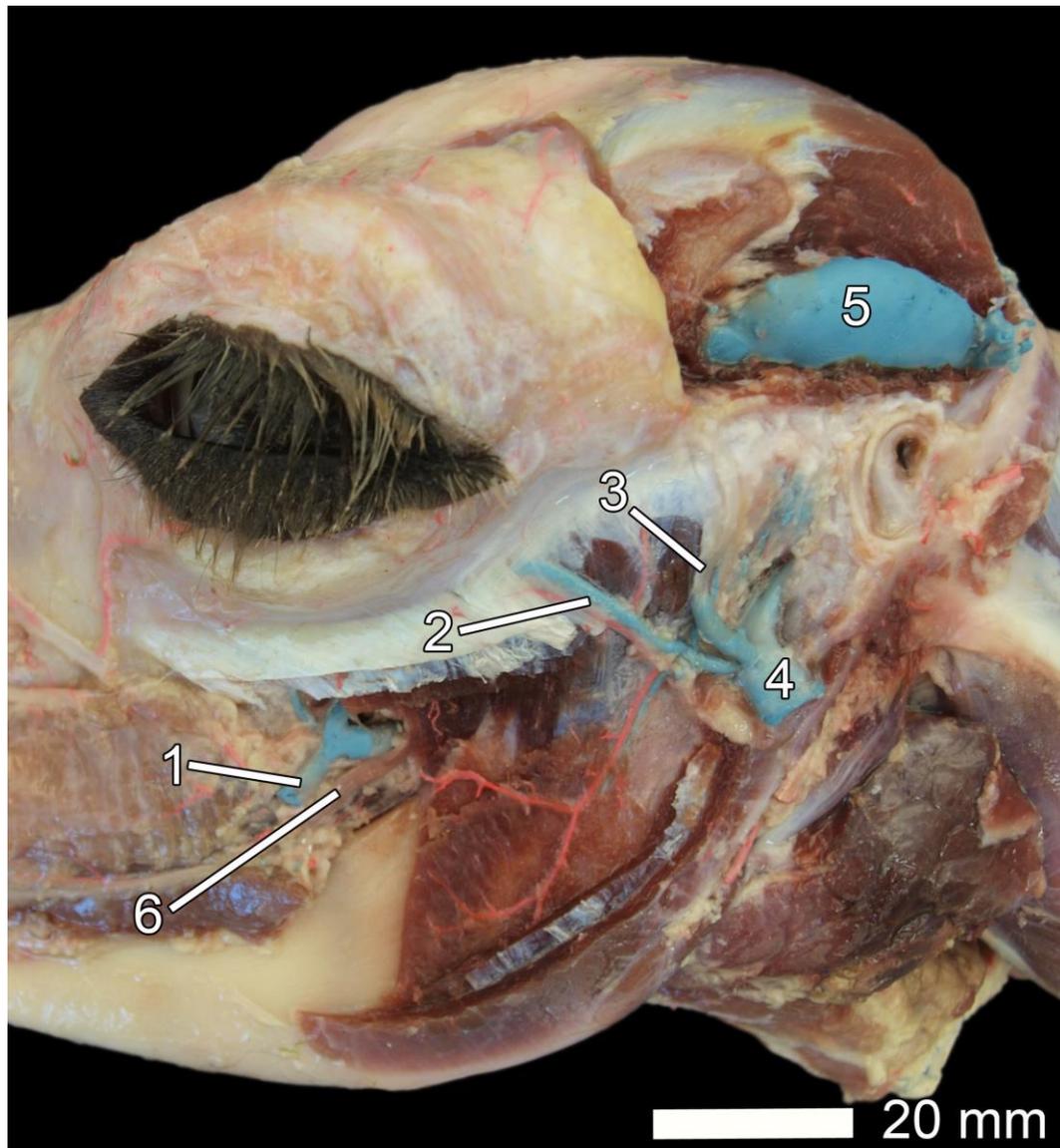


Abbildung 53: Venen eines 3 Monate alten Crias

1 – V. profunda faciei; 2 – A. + V. transversa faciei; 3 – Abgang der V. auricularis rostralis + V. temporalis superficialis; 4 – V. maxillaris (abgeschnitten); 5 – Sinus venosus des Arcus venosus temporalis; 6 – N. buccalis

Die **V. profunda faciei** zog von rostral unter die Mandibula, wo sie in das medial liegende

retrobulbäre Fettpolster eingebettet war. Der in Abbildung 52 (4) eingezeichnete Abzweig kam nicht bei allen Tieren vor (Tier Nr. 6 und 8). Dieser zog zwischen die Bäuche des *M. pterygoideus medialis* und *lateralis*. Die *V. profunda faciei* vereinigte sich am Kaudalrand der *Mandibula* mit der *V. maxillaris*. Aus dem horizontalen Verbindungsteil zwischen *V. profunda faciei* und *V. maxillaris* ging der **Arcus venosus temporalis** (Bezeichnung steht nicht in den NAV (2017)) hervor (Abbildung 51, Abbildung 52, Abbildung 53, Abbildung 64). Dieser verlief medial vom Kiefergelenk und zog durch das *For. temporale* auf die Unterseite des *M. temporalis*. Bei den Gefäßausgüssen fand sich eine blinde Erweiterung dieses Gefäßes, der **Sinus venosus**. Vor diesem gab es in einem Fall einen Abgang, der durch den *Meatus temporalis*, ein kleines Loch in der *Fossa temporalis*, ins Schädelinnere zog (Tier Nr. 4). Ohne Ausguss war dieser tief im *M. temporalis* eingebettete *Sinus venosus* ebenfalls darstellbar. Der *Arcus venosus temporalis* machte medial vom *Ramus mandibulae rostral* einen Bogen und mündete wieder in die *V. profunda faciei*. Insgesamt bildete er so einen Kreislauf (Abbildung 52, Abbildung 64). Er gab kleine Gefäße in den *M. temporalis* ab.

Die *V. profunda faciei* gab auf der Innenseite der *Mandibula* nach ventral die **V. pterygoidea** ab (Abbildung 52). Diese lief zwischen der *Mandibula* und dem *M. pterygoideus medialis* und medial des *M. digastricus*. Sie gab feine Gefäße an den *M. pterygoideus medialis* ab. An der Medialseite der *Mandibula* war eine feine Einkerbung für das Gefäß sichtbar. Im weiteren Verlauf vereinigte sich die *V. pterygoidea* mit der *V. sublingualis* und war lateral vom *M. mylohyoideus* und medial vom *M. digastricus* zu finden.

Ein weiterer Abgang war die **V. alveolaris inferior**, diese zog gemeinsam mit *A. und N. alveolaris inferior* in den *Canalis mandibulae* (Abbildung 51, Abbildung 52).

Des Weiteren gab die *V. maxillaris* auf Höhe des Gehörgangs ein Gefäß in die Tiefe zur Versorgung desselben ab.

Nachdem die *V. facialis* den *Ramus dorsalis* des *N. facialis* überkreuzt hatte, ging die **V. malaris** in Richtung nasaler Augenwinkel ab. Diese wiederum gab die **V. angularis oculi** ab. Im weiteren Verlauf Richtung Nasenrücken zweigte auf Höhe des *For. infraorbitale* die **V. labialis superior** ab, sie verlief rostral gemeinsam mit dem Nervengeflecht des *N. infraorbitalis* und der *A. infraorbitalis*. Als nächstes zweigten **V. lateralis nasi** und **V. dorsalis nasi** ab. Die Fortsetzung bildete die **V. frontalis**, welche sich weiterhin auf dem *Os frontale* aufzweigte. Deren medialer Ast vereinigte sich mit der Vene der anderen Kopfseite und lief dorsal des Nasendachs rostral, ihr lateraler Ast zog durch das *For. supraorbitale* in den *Canalis supraorbitalis*. (Abbildung 47, Abbildung 49)

## 5. Zahnwurzeln

Als tiefstes Stadium der schichtweisen Darstellung der Topographie des Kopfes werden im Folgenden die Zahnwurzeln dargestellt. Jedem vorgestellten Röntgenbild folgt eine Graphik desselben Tieres mit freigefrästen Backenzahnwurzeln.

*Tabelle 10: Legende zur Beschriftung der folgenden Abbildungen*

Milchzähne/decidui	Incisivi	dI1, dI2, dI3
	Canini	dC
	Prämolares	dP1, dP2, dP3
Bleibende Zähne/permanentes	Incisivi	I1, I2, I3
	Canini	C
	Prämolares	P1, P2
	Molares	M1, M2, M3



Abbildung 54: Röntgenbild eines 12 – 14 Jahre alten Huacaya Hengstes, latero-laterale Aufnahme



Abbildung 55: Zahnwurzeln eines 12 – 14 Jahre alten Huacaya Hengstes

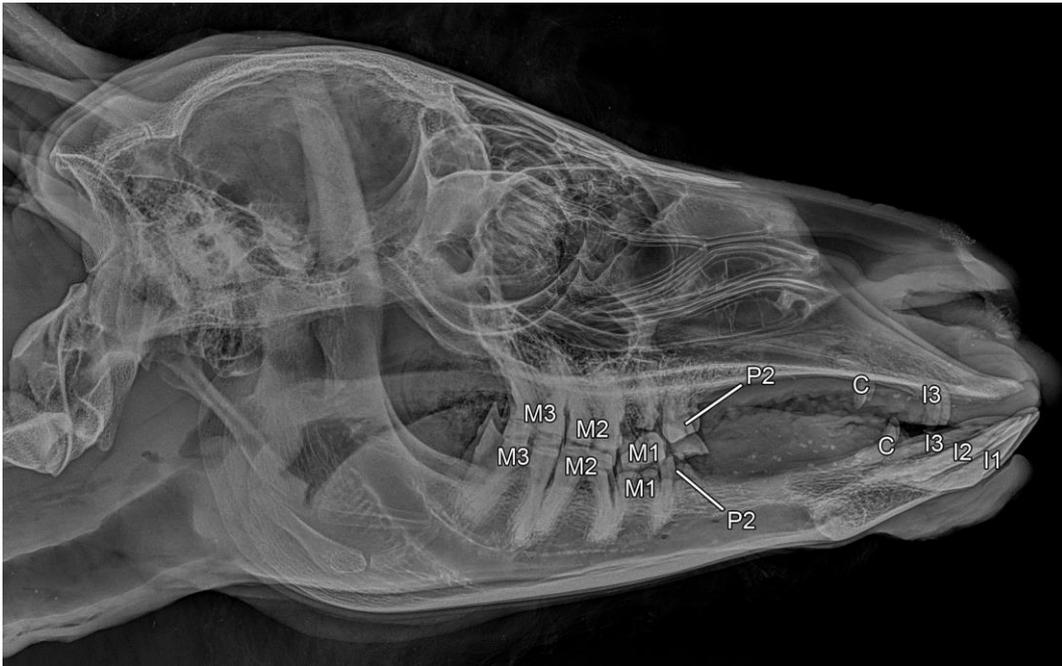


Abbildung 56: Röntgenbild einer 13-jährigen Huacaya Stute, latero-laterale Aufnahme

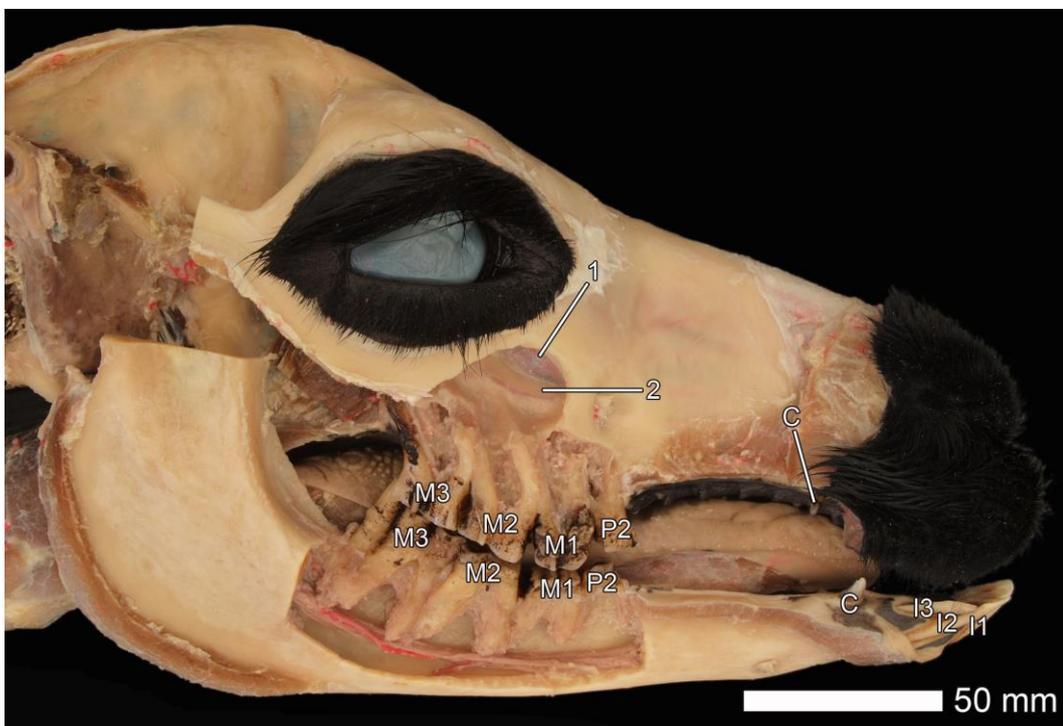


Abbildung 57: Zahnwurzeln einer 13-jährigen Huacaya Stute

1 – eröffneter Sinus maxillaris; 2 – Canalis infraorbitalis

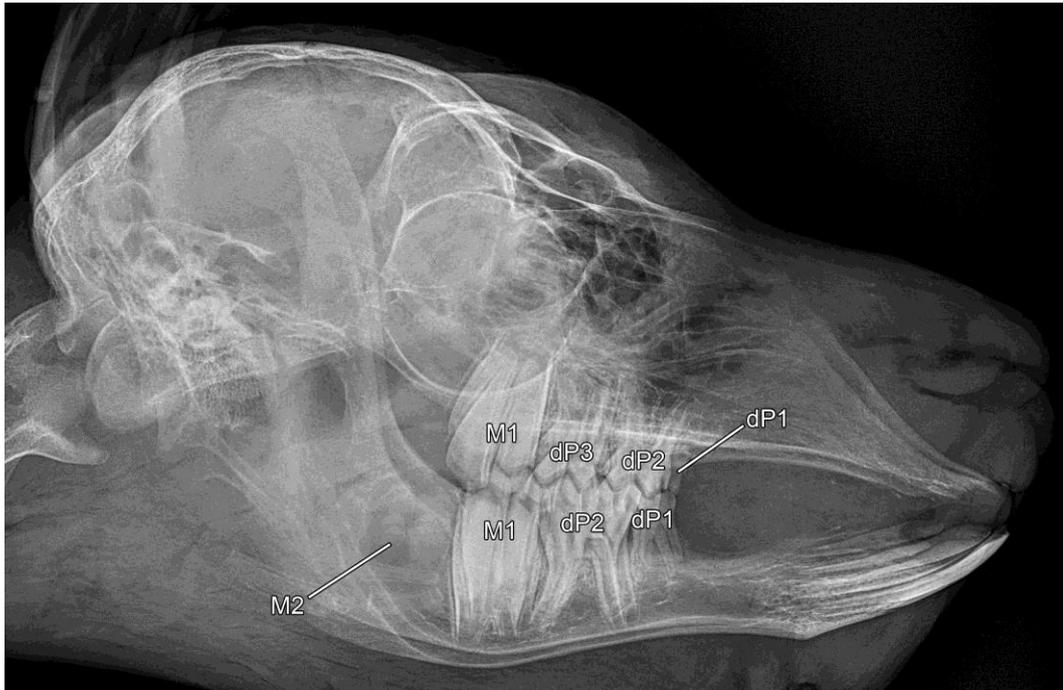


Abbildung 58: Röntgenbild einer 10 Monate alten Huacaya Stute, latero-laterale Aufnahme



Abbildung 59: Zahnwurzeln einer 10 Monate alten Huacaya Stute

## 6. Tränennasenkanal

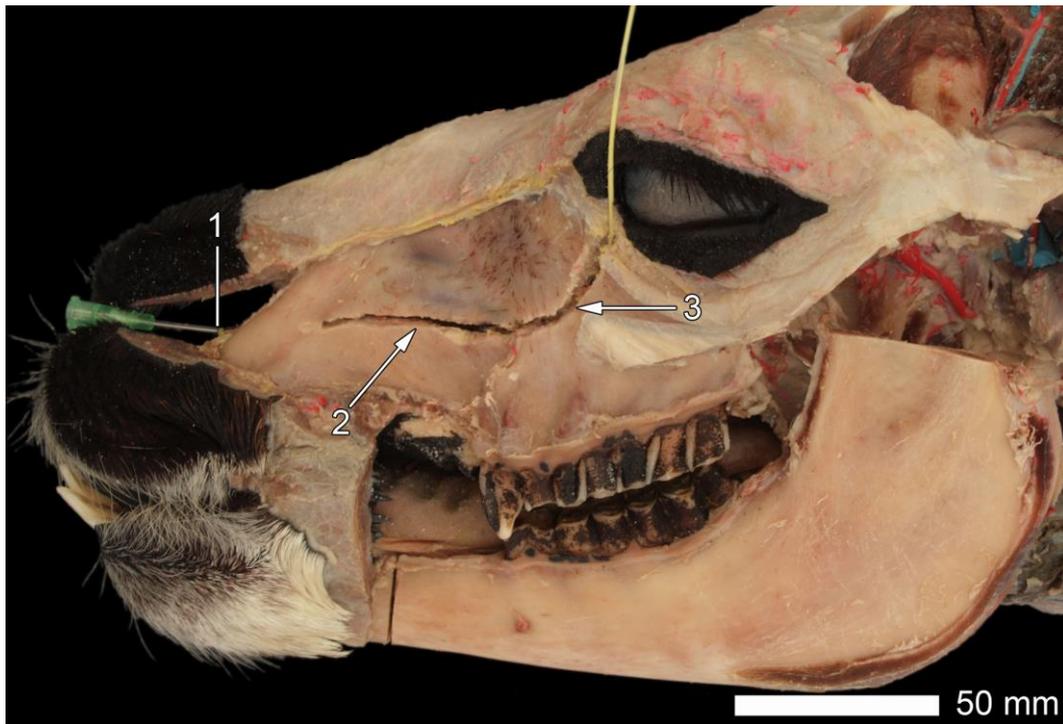


Abbildung 60: Aufgefräster Tränennasenkanal beim halbierten Kopf eines 12 – 14 Jahre alten Huacaya Hengstes

1 – Öffnung des Ductus nasolacrimalis im Nasenvorhof; 2 – rostraler Anteil des Ductus nasolacrimalis zwischen Nasenhöhlenwand und Maxilla; 3 – kaudaler Anteil des Ductus nasolacrimalis, knöchern umgeben von Maxilla und Os lacrimale

Die Öffnung des Ductus nasolacrimalis war beim Alpaka im Nasenvorhof zu finden. Ventrolateral in dem Bereich des Übergangs von pigmentierter zu unpigmentierter Haut ließ sich eine Sonde in den Zugang einführen.

Mit seinem rostralen Anteil verlief der Kanal in der lateralen Nasenhöhlenwand, medial an der Maxilla und bedeckt von Nasenschleimhaut. Er befand sich auf Höhe der ventralen Hälfte der ventralen Nasenmuschel.

Im Bereich der molaren Backenzähne trat der Kanal in seinen knöchernen Teil über. Er befand sich wenige Millimeter in der Tiefe der Maxilla. Die Mündung des Tränennasenapparates befand sich nach einer undeutlichen Erweiterung, dem Saccus lacrimalis, auf den Puncta lacrimalia im medialen Augenwinkel.

Der Kanal fand sich dorsal des Ansatzes des M. masseter. Er verlief dorsolateral vom N. infraorbitalis. Beim Auffräsen des Kanals wurde dieser verletzt.

Die Tränendrüse war dorsal dem Augapfel aufliegend in Fettgewebe eingebettet.

## 7. Lymphknoten

Beim Alpaka fand sich der Ln. parotideus am rostralen Rand der Gl. parotis. Er lag auf Höhe des Auges und war in das Drüsengewebe eingebettet.

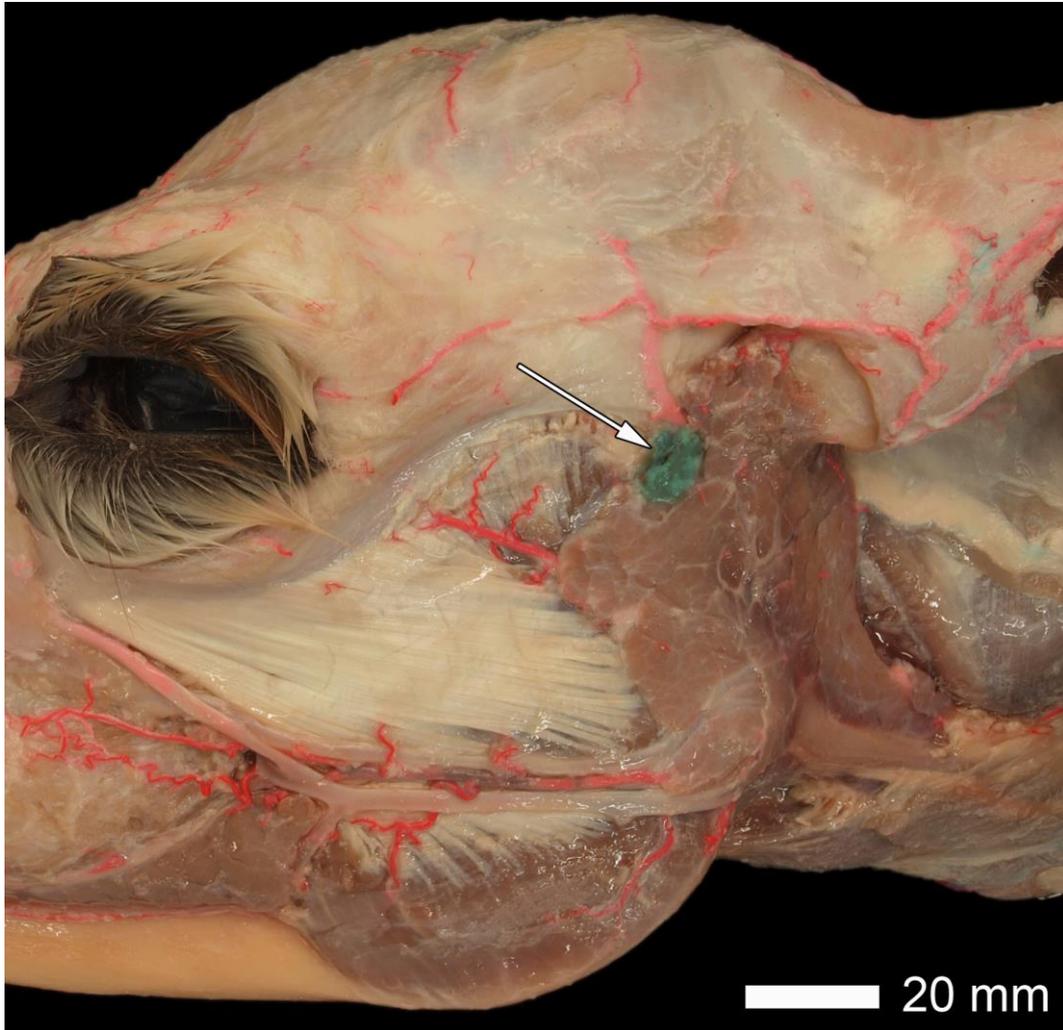


Abbildung 61: Ln. parotideus einer 20 Jahre alten Alpakastute (Pfeil zeigt auf türkis markierten Lymphknoten)

Dorsal, teilweise vom M. cutaneus faciei verdeckt, ventral der V. sublingualis und des M. mylohyoideus und medial des M. digastricus saß der Ln. mandibularis (Abbildung 23, Abbildung 48).

Die Lnn. retropharyngei mediales waren nur bei einem Tier zu finden (Tier Nr. 9). Sie lagen zwischen den Kopfnervenaustritten und auf der A. carotis communis.

Der Ln. pterygoideus und die Lnn. retropharyngei laterales wurden nicht gefunden.

## **V. DISKUSSION**

### **1. Diskussion der Methodik**

#### **1.1. Auswahl der Untersuchungstiere**

Es wurden 14 Alpakas untersucht. Je nach angewandter Methodik wurden bestimmte Teile der anatomischen Strukturen beurteilt. Ziel der vorliegenden Arbeit war es, die topographisch-anatomischen Strukturen am Kopf des Alpakas zu untersuchen. Dazu gehörten neben der Muskulatur auch die Speicheldrüsen, Lymphknoten, Gefäße und Nerven. Die untersuchten Alpakas hatten bis auf eine Ausnahme keine ersichtlichen Krankheiten, die die Ergebnisse dieser Arbeit hätten beeinflussen können. Die Tiere wurden wegen Erkrankungen des Bewegungsapparates und auf Grund von Wickelkauen euthanasiert oder verendeten durch Parasiten bzw. unbekannte Ursachen. Das Wickelkauen war auf stark abgenutzte Zähne im Alter zurückzuführen. Die stark abgenutzten oder verschobenen Zähne wurden bei der Untersuchung der Zahnwurzeln deutlich. Wegen des klinischen Hintergrunds der vorliegenden Arbeit und aufgrund dessen, dass Tierärzte in der Praxis mit oft pathologischen Zahnbefunden konfrontiert werden, wurden diese Ergebnisse hier miteinbezogen. Ein Jungtier (Tier Nr. 3) wurde wegen einer Choanenasie eingeschläfert. Da die Missbildung auf die übrige Anatomie keine Auswirkung hatte, konnte dieses Tier dennoch untersucht werden. Darüber hinaus konnte das Cria hinsichtlich dieser Missbildung näher untersucht und die Ergebnisse mit bisherigen Veröffentlichungen darüber (CEBRA, 2014a; GAULY et al., 2019b; NYKAMP et al., 2003) verglichen werden.

Die untersuchten Strukturen sind zum Zeitpunkt der Geburt bereits angelegt. Demnach wurden neben den elf adulten Tieren auch drei Crias zur Untersuchung verwendet. Als Problem erwies sich lediglich die Größe der kleinen Crias (Tier Nr. 2 und 3), diese erschwerte eine Latexmilchinjektion. Des Weiteren war die Darstellung einiger Leitungsbahnen schwer bis gar nicht möglich. Ein Cria (Tier Nr. 2) war mit 19 Tagen verstorben und hatte aufgrund hochgradiger Abmagerung eine nur sehr schwach ausgeprägte Muskulatur. Dennoch war die Untersuchung derselben im vollen Umfang möglich.

#### **1.2. Anatomische Präparation**

Die gehäuteten Köpfe (n = 11) wurden in Pökellake mit Formalinbeigabe aufbewahrt. Das Formalin diente der Fixation (PIECHOCKI und ALTNER, 1998a). Durch das Formalin und die Pökellake kam es zu Farbabweichungen der Muskulatur, die für die Ergebnisse der

topographischen Anatomie nicht von Belang waren.

### **1.3. Schnitte und Fräsungen**

Durch die Schnittbildmethodik war es möglich, die topographisch-anatomischen Strukturen in verschiedenen Ebenen darzustellen. Bei der Auswertung der Bilder wurden diese mit CT-Aufnahmen und Schnittbildern vom Lama und Kamel (ALSAFY et al., 2014; HATHCOCK et al., 1995) verglichen. Die für diese Arbeit erstellten Schnittbilder können als Ausgangspunkt für eine zukünftige systematische Schnittbildanatomie dienen.

Die Fräsungen ermöglichten die Darstellung der Zahnwurzeln, Nasennebenhöhlen und des Tränennasenkanals. Durch die feste Verwachsung der Zahnwurzeln mit dem umgebenden Gewebe war es schwer, die Zahnwurzeln auf Anhieb zu erkennen. Bei Benutzung eines Diamantschleifstiftes war darauf zu achten, das Zahnmaterial nicht versehentlich zu verletzen. Die knöchernen Strukturen der Crias waren in einigen Bereichen noch relativ instabil. Beim Abhebeln einer freigefrästen Knochenplatte im Unterkiefer resultierte dies bei einem Tier (Tier Nr. 4) in einer ungewollten Fraktur der Mandibula.

Eine Eröffnung des Tränennasenkanals gestaltete sich als schwierig. Nachdem das Sondieren über die *Puncta lacrimalia* weder mit einer Sonde, noch mit einer Kanüle oder einem Katheter gelang, wurde der Katheter über die Nasenöffnung eingeführt. Er gelangte nur bis zum knöchernen Teil des Kanals, der restliche Teil wurde durch die Injektion von gelber Latexmilch gefüllt, welche bei der weiteren Präparation als Orientierung diente. Damit der Verlauf des Tränennasenkanals durch eine seitliche Eröffnung dargestellt werden konnte, wurde der zuvor halbierte Alpakakopf gegen das Licht gehalten, um die injizierten Bereiche zu erkennen. Mithilfe der Markierungen durch den eingeschobenen Katheter und der injizierten Latexmilch wurde anschließend der Kanal freigefräst.

### **1.4. Latexmilchinjektion**

Die Injektion von Latexmilch in Gefäße erlaubte eine verbesserte Darstellung und eine erleichterte Präparation Gefäße, aber auch der Nerven, die oft in gemeinsamen Bündeln von Leitungsbahnen verlaufen.

Bei der Injektion der Arterien war meistens eine einseitige Injektion möglich. Sobald aus der gegenseitigen *A. carotis communis* Latexmilch austrat, wurde das Gefäß verschlossen. Wenn nur wenig bis keine Latexmilch austrat, wurde auch von dieser Seite injiziert. Vor Beginn der Injektion wurde ein mit Eisessig getränktes Schwämmchen in den Vertebraalkanal eingebracht, um ein Austreten der Latexmilch aus den Vertebralarterien zu unterbinden. Der Eisessig ließ

die Latexmilch direkt gerinnen.

Die farbliche Unterscheidung in Venen und Arterien gelang leider nur zum Teil. Teile der roten Latexmilch gelangten über das arterielle in das venöse System, wodurch die Aufzweigungen der V. facialis, wie die V. lateralis nasi, die V. dorsalis nasi und die V. frontalis, oftmals rot gefärbt waren. Eine eindeutige Darstellung dieser Gefäße mithilfe von Latexmilch gelang nur bei einem Tier (Nr. 6), bei dem die Latexmilch nachträglich in Flussrichtung von den Endgefäßen her injiziert wurde. Die eröffneten Gefäße wurden im Nachhinein mit Eisessig versiegelt. Ein weiteres Problem bei der Injektion der Venen ergab sich durch die Venenklappen. Meistens konnten diese durch Druck und Ausstreichen der Gefäße überwunden werden. Die manuelle Injektion war hier von Vorteil, da jeder Widerstand direkt wahrgenommen wurde und entsprechend reagiert werden konnte (PIECHOCKI und ALTNER, 1998b). Beim Erstversuch (Tier Nr. 5) wurde direkt in die V. jugularis injiziert. Die Latexmilch gelangte auf diese Weise nicht einmal bis zur Aufspaltung des Gefäßes in die V. maxillaris und die V. lingualis. Daraufhin wurde die Haut bis auf Höhe der Gl. parotis eröffnet und jeweils eine Kanüle in die V. maxillaris, die V. facialis und die V. lingualis eingeführt. Nur so war ein Überwinden der proximalsten Venenklappen dieser Gefäße möglich. Da die Injektion vor dem Abziehen der restlichen Haut geschah, war eine Sichtkontrolle nicht möglich und es kam mitunter zur Verletzung der Gefäße, wobei sich die Latexmilch in das umliegende Gewebe verteilte (Tier Nr. 7). Diese Bereiche konnten jedoch nach Aushärten ohne Schädigung des Gewebes entfernt werden. Bei der Eröffnung der Haut bis auf Höhe der Gl. parotis kam es zur Eröffnung von Hautgefäßen. Diese mussten während der Einbringung von Latexmilch ins arterielle Gefäßnetz durch Benetzen mit Essigsäure verschlossen werden. Der Kontakt der Essigsäure mit Muskelgewebe führte zu einer Braunfärbung desselben.

Zur Darstellung der Gefäße auf Röntgenaufnahmen wurde die Latexmilch mit Bariumsulfat gemischt. Diese Suspension war relativ dickflüssig und gelangte nicht in die kleineren Gefäße und ins Kapillarbett. Aufgrund dessen wurde diese Methode nach dem Erstversuch bei einem Alpaka (Tier Nr. 7) nicht wiederholt.

### **1.5. Mazeration**

Mittels Waschmittel wurde der Schädel von Tier Nr. 12 von Muskeln und Bindegewebe befreit. Diese enzymatische Mazeration wurde von PIECHOCKI und ALTNER (1998b) beschrieben. Hier wurde zuerst ein Vorgehen mit 8g pro Liter Wasser und darauf ein Verfahren mit 52g Waschmittel pro Liter Wasser erläutert. Letzteres wurde als

Schnellverfahren bezeichnet und ist mit der für diese Arbeit verwendeten Technik, bei der 40g pro Liter Wasser verwendet wurden, vergleichbar.

## 2. Diskussion der Ergebnisse

### 2.1. Knochen

Auf die Knochen soll hier nur kurz eingegangen werden, da diese vornehmlich für das Verständnis der Muskelursprünge und –ansätze behandelt wurden.

Zwei Strukturen fielen auf, die in der Form nicht bei den Haussäugetieren zu finden sind. TORRES et al. (1986) beschreiben beim Guanako das „supraorbital notch“, eine Kerbe, die dorsal der Orbita zu finden ist. CAMARGO und MARTÍN (2015) nennen dieses „For. supraorbitale accessorium“ und geben zusätzlich eine „Incisura“ an. SMUTS und BEZUIDENHOUT (1987f) bezeichnen sie als „Inc. infratrochlearis“. Bei den untersuchten Alpakas wurden beide Strukturen gefunden (Abbildung 5). Die Inzisur führte in Verlängerung zu dem Foramen. Während der Präparation war die Inzisur leicht zu ertasten, eine klare Abgrenzung vom Foramen wurde jedoch erst nach Mazeration sichtbar. Bei dem untersuchten Schädel (Tier Nr. 12) konnte man erkennen, dass die Inzisur zwischen dem Os lacrimale und dem Os frontale saß. Das Foramen befand sich im Os frontale. Aus dieser Öffnung trat der N. frontalis, begleitet von der A. malaris, hervor. In den Nomina Anatomica Veterinaria ist die „Inc. infratrochlearis“ verzeichnet, sie bezeichnet eine Struktur am Os lacrimale. Ein „For. supraorbitale accessorium“ wird nicht erwähnt (NAV, 2017). Weil diese Leitungsstrukturen den Schädel nicht lateral an der Inzisur verließen, sondern weiter medial auf Höhe des Foramens, und weil sich diese Öffnung im Os frontale und nicht im Os lacrimale befand, wurde in dieser Arbeit die Bezeichnung „For. supraorbitale accessorium“ von CAMARGO und MARTÍN (2015) übernommen, um den Austritt der Leitungsstrukturen zu beschreiben.

Die von SATO und ALVAREZ (2015) und ZÁRATE et al. (2015) beschriebene „Fontanela lagrimal“, bzw. das „rostral foramen, rostral fenestra, prelacrimal vacuity, lacrimal vacuity, lacrimal fenestra, antorbital vacuity“ oder „ethmoidal vacuity“ (SINGH, 2018, p.803), wurde an den präparierten Tieren ebenfalls festgestellt. Die oberflächliche Membran, welche das Foramen verschloss, war leicht mit dem Skalpell zu eröffnen. Unterhalb der Membran gab es einen direkten Zugang zum Sinus frontalis, wie auch in der Literatur beschrieben (ZÁRATE et al., 2015). Dieser führte in die mediale Bucht des Sinus frontalis. Nach Durchstechen einer weiteren Membran, die man durch Abpräparation der oberflächlichen Membran erreichte,

gelangte man in die laterale Bucht des Sinus frontalis. Die Qualität der Stärke dieser Membran oder feinen Knochenplatte war vergleichbar mit der knöchernen Grundlage der Conchen. Diese Öffnung kommt auch bei anderen Spezies vor. HELMCKE et al. (1969) beschreibt fossile Schädel ausgestorbener Paarhufer und bezeichnet diese Struktur als „Ethmoidalspalte“ (HELMCKE et al., 1969, p.439). Mithilfe der anatomischen Sammlung der Tiermedizinischen Fakultät München konnte die Öffnung auch beim Lama, Dromedar, Rothirsch und bei der Ziege gefunden werden. Bei den Wiederkäuern wird diese als „Fissura nasomaxillaris“ oder „Fissura nasolacimalis“ beschrieben (NAV, 2017). Im Rahmen dieser Arbeit wurde sich für die Bezeichnung „Fontanela lagrimal“ (SATO und ALVAREZ, 2015; ZÁRATE et al., 2015) entschieden, da diese bereits für das Alpaka verwendet wurde.

## **2.2. Muskulatur**

Im Nachfolgenden wird auf die untersuchten Muskelgruppen bezüglich der Muskelverläufe im Vergleich zu anderen Haussäugetieren näher eingegangen und die Besonderheiten erläutert.

### **2.2.1. Gesichtsmuskulatur**

Der Verlauf der meisten Gesichtsmuskeln entsprach dem der in den anatomischen Standardwerken (KÖNIG und LIEBICH, 2019; NICKEL et al., 2004a; POPESKO, 2012; SALOMON et al., 2015a) behandelten Haussäugetiere.

Tierartsspezifische Auffälligkeiten bei den Muskelverläufen des Alpakas fanden sich bei den Nasenmuskeln. Laut FREWEIN und SEIFERLE (2004) gliedern sich diese in den M. lateralis nasi, den M. dilatator naris apicalis und den M. dilatator naris medialis.

FREWEIN und SEIFERLE (2004) beschreiben den Verlauf des M. lateralis nasi wie er bei den Haussäugetieren vorkommt. Er entspringt an der Lateralfäche des Os incisivum mit seinem Proc. nasalis, verläuft im Bereich der Inc. nasoincisiva und inseriert in den lateralen Nasenflügel. Beim Dromedar verläuft dieser Muskel vom Nasenloch zum Os incisivum (SMUTS und BEZUIDENHOUT, 1987d). Dieser Muskelverlauf ist mit dem in Abbildung 9 als (2) bezeichneten Muskel zu vereinbaren. Demnach wurde für diesen Muskel die Benennung M. lateralis nasi gewählt.

SMUTS und BEZUIDENHOUT (1987d) beschreiben den M. dilatator naris apicalis und medialis beim Dromedar, diese entspringen rostroventral und kaudovertral vom dorsalen lateralen Nasenknorpel. Eine genauere Beschreibung liegt nicht vor. FREWEIN und SEIFERLE (2004) geben bezüglich der Muskelverläufe der Haussäugetiere eine genauere

Beschreibung. Hiernach entspringen die Fasern des *M. dilatator naris medialis* teilweise aus den Endsehnen des *M. levator labii superioris* und teilweise aus dem Bereich der Seitenwandknorpel am Nasenloch. Zusätzlich erhält er Fasern aus dem Bereich des Nasenrückens. Sein Ansatz befindet sich am dorsalen Winkel des Nasenlochs. Der *M. dilatator naris medialis* ist nur beim Wiederkäuer beschrieben. Beim Alpaka konnte ein Muskel mit ähnlichem Muskelverlauf gefunden werden (Abbildung 9 (1)). Dieser entsprang in dem von FREWEIN und SEIFERLE (2004) beschriebenen Bereich der seitlichen Nasenwand, dem Nasenrücken und aus dem *M. levator labii superioris*, zog jedoch nur peripher an den dorsalen Winkel des Nasenlochs. Vielmehr inserierte er am lateralen bis hin zum ventralen Teil des Nasenlochs. Der *M. dilatator naris apicalis* ist beim Wiederkäuer und Pferd ausgebildet und beim Fleischfresser und Schwein nur rudimentär entwickelt. Er verläuft von der Medianen aus mit dorsolateralem Verlauf an das mediale Nasenloch (CONSTANTINESCU et al., 2012; FREWEIN und SEIFERLE, 2004). An dieser Stelle waren beim Alpaka feine Muskelfasern im Gewebe sichtbar, am lateralen Rand verschmolzen sie mit dem *M. levator labii superioris* und dem *M. dilatator naris medialis*. Der *M. dilatator naris medialis* ist in der NAV (2017) nicht verzeichnet, der *M. dilatator naris apicalis* hingegen schon. Dennoch wurde sich aufgrund der Muskelverläufe und der Beschreibung von FREWEIN und SEIFERLE (2004) bei dem lateral des Nasenlochs verlaufenden Muskel (Abbildung 9 (1)) für die Benennung *M. dilatator naris medialis* entschieden.

Der *M. buccinator* wird bei den Haussäugetieren in eine *Pars buccalis* und eine *Pars molaris* unterteilt (KÖNIG et al., 2019a; NICKEL et al., 2004a; POPESKO, 2012). Die *Pars buccalis* spannt sich gemäß FREWEIN und SEIFERLE (2004) und KÖNIG et al. (2019a) zwischen den Alveolarfortsätzen des Ober- und Unterkiefers auf und bildet somit einen Teil der Backe. Beim Dromedar differiert der Verlauf dieses Muskels stark von jenem der Haussäugetiere (SMUTS und BEZUIDENHOUT, 1987d). Hier gibt es eine oberflächliche und eine tiefe Portion der *Pars buccalis* des *M. buccinator*. Die oberflächliche Portion entspringt auf Höhe des For. infraorbitale und zieht zum Mundwinkel in den *M. orbicularis oris*. Der tiefe Anteil entspringt rostral davon, verläuft kaudoventral und verschmilzt im Mundwinkel und fächert sich Richtung Backe auf. LESBRE (1903a) beschreibt, dass sich der oberflächliche Teil des *M. buccinator* von unterhalb des Caninus bis zum Nasenknochen erstreckt. Die Präparationen der Alpakas ergaben, dass die *Pars buccalis* des *M. buccinator* wie bei den Haussäugetieren verlief und zusätzlich eine dorsale Portion besaß, welche bis seitlich der Nase auf die Maxilla und im rostralen Bereich auf das *Os incisivum* zog. Dieser Anteil erinnerte an die Ursprungspartie der *Pars buccalis* des Dromedars. Im Gegenteil zur *Pars buccalis* dieser

Speziell zogen die beschriebenen Muskelfasern beim Alpaka lediglich an die Alveolarfortsätze und nicht bis über die Pars molaris in den Mundwinkel oder kaudoventral in die Backe. Auf den Zeichnungen in „Anatomy of the Dromedary“ (SMUTS und BEZUIDENHOUT, 1987d) ist zu erkennen, dass die Backe des Dromedars ebenfalls von vertikal verlaufenden Muskelfasern überspannt ist. Diese zählen jedoch zum *M. malaris*. Beim Alpaka ist dieser Muskel deutlich von den Portionen des *M. buccinator* abzutrennen. Der Verlauf des *M. buccinator* des Alpakas scheint mit dem der Haussäugetiere mehr Ähnlichkeit zu haben als mit dem des Dromedars.

Nicht auffindbar war der *M. depressor labii inferioris*. Er wird in der Literatur bei allen Haussäugetieren, mit Ausnahme der Fleischfresser, beschrieben (FREWEIN und SEIFERLE, 2004; SALOMON et al., 2015b). Er entspringt gemeinsam mit und ventral vom *M. buccinator*, verläuft bis zum vordersten Backenzahn eng verbunden mit jenem und strahlt in die Unterlippe ein. Beim Dromedar ist der *M. depressor labii inferioris* nicht vorhanden (SMUTS und BEZUIDENHOUT, 1987d). In diesem Bereich befand sich beim Alpaka lediglich der *M. cutaneus faciei* und es bestand keine Abspaltung vom *M. buccinator*. Es ist davon auszugehen, dass die Funktion dieses Muskels, das Niederziehen der Unterlippe, vom *M. mentalis*, vom *M. incisivus inferior* und teilweise auch vom *M. cutaneus faciei* übernommen wird. Der *M. cutaneus faciei* strahlte nicht nur wie bei den Haussäugetieren in den Mundwinkel (KÖNIG et al., 2019a), sondern auch in den Mundwinkel nahen Bereich der Unterlippe. In Stresssituationen ist bei Neuweltkameliden eine „Stress-Schnute“ zu beobachten (TVT und GUNSSER, 2016). Hierbei ist die Unterlippe angespannt und wird nach unten gezogen. Diese Bewegung scheint im mittleren Bereich der Lippe vom *M. mentalis* und im seitlichen Bereich vom *M. cutaneus faciei* durchgeführt zu werden. Des Weiteren zeigen Neuweltkameliden unter Stress ein „Stress-Auge“, wo sich das Unterlid nach unten zieht, die Bindehaut teilweise sichtbar wird und sich eine Falte unter dem Auge bildet (TVT und GUNSSER, 2016). Dieser Gesichtsausdruck könnte mit der Kontraktion des *M. malaris* erklärt werden. Die Falte unterhalb des Auges definiert dann jene Stelle, an der der *M. malaris* und die seitliche Kante des *M. zygomaticus* aufeinandertreffen.



Abbildung 62: Stressfalte bei einem Alpaka (Falte durch Pfeil gekennzeichnet)

Während der gemeinsamen Untersuchung eines Alpakas mit Dr. Ilona Gunsser fiel eine weitere Stressfalte auf. Diese befand sich im Bereich des Verlaufs vom *M. depressor labii superioris*. Es ist anzunehmen, dass dieses Tier in einer Stresssituation, hier durch Fixation und Handling herbeigeführt, die Oberlippe anspannt und nach hinten zieht, weshalb der kontrahierte Muskel hervortrat.

WATHAN et al. (2015) erarbeiteten ein Facial Action Coding System für Pferde mit der Intention, spezieübergreifende Vergleiche zu Primaten bezüglich der Mimik und ihren muskulären Grundlagen zu ziehen. Ziel hierbei war es, die Bedeutung und Funktion von Kommunikationsverhalten auch bei anderen Spezies als Primaten zu verstehen. Anhand dieser Arbeit und mit Hilfe von Anatomiebüchern, welche die Muskeln von Haussäugetieren und vom Dromedar mit ihrer Funktion erklären (KÖNIG und LIEBICH, 2019; NICKEL et al., 2004a; SMUTS und BEZUIDENHOUT, 1987a), soll versucht werden, verschiedene Gesichtsbewegungen des Alpakas den zuständigen Muskelgruppen zuzuordnen. Hierfür wurde die Alpakaherde von Dr. Ilona Gunsser während der vorliegenden Forschungsarbeit näher beobachtet.

Beim Pferd führt die Kontraktion des *M. orbicularis oculi* und die Relaxation des *M. levator palpebrae superioris* zum Schließen des Auges (WATHAN et al., 2015). Während der Untersuchungen konnte beim Alpaka kein *M. levator palpebrae superioris* gefunden werden. Dorsal des Auges befand sich der *M. frontalis*, welcher den *M. orbicularis oculi* überlagerte und von welchem er Fasern aufnahm. Es ist davon auszugehen, dass der *M. frontalis* bei dieser Tierart die Funktion des *M. levator palpebrae superioris* übernimmt und seine

Relaxation und die Kontraktion des *M. orbicularis oculi* zum Schließen des Auges führen.

Der Beweger des Mundwinkels des Pferdes, *M. zygomaticus* (WATHAN et al., 2015), kam ebenso beim Alpaka vor. Der *M. zygomaticus* des Pferdes verläuft von der *Fascia parotidomasseterica* in den Mundwinkel und *M. orbicularis oris* (FREWEIN und SEIFERLE, 2004). Sein Verlauf ist mit jenem des Alpakas zu vergleichen. Es kann daher davon ausgegangen werden, dass dieser Muskel auch hier den Mundwinkel nach kaudal zieht und zu einem Weiten der Lippen führt. Im Gegensatz zu Primaten verursacht die Kontraktion des *M. zygomaticus* bei Pferden kein Heben der Infraorbitalregion (WATHAN et al., 2015). Durch den vergleichbaren Verlauf des *M. zygomaticus* beim Alpaka muss vermutet werden, dass eine Kontraktion zum gleichen Resultat wie beim Pferd führt, nämlich dem Bewegen des Mundwinkels ohne Heben der Infraorbitalgegend.

Das Herabziehen der Unterlippe wird beim Pferd durch die Kontraktion des *M. depressor labii inferioris* bedingt. Diese Bewegung schließt das ventrale Herabziehen und das seitliche Bewegen der Unterlippe mit ein (WATHAN et al., 2015). Zu diesem Bewegungsmuster wurden eigene Beobachtungen zum Fressverhalten von Alpakas und Pferden angestellt und die Unterschiede beschrieben. Beide Tierarten nutzten beim Grasensowohl die Ober- als auch die Unterlippe, um das Gras in die Mundhöhle aufzunehmen. Während beim Pferd beide Lippen sehr beweglich waren, übernahm beim Alpaka die gespaltene Oberlippe die meiste Aktion. Die Unterlippe bewegte sich beim Aufnehmen von größeren Futterteilen, die zu groß waren, um sie komplett in die Mundhöhle zu verbringen, mit einer Schaufelbewegung in Richtung der Mundhöhle. Vermutlich war hier der *M. incisivus inferior* aktiv. Eine Bewegung der Unterlippe zur Seite fand lediglich statt, wenn sich der Kiefer zur Seite verschob. Die Unterlippe bewegte sich dann passiv mit. Im Vergleich zu dieser passiven Bewegung der Unterlippe beim Alpaka fand beim Pferd eine aktive Kontraktion des Muskels und ein Herabziehen und zur Seite ziehen der Unterlippe statt (WATHAN et al., 2015). Dieser Unterschied kann mit dem Fehlen des *M. depressor labii inferioris* beim Alpaka erklärt werden. Den Bewegungen der Unterlippe des Alpakas scheinen die Aktionen des *M. mentalis*, des *M. incisivus inferior* und des *M. cutaneus faciei* zugrunde zu liegen. Durch den zusätzlichen Muskel liegt beim Pferd ein größeres Bewegungsmuster vor.

Ein weiteres von WATHAN et al. (2015) beschriebenes Bewegungsmuster ist das Heben des Kinns, welches durch die Kontraktion des *M. mentalis* vollführt wird. Die Unterlippe wird hierbei hoch- und eventuell vorgeschoben. Diese Bewegung war auch beim Alpaka zu beobachten. Während bei Aktionen der Unterlippe ein Zusammenspiel der Kontraktionen des

M. mentalis, des M. cutaneus faciei und des M. incisivus inferior vorzuliegen schien, war die Bewegung des Kinns auf Grund seiner Lage nur dem M. mentalis zuzuordnen.

Beim Beobachten der Alpakaherde wurde der Bewegung der Nase und der Oberlippe besondere Aufmerksamkeit geschenkt. In Ruhe kommt es hin und wieder zu einem Blähen der Nares, diese heben sich dabei nach dorsal und medial. Hierfür könnte die Kontraktion des M. dilatator naris apicalis verantwortlich sein. Er liegt der Haut direkt an und kann diese somit sehr effektiv bewegen. Der M. dilatator naris medialis scheint durch seine Lokalisation eher die Lippe mitzubewegen als die Nares zu dilatieren. Die Oberlippe wird vermutlich hauptsächlich vom M. depressor labii superioris und M. caninus bewegt. Der M. levator labii superioris zieht beim Alpaka in das Bindegewebe der seitlichen Nase und den Nasenrücken. Beim Pferd bewegt dieser Muskel mit seiner Endplatte deutlich die Oberlippe, bei den anderen Haussäugetieren zieht er zur Nase und in die Oberlippe (KÖNIG et al., 2019a). Beim Alpaka besteht keine muskulöse Verbindung zur Oberlippe, die Kontraktion des Muskels würde – wenn überhaupt – über die Bewegung des Bindegewebes im Bereich der Nase zu einer Aktion der Oberlippe führen. Daher ist seine Benennung als Heber der Oberlippe fraglich. An dieser Stelle wird kein alternativer Namensvorschlag gemacht, da der Vergleich zu den Haussäugetieren sonst verloren ginge.

### **2.2.2. Ohrenmuskeln**

Die Ohren des Alpakas sind nicht nur ein Unterscheidungsmerkmal zum Lama (MIESNER, 2013) und fungieren als Hör- und Gleichgewichtssinn, sie dienen auch der Kommunikation, zeigen beispielsweise den Status in der Herde an (DUNCANSON, 2012a), oder offenbaren die Stimmung und Gefühle der Tiere gegenüber Artgenossen, anderen Tieren oder Menschen (ABA et al., 2010). Demnach wurden in der vorliegenden Arbeit die Bewegungen des Ohres nicht nur peripher, wie in einigen Anatomiebüchern (SALOMON et al., 2015b), abgehandelt, sondern intensiv begutachtet. Die Bewegungen des Ohres wurden bei zehn Tieren untersucht und die Unterschiede der Muskelverläufe zur Muskulatur der Haussäugetiere (FREWEIN und SEIFERLE, 2004) und des Dromedars (SMUTS und BEZUIDENHOUT, 1987d) sowie die Besonderheiten innerhalb der Tiergruppe niedergeschrieben. Die genaueren Bezeichnungen der Mm. scutuloauriculares superficiales und profundi wie auch die Einteilung nach Funktion wurden von FREWEIN und SEIFERLE (2004) übernommen. Die restlichen Bezeichnungen wurden gemäß der NAV (2017) verwendet.

Der M. scutuloauricularis profundus major und minor verkehren bei den Haussäugetieren zwischen der Unterseite des Scutulums und dem Gesäß der Ohrmuschel (FREWEIN und

SEIFERLE, 2004). Beim Dromedar sind diese Muskeln nicht beschrieben (SMUTS und BEZUIDENHOUT, 1987d). Beim Alpaka waren die Dreher der Ohrmuschel teilweise nicht klar voneinander abgrenzbar. Bei einem Tier (Nr. 9) bestand ein doppelt angelegter *M. scutuloauricularis profundus major*.

Der *M. cervicoauricularis profundus* verläuft bei den Haussäugetieren verschieden. Er kommt vom Hinterhauptsbein und dem Nackenband und zieht unterhalb des *M. cervicoauricularis medius* zum Gesäß der Ohrmuschel. Beim Wiederkäuer besitzt der Muskel zwei Portionen. Die hintere entspricht dem der anderen Haussäugetiere. Die vordere entspringt am *M. cervicoauricularis superficialis* in der Nähe des Schildchens. Die beiden Portionen vereinigen sich und laufen ventrokaudal an die Ohrbasis (FREWEIN und SEIFERLE, 2004). Der *M. cervicoauricularis profundus* entspringt beim Dromedar an der *Crista nuchae* und inseriert distal des *M. cervicoauricularis medius* am Ohrknorpel (SMUTS und BEZUIDENHOUT, 1987d). Beim Alpaka entsprach der Ursprung des Muskels derer der Haussäugetiere und des Dromedars. Der weitere Verlauf war mit keinem der in den bisher genannten Anatomielehrbüchern beschriebenen Muskelverläufe anderer Tiere deckungsgleich. Anstatt distal vom *M. cervicoauricularis medius* zu enden (FREWEIN und SEIFERLE, 2004; SMUTS und BEZUIDENHOUT, 1987d), spaltete er sich in zwei Anteile auf. Eine Portion verschmolz an seiner Berührungsstelle mit dem *M. cervicoauricularis medius*. Dieser Teil des Muskels endete am *M. parietoauricularis* oder ein Stück weiter an der Ohrbasis. Sein zweiter Anteil inserierte kaudoventral des großen Drehers an der Ohrbasis. Dieser kam weder beim Dromedar, noch bei den Haussäugetieren vor (FREWEIN und SEIFERLE, 2004; SMUTS und BEZUIDENHOUT, 1987d). Es gab keinen Muskelanteil, welcher wie beim Wiederkäuer (FREWEIN und SEIFERLE, 2004) mit dem *M. cervicoauricularis superficialis* in Verbindung stand. Der Verlauf des *M. cervicoauricularis profundus* war durch seine Verschmelzungsstellen schwierig darzustellen. Bei einigen Tieren endete er bereits am *M. parietoauricularis*, bei anderen zog er bis an die Ohrbasis.

FREWEIN und SEIFERLE (2004, p.318) beschreiben den *M. parietoscutularis* beim Rind als eine Abspaltung, welche vom *M. parietoauricularis* in den *M. cervicoscutularis* zieht. Dies war beim Alpaka ebenfalls zu beobachten.

Der *M. scutuloauricularis superficialis ventralis* fehlt dem Fleischfresser. Bei Schwein und Wiederkäuer ist er meist mit einem weiteren Einwärtszieher, dem *M. zygomaticoauricularis*, verschmolzen. Nur beim Pferd kommt er gesondert vor. Er zieht von der Schildchenoberfläche unterhalb des Tütenwinkels an das Ohr (FREWEIN und SEIFERLE,

2004). Beim Dromedar besteht ebenfalls eine Verschmelzung zwischen *M. zygomaticoauricularis* und *M. scutuloauricularis superficialis ventralis* (SMUTS und BEZUIDENHOUT, 1987d). Dem Alpaka fehlt dieser Muskel ebenso wie dem Fleischfresser.

### **2.2.3. Weitere Muskulatur**

Der Verlauf der Kau-, Kehlgangs- und Rachenmuskulatur sowie der Zungen- und Zungenbeinmuskulatur entsprach weitgehend derer der Haussäugetiere. Es ist davon auszugehen, dass die Funktion dieser Muskeln sich nicht von der der Haussäugetiere unterscheidet.

#### **2.2.3.1. Kau-, Kehlgangs- und Rachenmuskulatur**

Bei den Haussäugetieren entspringt der *M. palatopharyngeus* am Rand des *Os palatinum* und *pterygoideum* und ist mit dem *M. palatinus* verbunden. Er inseriert am Rostralrand des Schildknorpels und in die Raphe pharyngis. Der *M. pterygopalatinus* zieht vom *Os pterygoideum* in die Raphe pharyngis (THOMÉ, 2004). Beim Dromedar besteht nur ein rostraler Schlundkopfschnürer, der *M. palatopharyngeus*. Dieser entspringt kaudal der Zungenwurzel aus dem weichen Gaumen. Er formt einen muskulären Bogen, welcher die Gaumenmandeln bedeckt. Mit kaudodorsalem Faserverlauf treffen sich die Muskeln der beiden Seiten rostral des *M. stylopharyngeus caudalis*. Der *M. pterygopharyngeus* entspringt zwischen dem *M. tensor* und *levator veli palatini* vom Hamulus des *Os pterygoideum* und zieht in den lateralen Teil des *M. palatinus*. Er fungiert als Hilfsmuskel für den *M. tensor veli palatini* und wird dem weichen Gaumen statt dem Rachen zugeordnet (SMUTS und BEZUIDENHOUT, 1987d). Die rostralen Schlundkopfschnürer verliefen beim Alpaka wie im Folgenden beschrieben. Der *M. palatopharyngeus* entsprang dorsal aus dem Gaumen und seitlich aus der Rachenwand. Er traf sich mit seiner Gegenseite in der Raphe pharyngis. Eine Verbindung mit dem Schildknorpel, wie von THOMÉ (2004) beschrieben, liegt nicht vor. Der *M. pterygopharyngeus* entsprang weiter kaudal und dorsal vom *M. palatopharyngeus* und mündete rostral vom *M. palatopharyngeus* in die Raphe pharyngis. Sein Ursprung befand sich wie von SMUTS und BEZUIDENHOUT (1987d) beschrieben am Hamulus zwischen dem *M. tensor* und *M. levator veli palatini*. Im Vergleich zum Dromedar zog er nicht in den *M. palatopharyngeus*, sondern rostral desselben zur Raphe pharyngis, wo er den *M. pterygopharyngeus* der Gegenseite traf. Der mit den Haussäugetieren übereinstimmende Muskelverlauf von bilateral symmetrischen Muskelgruppen, welche hintereinander angeordnet sind und sich im Rachendach treffen (THOMÉ, 2004), lässt darauf schließen, dass es sich bei den beim Alpaka beschriebenen und als Schlundkopfschnürer benannten Muskeln

auch der Funktion nach um Schlundkopfschnürer handelt.

Der *M. stylopharyngeus caudalis* trennt als Schlundkopferweiterer die rostralen von den mittleren Schlundkopfschnürern (SMUTS und BEZUIDENHOUT, 1987d; THOMÉ, 2004). Bei einem der untersuchten Tiere (Nr. 6) fand sich die Besonderheit, dass Muskelfasern des *M. stylopharyngeus rostralis* vom Stylohyoid sowohl rostral als auch kaudal vom Schlundkopferweiterer vorkamen (Abbildung 26, Abbildung 27). Diese einmalig aufgefundene Besonderheit würde wahrscheinlich nichts an der Funktion eines Schlundkopferweiterers ändern. Daher übernimmt dieser Muskel wohl auch beim Alpaka die Funktion den Schlundkopf zu erweitern.

Der *M. digastricus* verläuft zwischen dem Proc. paracondylaris und der Medialseite der Mandibula. Wie bei den meisten Haussäugetieren, mit Ausnahme des Pferdes (FREWEIN und SEIFERLE, 2004), erinnert er nur durch einige sehnige Einschnürung an einen zweibäuchigen Muskel. Bei einem Cria (Tier Nr. 4) besaß der *M. digastricus* einen zweiten Bauch. Ventral der sehnigen Einschnürung entsprang ein kleiner, 5 mm breiter Muskelbauch, welcher mit seiner feinen Endsehne in den *M. pterygoideus medialis* auslief. Da dieser Muskel nur sehr schwach ausgebildet war und nur bei diesem einen Tier vorkam, ist es unwahrscheinlich, dass dies als tierartliche Besonderheit zu verstehen ist. Die Funktion des *M. digastricus* als Rückwärtszieher des Unterkiefers und Öffner der Mundspalte (KÖNIG et al., 2019a) müsste auch beim Alpaka gegeben sein.

Bei den Haussäugetieren entspringt der *M. pterygoideus lateralis* vom Os pterygoideum und am Proc. pterygoideus des Os sphenoidale und inseriert am Proc. condylaris der Mandibula (FREWEIN und SEIFERLE, 2004). Dies traf auch bei den untersuchten Alpakas zu. Bei einem Tier (Nr. 6) bestand darüber hinaus eine dorsale Portion. Diese lag ventral des Orbitalfettkörpers und lateral der Ursprungsstelle der rostralen Portion des *M. pterygoideus medialis*. Bei anderen Tieren war dieser zusätzliche Muskelbauch nicht vorhanden.

#### **2.2.3.2. Zungen- und Zungenbeinmuskulatur**

Der *M. styloglossus* wird von THOMÉ (2004) und SMUTS und BEZUIDENHOUT (1987d) als einheitlicher Muskel beschrieben, welcher vom Stylohyoid in die Zunge (SMUTS und BEZUIDENHOUT, 1987d) und bis zur Zungenspitze (THOMÉ, 2004) zieht. Alpakas hingegen besitzen einen zweigeteilten *M. styloglossus*. Die oberflächliche Portion verläuft wie bei den Haussäugetieren. Die tiefe Portion zieht zu einem Teil in die Zunge und zum anderen Teil in den *M. hyoglossus*. Die übrigen Zungenmuskeln entsprechen derer der Haussäugetiere. Die oben beschriebene Besonderheit des *M. styloglossus* scheint nichts mit

einer größeren Zungenbeweglichkeit zu tun haben, da Alpakas ihre Zunge weder für die Futteraufnahme noch zum Belecken von Salzsteinen oder Jungtieren besonders nutzen (FOWLER, 2011c).

Der *M. hyoideus transversus* wird als ein schwacher Muskel beschrieben, der den Fleischfressern und dem Schwein fehlt (KÖNIG et al., 2019a; THOMÉ, 2004). Bei den anderen Haussäugetieren spannt er sich zwischen den Ceratohyoiden auf. Bei den untersuchten Alpakas konnte dieser Muskel nicht gefunden werden.

Bezüglich der Lagebezeichnung von Speicheldrüsen beim Alpaka beschreibt TAFUR HERRERA (2017) den *M. occipitomandibularis*. Dieser wurde bei den vorgenommenen Untersuchungen nicht aufgefunden. Es gab lediglich den *M. occipitohyoideus*.

### **2.3. Speicheldrüsen**

Bei den Speicheldrüsen des Alpakas gab es nur geringfügige Abweichungen zu den Beschreibungen in der Literatur (CEBRA, 2014b; ERDOĞAN et al., 2016; FOWLER, 2011b; SINGH, 2018; TAFUR HERRERA, 2017).

Die Lage und Form der *Gl. parotis* wurde wie beschrieben aufgefunden. Der *Ductus parotideus* mündete bei den untersuchten Tieren (Tier Nr. 1, 4 – 9, 13) auf Höhe des rostralen Augenwinkels. Dies wurde auch von FOWLER (2011b) beschrieben. Die Aussage von CEBRA (2014b), dass die Mündung des Gangs zwischen dem letzten Prämolaren und dem ersten Molaren aufzufinden war, wurde näher überprüft. Bei zwei Tieren (Tier Nr. 6 und 9) mündete er ein Stück weiter kaudal und bei einem anderen untersuchten Tier (Tier Nr. 3) endete er weiter kranial. Bei fast allen untersuchten Tieren (Nr. 1, 4 – 9) trat der *Ductus parotideus* im ventralen Viertel aus der Drüse aus. Die Sammelgänge traten noch innerhalb der Drüse zum abführenden Speichelgang zusammen und wurden erst nach Abtragen von Drüsengewebe sichtbar. Dies verhielt sich bei einem Tier (Nr. 13) anders. Auf dem *M. masseter* fand sich ein isoliertes Drüsenpaket, welches auf der Höhe der Muskelmitte seinen Ausführungsgang an den *Ductus parotideus* abgab.

Die *Gl. mandibularis* wird von TAFUR HERRERA (2017) mit einer inneren, äußeren und lateralen Fläche beschrieben. In den durchgeführten Untersuchungen fand sich neben diesen Flächen noch eine kleinere Portion. Im Übrigen gab es keine Abweichungen von seinen Beschreibungen. Ebenso gab es auch bei der *Gl. sublingualis* keine Unterschiede. In den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit wurden die topographischen Lagebeziehungen noch genauer dargelegt.

Bei den Haussäugetieren existieren außer beim Pferd sowohl eine *Gl. sublingualis polystomatica* als auch eine *Gl. sublingualis monostomatica*. Letztere liegt weiter kaudal und ihr Sekret gelangt über den *Ductus sublingualis major* über die *Caruncula sublingualis* in die Mundhöhle (KÖNIG et al., 2019d). Beim Alpaka war kein solcher Ausführungsgang darzustellen und die Lage der Speicheldrüse lässt vermuten, dass es sich hier allein um die *Gl. sublingualis polystomatica* handelt. Demnach wurde sie im Ergebnisteil auch so benannt. Beim Dromedar findet sich ebenfalls nur die *Gl. sublingualis polystomatica* (SMUTS und BEZUIDENHOUT, 1987h).

Zu den *Gll. labiales* und *palatinae* beim Alpaka gab es in der Literatur keine Aufzeichnungen. Durch die für diese Arbeit durchgeführten Untersuchungen stellte sich heraus, dass sie ebenso wie bei den Haussäugetieren beschrieben (THOMÉ, 2004) vorkamen.

Da die *Gll. buccales* beim Alpaka bisher nicht genauer aufgeführt wurden, lässt sich mit den Beschreibungen dieser Arbeit nun ein Bild dieser Strukturen machen. Die Aufteilung der *Gll. buccales* verhielt sich wie beim Dromedar (SMUTS und BEZUIDENHOUT, 1987h), weshalb dieselben Benennungen verwendet wurden. Durch die Lage der *Gll. buccales dorsales* wäre auch die Bezeichnung einer *Gl. zygomatica* passend, obgleich im Vergleich zum Dromedar kein Ausführungsgang darstellbar war.

## **2.4. Leitungsbahnen**

Das Verständnis des Verlaufs der Leitungsbahnen ist für den praktischen Tierarzt von hoher Relevanz. Um Nervenblöcke zur Betäubung einzelner Areale zu setzen, muss der Verlauf der versorgenden Nerven bekannt sein. Zur Blutentnahme oder beim Legen von Zugängen gilt dies ebenfalls. Auch bei operativen Eingriffen müssen vorab die topographischen Lagebeziehungen der Leitungsbahnen definiert sein, damit diese nicht aus Versehen verletzt werden. Im Folgenden soll auf jene Gefäße und Nerven eingegangen werden, deren Verlauf auffällig war, oder bei deren Benennung es Schwierigkeiten gab.

### **2.4.1. Nerven**

Das *Os frontale* ist bei Pferd, Schwein und Wiederkäuer vom *Can. supraorbitalis* durchbohrt. Dieser beginnt außerhalb mit dem *For. supraorbitale* und öffnet sich in die *Orbita* (NICKEL et al., 2004d). Hierdurch verlaufen die *A. und V. supraorbitalis* und beim Pferd der *N. frontalis* (KÖNIG et al., 2019b; NICKEL et al., 2004b; WAIBL et al., 2005a; WAIBL et al., 2005b). Beim Alpaka trat durch das *For. supraorbitale* lediglich die *V. frontalis*. Am Schädel des Alpakas besteht neben dieser Öffnung noch das *For. supraorbitale accessorium* (CAMARGO

und MARTÍN, 2015). Aus diesem gelangte ein Nerv an die Schädeloberfläche. Gemeinsam mit ihm verlief die *A. malaris*, welche zur dorsalen Augengegend zog. Der *N. frontalis* innerviert bei den Haussäugetieren die Bindehaut und die Haut des oberen Augenlids, die Stirnhaut und den nasalen Augenwinkel (KÖNIG et al., 2019b). Der oben beschriebene Nerv beim Alpaka zog darüber hinaus in Richtung *M. temporalis*. Aufgrund der rostralen Ausläufer des Nervs wurde sich dennoch für die Bezeichnung *N. frontalis* entschieden.

Der Stamm des *N. facialis* spaltet sich in die *Rami buccales* auf. Diese *Rami* kommunizieren untereinander und werden so von KÖNIG et al. (2019b) als *Plexus buccalis* beschrieben. Diese Verzweigungen zwischen dem *Ramus buccalis dorsalis* und *ventralis* waren auch beim Alpaka aufzufinden. Eine Benennung zum *Plexus buccalis* wäre denkbar.

#### **2.4.2. Arterien**

Bei den Untersuchungen für diese Arbeit war der Verlauf der *A. facialis* meist, wie von O'BRIEN (2017) beschrieben, vorzufinden. Die *A. facialis* besaß einen eigenen Abgang aus der *A. carotis externa*. Laut TORRES GONZALES (2015) müsste sie gemeinsam mit der *A. auricularis caudalis* aus einem *Truncus auriculofacialis* entspringen. Dies war bei einem Tier (Nr. 13) der Fall. Demnach können beide Varianten aufgefunden werden.

Die Arterie, welche die kaudale Ohrregion versorgt, wird von O'BRIEN (2017) als „common auricular artery“ bezeichnet. In der Literatur über die Anatomie der Haussäugetiere und des Dromedars wird sie *A. auricularis caudalis* genannt (SMUTS und BEZUIDENHOUT, 1987b; WAIBL et al., 2005a) Die durchgeführten Untersuchungen zeigten, dass dieses Gefäß in erster Linie wie bei den Haussäugetieren und beim Dromedar (SMUTS und BEZUIDENHOUT, 1987b; WAIBL et al., 2005a) das Ohr von kaudal versorgt und auf die Ohrmuschel zieht. Die rostrale Versorgung geschah durch die *A. auricularis rostralis*. Demnach wurde die auch in der NAV (2017) gelistete Bezeichnung der *A. auricularis caudalis* gewählt.

O'BRIEN (2017) beschreibt die Abwesenheit der *A. submentalis*, was durch eine kräftig ausgebildete *A. sublingualis* kompensiert wird. Bei den untersuchten Tieren spaltete die *A. sublingualis* ein Gefäß ab, welches nach rostral bis auf Höhe des Kinns zu verfolgen war. Demnach ist hier von einer *A. submentalis* auszugehen, welche mit der entsprechenden Vene verlief. In den Ergebnissen wurde sie daher als *A. submentalis* bezeichnet.

Die vorliegende Literatur über die arteriellen Gefäße des Alpakas beschreibt eine *A. temporalis profunda caudalis*, welche von kaudal des *Proc. coronoideus* an den

M. temporalis herantritt, und eine A. temporalis profunda rostralis, welche von rostral in den Muskel zieht (O'BRIEN, 2017). Erstere hat einen gemeinsamen Abzweig mit der A. alveolaris inferior aus der A. maxillaris, letztere tritt gemeinsam mit den Rr. pterygoidei aus. Bei den durchgeführten Untersuchungen fand sich ein Gefäß, das aus einem gemeinsamen Gefäßstamm mit der A. alveolaris inferior und den Rr. pterygoidei hervorging. Es zog von rostral an den M. temporalis heran, verlief also ähnlich wie die A. temporalis profunda rostralis. Ein Gefäß, das der von O'BRIEN (2017) beschriebenen A. temporalis profunda caudalis entspricht wurde nicht gefunden. Da keine zwei Gefäße aufgefunden wurden, wurde in der vorliegenden Arbeit die Bezeichnung A. temporalis profunda verwendet.

Die A. transversa faciei (Abbildung 63 (7)) entsprang gemeinsam mit der A. auricularis rostralis (8) aus einem Gefäßstamm der A. carotis externa (1). Neben ihnen gingen aus diesem Gefäßstamm (6) noch weitere Gefäße ab. Dies differierte von der Aussage von TORRES GONZALES (2015), nach dem die A. transversa faciei aus der A. auricularis caudalis hervorging. O'BRIEN (2017) beschreibt den Abgang der A. transversa faciei aus der A. carotis externa, jedoch über die A. temporalis superficialis. Bei den durchgeführten Untersuchungen ging die feinere A. temporalis superficialis (9) aus der etwas breiteren A. auricularis rostralis (8) hervor, die über den gleichen Gefäßstamm wie die A. transversa faciei von der A. carotis externa abzweigte. Es wäre denkbar das abzweigende Gefäß als A. temporalis superficialis zu benennen, aus dem dann die A. auricularis rostralis hervorginge. Dennoch würde dies nicht der Aussage von O'BRIEN (2017) entsprechen.

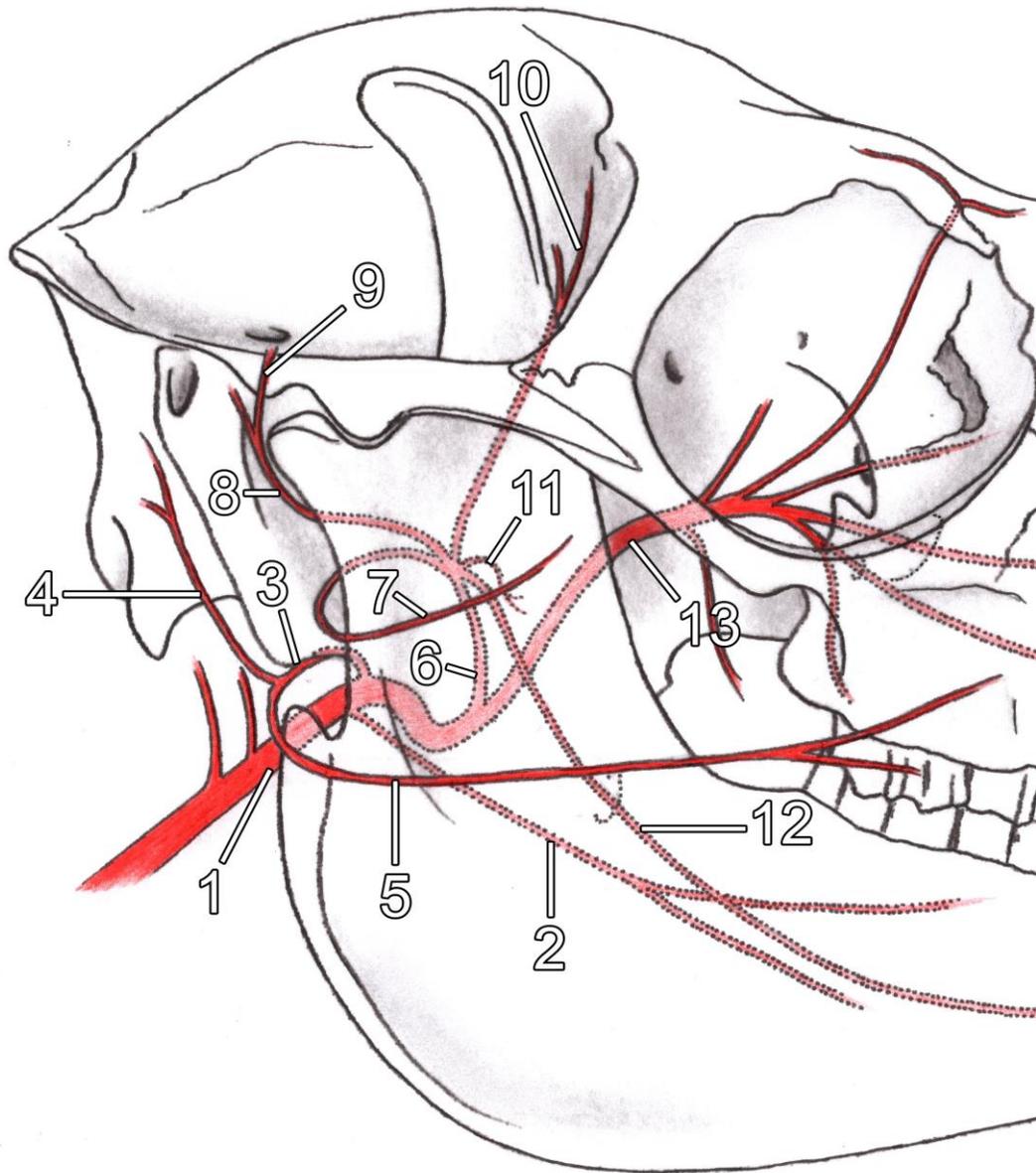


Abbildung 63: Zeichnung der Abgänge der *A. carotis externa* beim Alpaka

1 – *A. carotis externa*; 2 – *A. lingualis*; 3 – gemeinsamer Abzweig für *A. facialis* und *A. auricularis caudalis*, nicht immer vorhanden; 4 – *A. auricularis caudalis*; 5 – *A. facialis*; 6 – gemeinsamer Gefäßstamm für 7 – 11; 7 – *A. transversa faciei*; 8 – *A. auricularis rostralis*; 9 – *A. temporalis superficialis*; 10 – *A. temporalis profunda*; 11 – *Rr. pterygoidei*; 12 – *A. alveolaris inferior*; 13 – *A. maxillaris*

Nach WAIBL et al. (2005b), wird die *A. carotis externa* nach Abgabe der *A. temporalis superficialis* *A. maxillaris* genannt. Dies wurde in dieser Arbeit übernommen. Der von (O'BRIEN, 2017) beschriebene Verlauf der *A. transversa faciei*, mit ihrer Windung um den kaudalen Rand der Mandibula auf Höhe des Kiefergelenks, wurde genau so aufgefunden.

### 2.4.3. Venen

Der Verlauf der *V. linguofacialis* differierte bei den untersuchten Alpakas. Bei einigen Tieren verhielt es sich wie beim Dromedar (SMUTS und BEZUIDENHOUT, 1987g), diese hatten eine Vereinigung von *V. lingualis* und *V. facialis* zur *V. linguofacialis* (n = 4) . Bei zwei dieser Tiere war auf der einen Seite eine *V. linguofacialis* ausgebildet, auf der anderen Seite nicht. Bei den übrigen untersuchten Tieren (n = 6) gingen die *V. facialis* und die *V. lingualis* einzeln aus der *V. jugularis externa* ab. Teilweise lagen die Abgänge nah beieinander.

Im Vergleich zum Dromedar, bei dem aus der *V. facialis rostral* die *V. masseterica ventralis* und kaudal die *Rami glandulares* abgehen (SMUTS und BEZUIDENHOUT, 1987g), war dies nur bei einem Alpaka (Tier Nr. 4) auf diese Weise zu finden. Bei den übrigen Tieren ging in diesem Gebiet aus der *V. facialis* nur ein Gefäß zur Versorgung der Speicheldrüse ab oder gar keins. In der vorliegenden Arbeit wurde daher die Bezeichnung *V. glandularis* verwendet. Teilweise führten im Verlauf der *V. facialis* auf dem *M. masseter* kleine Gefäße in den *M. masseter* hinein.

Eine Besonderheit der Alpakas war der *Arcus venosus temporalis*. Da eine solche Gefäßstruktur an dieser Stelle bei den Haussäugetieren nicht zu finden ist, wurden die Begriffe „*Arcus*“, um die Form zu beschreiben, „*venosus*“, damit die Art der Struktur beinhaltet ist, und „*temporalis*“, für die Lage, gewählt. Bei allen auf diese Struktur untersuchten Tieren (n = 9) war eine Aussackung des *Arcus venosus temporalis* unterhalb des *M. temporalis* auffallend (Abbildung 52, Abbildung 53, Abbildung 64). Diese war in ihrem Durchmesser breiter als die *V. maxillaris* und bis auf in einem Fall (Tier Nr. 4) blind endend. Der *Arcus venosus temporalis* besaß auf dem Verbindungsstück zwischen *V. maxillaris* und seiner Aussackung ein ausgeprägteres Lumen als in seinem rostral führenden Abschnitt.

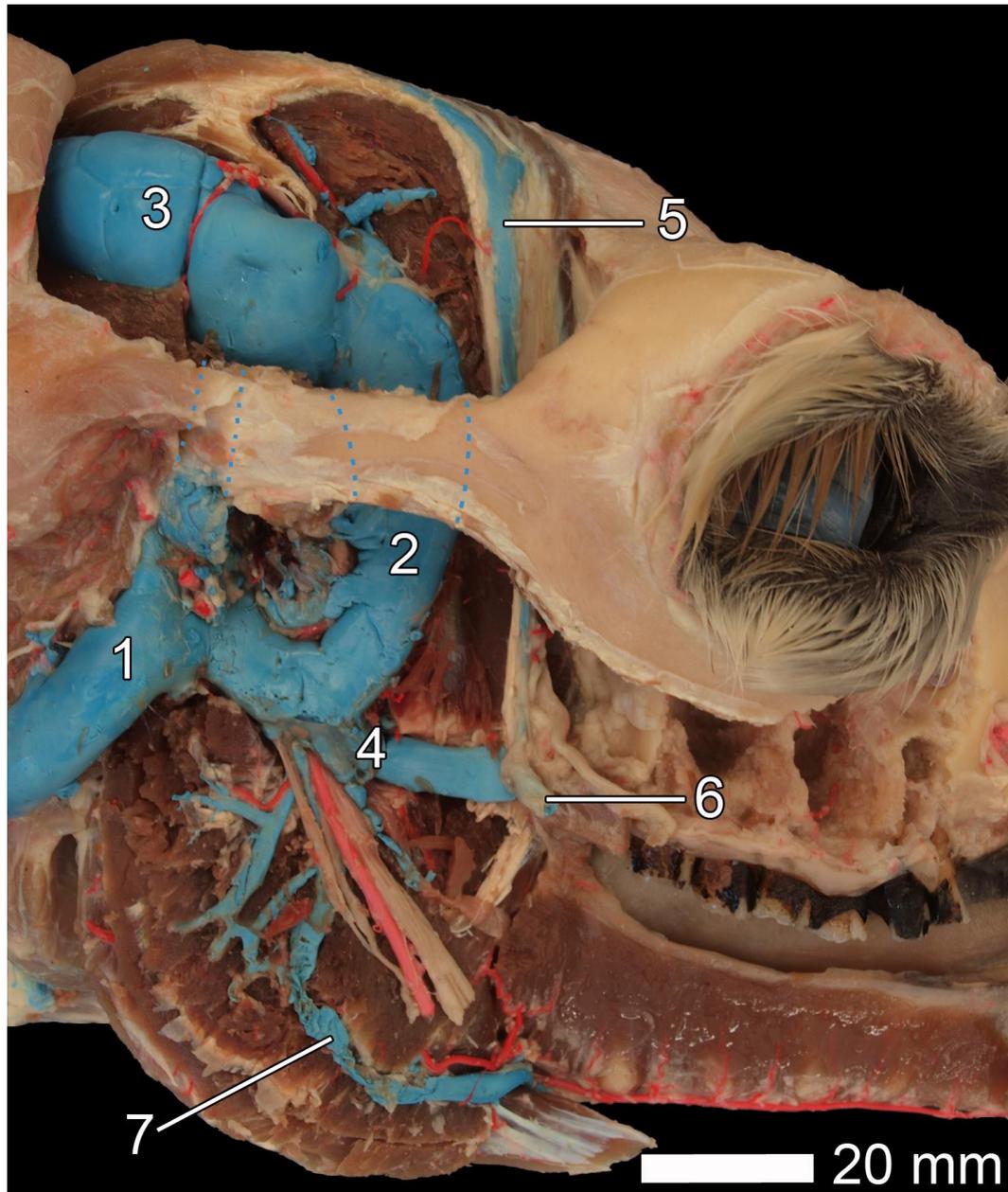


Abbildung 64: Venen medial der Mandibula einer 20-jährigen Alpaka Stute

1 – V. maxillaris; 2 – Arcus venosus temporalis (Durchtritt durch das For. temporale und Verlauf medial des Arcus zygomaticus halbtransparent dargestellt); 3 – Sinus venosus des Arcus venosus temporalis; 4 – V. profunda faciei; 5 – V. temporalis profunda; 6 – Abgang zur V. facialis; 7 – V. pterygoidea

Neben dem Kreislauf innerhalb des Arcus venosus temporalis besteht ein zweiter Kreislauf. Dieser lässt sich zwischen V. maxillaris, V. profunda faciei und V. facialis finden (Abbildung 50). Die Gefäße umgeben von medial und lateral die Mandibula und den M. masseter. Da es sowohl zwischen der V. maxillaris und der V. facialis, als auch innerhalb der V. maxillaris deutliche Venenklappen gibt, handelt es sich bei diesem zweiten Kreislauf um keinen

funktionellen Kreislauf. Parallel zu diesem bilden *V. maxillaris*, *V. profunda faciei* und *V. transversa faciei* weiter dorsal einen Kreislauf um dieselben Strukturen. Der Verbindungsast zwischen *V. transversa faciei* und *V. profunda faciei* (Abbildung 50) war jedoch nicht bei jedem Tier darstellbar.

Die Erweiterungen des *Arcus venosus temporalis* erinnerten an die Sinus des Pferdes, bei denen die *V. profunda faciei*, *V. buccalis* und *V. transversa faciei* Erweiterungen aufweisen. Diese liegen in Höhe der Kaumuskulatur und fördern durch Kaubewegungen das Blut herzwärts. Dies ist vor allem beim abgesenkten Kopf von Vorteil (KÖNIG et al., 2019c). Eine von Kaubewegungen unterstützte Blutzirkulation erscheint bei Wiederkäuern sinnvoll, da Kameliden ein Drittel der Tageszeit mit dem Kauen ihrer Nahrung verbringen (FOWLER, 2011c). Da der Hals beim Alpaka im Vergleich zu den Haussäugetieren deutlich länger ist und die Futteraufnahme vom Boden daher eine größere Höhendifferenz des venösen Blutes aus dem Kopf zum Herzen bedeutet, erscheint der postulierte Pumpmechanismus sehr plausibel. Aufgrund dieser Überlegungen wurde die Benennung „Sinus venosus“ verwendet. Eine allgemeine Benennung dieser Aussackung als „Sinus arcus venosi temporalis“ wäre denkbar.

Ein weiteres Gefäß, welches in dieser Form bei Haussäugetieren nicht zu finden ist und dessen Blutfluss durch Kaubewegungen reguliert zu werden scheint, ist die „*V. pterygoidea*“. Sie trat aus dem Übergang der *V. maxillaris* in die *V. profunda faciei* hervor und vereinigte sich dann mit der *V. sublingualis* (Abbildung 64). Sie befand sich eingebettet zwischen der Mandibula und den Muskelfasern des *M. pterygoideus medialis*. In der NAV (2017) finden sich lediglich „*Vv. pterygoideae*“, da es sich hier aber um ein einziges deutliches Gefäß handelt, welches wiederum feinere Gefäße aus dem Muskel aufnimmt, wurde sich hier für den Singular entschieden.

Bei der Injektion der venösen Gefäße mit Latexmilch leisteten die Venenklappen signifikanten Widerstand. Die damit verbundene Stabilität könnte auf den langen Hals des Alpakas zurückzuführen sein. Durch diesen muss das venöse Blut auch bei abgesenktem Kopf zum Herz gelangen. Beim Kamel wurde die Stabilität der Venenklappen bereits beschrieben. Sie können, sobald sie geschlossen sind, hohe Drücke aushalten (AMOROSO et al., 1947). Um genauere Schlüsse ziehen zu können, müssten die Halsgefäße des Alpakas näher untersucht werden. In dieser Arbeit wurde jedoch die Topographie des Kopfes als Schwerpunkt festgelegt.

### **3. Anwendung der Ergebnisse als Orientierung für Operationstechniken**

Bei operativen Eingriffen ist die Kenntnis der anatomischen und physiologischen Gegebenheiten unumgänglich. Im Bereich des Kopfes wird der Tierarzt mit unterschiedlichsten Fällen konfrontiert: Bissverletzungen oder geschlitzten Ohrmuscheln in Folge von Rankkämpfen, Abszessen aufgrund von Verletzungen oder Zahnerkrankungen, eingerissenen Augenlidern, beispielsweise verursacht durch Scheuern an Zäunen nach Insektenstichen, oder Tumoren, welche häufig im Bereich der Nasenscheidewand auftreten (GUNSSER, 2019). Die im Ergebnisteil aufgeführte topographische Anatomie soll praktizierenden Tierärzten helfen, verletztes oder verändertes Gewebe effektiv zu erkennen und zu behandeln ohne dabei andere Strukturen unbeabsichtigt zu verletzen.

#### **3.1. Zahnbehandlungen**

Die operativen Eingriffe an den Backenzähnen bei Alpakas sind in vielen Quellen beschrieben (ANDERSON, 2006; CEBRA, 2014b; DUNCANSON, 2012b; FOWLER, 2011f; MIESNER et al., 2014; SINGH, 2018). Daneben wird die Meinung vertreten, dass operative Eingriffe nicht das beste Vorgehen bei Erkrankungen dieser Zähne sind. Die Extraktion der molaren Backenzähne verursacht auf Grund eines fehlenden Gegenbisses Probleme beim Wiederkäuen. Weiterhin können durch die entstehende Zahnlücke beim Kauen Futterpartikel in die Backentasche gelangen (GUNSSER, 2019). Zuerst sollte eine antibiotische Therapie versucht werden (MIESNER et al., 2014). Führt diese nicht gleich zum gewollten Erfolg, so ist es für das Tier meist weniger problematisch den Zahn in Ruhe zu lassen, als ihn chirurgisch zu entfernen. Falls nötig kann die Antibiotikagabe wiederholt werden. Durch eine Wurzelinfektion wird der Zahn meist avital und daher schmerzfrei. Die Funktion des Zahns als Gegenbiss bleibt somit erhalten. Allerdings kann der Zahn im Laufe der Zeit seine Stabilität in der Alveole verlieren und herausfallen (GUNSSER, 2019).

Bei Zahnbehandlungen im Oberkiefer muss ein besonderes Augenmerk auf die Schonung des Canalis infraorbitalis gelegt werden. Dieser befindet sich zwischen den palatinalen und bukkalen Zahnwurzeln (FOWLER, 2011f; SINGH, 2018). Bei der Darstellung der Zahnwurzeln mittels Handfräse wurde dieser bei einem Präparat (Nr. 9) versehentlich eröffnet (Abbildung 65).

Der Ductus parotideus ist bei Zahnbehandlungen unbedingt zu schonen (FOWLER, 2011f). Die Mündung des Kanals kann laut FOWLER (2011b) mittels einer vertikalen Linie, welche

vom rostralen Augenwinkel aus gezogen wird, erahnt werden, was in den für diese Arbeit durchgeführten Präparationen bestätigt wurde. Die angefertigten Zeichnungen und Fotografien der Präparate dienen einer verbesserten Visualisierung (Abbildung 10, Abbildung 33, Abbildung 37, Abbildung 42, Abbildung 45, Abbildung 47 (der Ductus parotideus ist allerdings nicht in allen Abbildungen beschriftet)). Generell kann sich der praktizierende Tierarzt an der A. und V. facialis orientieren. 11 Tiere wurden auf den Verlauf der lateralen Leitungsbahnen untersucht, bei einem Tier (Nr. 13) variierte der Verlauf der V. facialis jedoch stark, sie lief wesentlich weiter ventral als das restliche Leitungsbahnenpaket.

Bei Trepanation und Zahnrepulsion besteht außerdem das Verletzungsrisiko des Ductus nasolacimalis (FOWLER, 2011f). Wie von SANDMEYER et al. (2011) angenommen, ist der Verlauf des Tränennasenkanals des Alpakas dem der Haussäugetiere sehr ähnlich. Als Orientierungslinie kann hierfür der Ursprungspunkt des M. masseter, rostroventral der Orbita, gewählt werden. Dieser Knochenpunkt wird beim Alpaka nicht namentlich beschrieben, erinnert jedoch an die Crista facialis oder den Tuber faciale der Haussäugetiere (NICKEL et al., 2004d). Durch seinen Verlauf, dorsolateral des N. infraorbitalis, wird der Ductus nasolacimalis bei Schonung des Canalis infraorbitalis ebenfalls nicht verletzt.

Die Fragilität der Mandibula (FOWLER, 2011f) wurde bei den Zahnwurzelfräsungen deutlich. Die Darstellung des N. alveolaris inferior bei seinem Durchtritt in den Unterkiefer erforderte ein Öffnen des Knochens im Bereich des Übergangs vom Ramus mandibulae zum Corpus mandibulae. Bei zwei Tieren (Nr. 4 und 9) kam es beim Abhebeln einer freigefrästen Knochenplatte zum Brechen der Mandibula, beide Male an der medialen Seite des Mandibularkörpers (Abbildung 65) und beim Jungtier (Tier Nr. 4) auch am Angulus mandibulae. Bei Zahnwurzelbehandlungen ist ein solcher Bruch unwahrscheinlich, da die Eröffnung der Mandibula weiter rostral stattfindet. Dennoch muss mit Vorsicht gearbeitet werden.

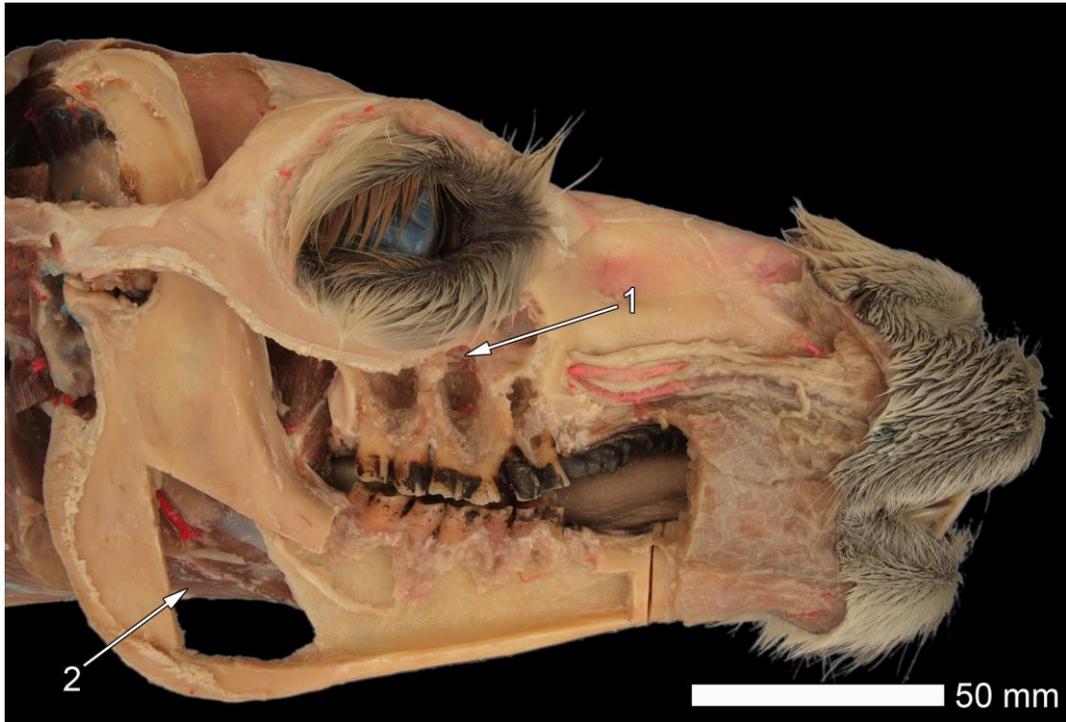


Abbildung 65: Fräsungen an einer 20-jährigen Alpaka Stute

1 – Eröffnung des Canalis infraorbitalis; 2 – Bruch der medialen Mandibulaseite

### 3.2. Speicheldrüsenabszesse

FOWLER (2011b) beschreibt, dass Speicheldrüsenfisteln durch Abszessausbildung, hämatogen verursacht oder sekundär durch Verletzungen bei Rankenkämpfen (FOWLER, 2011f), und Ruptur eines Speichelgangs sowie durch Verletzungen im Gesicht verursacht werden. Nach Reifung des Abszesses kann dieser unter Zuhilfenahme einer Kanüle oder Skalpellklinge von ventral eröffnet werden. Die stumpfe Präparation mit einer Arterienklemme soll dem Verletzen von Nerven und Gefäßen vorbeugen (FOWLER, 2011f).

Diese Vorgehensweise kann die Lazeration von Gefäßen und Nerven weitgehend verhindern. In jedem Fall sollte sich der behandelnde Tierarzt vor Beginn des Eingriffs vor Augen führen, wie die Strukturen unterhalb des Abszesses verlaufen, um nicht versehentlich ein Trauma zu verursachen. Um dies zu erleichtern, können die in dieser Arbeit angefertigten Präparate und Schemazeichnungen verwendet werden.

Beim Ductus mandibularis sollte im Auge behalten werden, dass dieser medial der Mandibula zwischen M. digastricus und M. pterygoideus medialis und weiter rostral zwischen M. mylohyoideus und der Zungenmuskulatur verläuft. Neben ihm liegen die A. und V. sublingualis und die V. lingualis. Medial des M. pterygoideus medialis befindet sich der Ln. mandibularis, welcher ebenfalls zu schonen ist. Ungefähr auf Höhe der Vereinigung von

Proc. zygomaticus des Os temporale und Proc. temporalis des Os zygomaticum trifft der N. hypoglossus zum Ductus mandibularis. Kaudal der Molaren, bzw. auf Höhe des temporalen Augenwinkels, liegt der N. hypoglossus besonders weit ventral. Im weiteren rostralen Verlauf befindet sich der Speichelgang dorsal der Zungenbeinmuskulatur und verläuft gemeinsam mit der A. und V. submentalis.

Bei Abszessen im Bereich der Gl. parotis muss besondere Rücksicht auf den Ramus buccalis dorsalis und ventralis des N. facialis und auf die A. und V. facialis genommen werden. Vor einer Inzision sollte man sich ein Bild davon machen, wo die jeweiligen Strukturen verlaufen, um sie nicht zu verletzen, zumal der Ductus parotideus unterhalb dieser Leitungsbahnen liegt.

### 3.3. Choanenatresie

Beim Umgang mit Alpakas wird der behandelnde Tierarzt häufig mit dem Krankheitsbild der Choanenatresie konfrontiert. Unter den 14 Tieren, die für diese Arbeit untersucht wurden, befand sich ein Cria (Tier Nr. 3) mit einer Choanenatresie. Das Tier wurde in der Klinik für Wiederkäuer im Alter von einem Tag nach Diagnosestellung eingeschläfert. Dieses Tier wurde zusätzlich zu den für diese Arbeit vorgesehenen Präparationen endoskopisch untersucht (Karl Storz Endoskop RP 100, Hopkins Optik 2,7 mm).



Abbildung 66: Blick auf den Verschluss der Choane durchs Endoskop

Der Verschluss der Choanen war nicht eindrückbar oder stumpf zu durchstoßen. In Folge dieser Untersuchung wurde der Defekt präparatorisch dargestellt.



Abbildung 67: Choanenatresie bei einem ein Tag altem Alpaka Cria (Pfeil zeigt auf die knöchernerne Verlegung der Choane)

Diese in der Literatur häufig beschriebene Missbildung war auch bei der relativ geringen Stichprobe mit rund 7% (1 Fall von n=14) zu verzeichnen. Bei diesem Tier war eine Behandlung durch die vorliegende knöchernerne Form nicht möglich.

Die angefertigten Aufnahmen können praktizierenden Tierärzten helfen, sich ein besseres Bild von dieser Erkrankung zu machen.

#### 4. Fazit

Für die vorliegende Arbeit wurden 14 Alpakas untersucht. Eine größere Anzahl wäre wünschenswert gewesen, scheiterte jedoch an der Verfügbarkeit weiterer Körperspenden. Die untersuchten Tiere wiesen in wenigen anatomischen Strukturen Unterschiede auf, weshalb es nicht möglich war, in allen Punkten allgemeingültige Aussagen zu treffen und statistisch fundierte Definitionen der einzelnen Strukturen aufzustellen. Dennoch ist mit dieser Arbeit ein Grundstein für weitere derartige Untersuchungen gelegt. Praktizierende Tierärzte können sich mit Hilfe dieser Arbeit eine Vorstellung von den topographisch-anatomischen Strukturen machen, ehe sie mit ihren Behandlungen und chirurgischen Eingriffen beginnen.

## VI. ZUSAMMENFASSUNG

Die vorliegende Arbeit wurde mit dem Ziel angefertigt, anatomische Strukturen am Kopf des Alpakas in ihrem topographischen Zusammenhang zu beschreiben. Die an diesen Tieren untersuchten Strukturen sollten darüber hinaus in Bezug zur tierärztlichen Praxis gebracht werden.

Hierfür wurden 14 Alpakas im Alter von einem Tag bis 22 Jahren untersucht. Die Tiere stammten aus der Klinik für Wiederkäuer, aus Privathand oder aus der Herde von Dr. Ilona Gunsser. Bei den Alpakas handelte es sich ausschließlich um Körperspenden, kein Tier wurde für diese Arbeit getötet.

Neben der Präparation vermitteln Röntgenbildaufnahmen, die Gefäßinjektion mittels Latexmilch, Gefrierschnitte und selbst angefertigte Schemazeichnungen ein umfassendes Bild.

Im Ergebnisteil sind sämtliche Muskelgruppen mit Ursprung, Ansatz und Verlauf dargestellt. Ihr topographischer Zusammenhang zu Leitungsbahnen, Speicheldrüsen und Lymphknoten wurde beschrieben. Das Verständnis der Topographie dieser Strukturen ist unverzichtbar für behandelnde Tierärzte und Chirurgen. Die Kopfmuskulatur des Alpakas wurde mit jener der übrigen Haussäugetiere (Wiederkäuer, Pferd, Schwein, Hund) verglichen und die vorgefundenen Abweichungen erläutert. Es wurden Überlegungen angestellt, inwiefern beim Alpaka bestimmte Bewegungen durch andere Muskeln als bei den oben genannten Haussäugetieren ausgeführt werden und wie bestimmte Alpaka-spezifische Gesichtsausdrücke den vorhandenen Muskeln zuzuordnen sind.

Die Ergebnisse umfassen weiterhin den genauen Verlauf der Leitungsbahnen, wie Nerven und Blutgefäße. Diese wurden anhand von Präparaten und Schemazeichnungen präsentiert. Die Form und Lage der Speicheldrüsen sowie der Verlauf ihrer Ausführungsgänge wurde beschrieben und visualisiert. Mit Hilfe von Fräsungen an den Präparaten wurden die Zahnwurzeln von Alpakas verschiedenen Alters und der Tränennasengang dargestellt.

Weiterhin wurde auf gängige Behandlungen im Bereich des Kopfes eingegangen. Die am meisten gefährdeten Strukturen, wie Leitungsbahnen, wurden benannt, ihr Verlauf in Relation zu anderen anatomischen Strukturen beschrieben und durch Fotografien und Zeichnungen visuell dargestellt. Mit Hilfe dieser Informationen ist es dem praktizierenden Tierarzt möglich, Eingriffe vorzubereiten und so durchzuführen, dass diese Strukturen nicht verletzt

werden.

Für Tierärztinnen und Tierärzte, Studierende der Tiermedizin, Hobbyhalter und andere interessierte Personen ermöglicht die vorliegende Arbeit, sich mit den Besonderheiten des Alpakas hinsichtlich der Anatomie des Viszerokraniums näher zu befassen.

## VII. SUMMARY

### **Title: Topographic-anatomical investigations of the head of the alpaca (*Vicugna pacos*)**

The aim of this study was to provide a detailed description of the topographic anatomy of the head of the alpaca. Furthermore the findings of the study were intended to add value for veterinarians in a clinical setting.

For this purpose 14 alpacas with an age range from one day to 22 years were examined. These animals were donated to the Chair of Anatomy, Histology and Embryology after they died or were euthanized. None of them were killed for this study.

The heads of the alpacas were dissected and the preparations were documented via photography. In addition the heads were x-rayed and some were cross-sectioned or macerated. A better visualization of the arteries and veins was achieved by injecting the blood vessels with coloured latex milk. Finally hand-drawn illustrations were prepared.

The results of this study include descriptions of different muscle groups with the origin, course and insertion of each muscle. They were put in context with their surrounding anatomical structures such as vessels, nerves, salivary glands, and lymph nodes. For the practitioner or surgeon the understanding of the topography of these structures is essential. The examined muscles were compared to muscles of domestic mammals (ruminants, horse, pig, dog) and the differences were described. Considerations were made whether particular movements were initiated by the corresponding or different muscles compared to the domestic mammals mentioned above. It was attempted to correlate certain alpaca-specific facial expressions with the muscles involved.

Furthermore the results comprise the exact course of the nerves and vessels, which are presented with photographs of preparations and hand-drawn illustrations. The form and position of the salivary glands and the course of their ducts were described and visualized. With the help of a milling machine bones of the skull were shaped in order to excavate the tooth roots (maxilla and mandible) and the nasolacrimal duct (lacrimal bone, maxilla).

Established treatments of head pathologies were explained. The structures most at risk were described and their topography was presented using images and illustrations. With this information, the practitioner can plan and execute surgical procedures without damaging any vulnerable structures by accident.

This study can be used by veterinarians, veterinary students, breeders or anyone who is interested in the common and special features of the alpaca regarding the anatomy of the viscerocranium.

## VIII. ABBILDUNGSVERZEICHNIS

<i>Abbildung 1: Zoologische Herkunft des Alpakas (modifiziert nach FOWLER (2011d) und BÖGER und FINKENZELLER (2016))</i> .....	3
<i>Abbildung 2: Vorbereitung für die Latexmilchinjektion eines 19 Tage alten Huacaya Crias</i> .	32
<i>Abbildung 3: Schädel einer 10 Jahre alten Huacaya Stute</i> .....	34
<i>Abbildung 4: Oberschädel einer 10 Jahre alten Huacaya Stute, ventrale Ansicht</i> .....	35
<i>Abbildung 5: Oberschädel einer 10 Jahre alten Huacaya Stute, laterale Ansicht</i> .....	35
<i>Abbildung 6: Fossa pterygopalatina einer 10 Jahre alten Huacaya Stute</i> .....	36
<i>Abbildung 7: Röntgenbild des Zungenbeins einer 13-jährigen Huacaya Stute, latero-laterale Aufnahme</i> .....	36
<i>Abbildung 8: Gesichtsmuskulatur eines 3 Monate alten männlichen Alpaka Crias</i> .....	37
<i>Abbildung 9: Zeichnung der Gesichtsmuskulatur eines Alpakas, laterale Ansicht</i> .....	38
<i>Abbildung 10: Zeichnung der Gesichtsmuskulatur eines Alpakas, laterale Ansicht (nach Abnahme des M. levator nasolabialis, M. malaris, M. zygomaticus und M. cutaneus faciei)</i> 40	
<i>Abbildung 11: Zeichnung der Gesichtsmuskulatur eines Alpakas, laterale Ansicht (nach Abnahme des M. levator labii superioris, M. caninus und M. depressor labii superioris)</i> .....	41
<i>Abbildung 12: Linkes Scutulum eines 20-jährigen (links) und eines 10 Monate alten Huacaya Alpakas (rechts), oberflächliche Ansicht</i> .....	42
<i>Abbildung 13: Oberflächliche Ohrenmuskulatur eines 10 Monate alten Alpakas, dorsolaterale Ansicht</i> .....	43
<i>Abbildung 14: Ohrenmuskulatur eines 10 Monate alten Huakaya Alpakas, kaudale Ansicht.</i>	44
<i>Abbildung 15: Zeichnung der Ohrenmuskulatur eines Alpakas, Dorsalansicht</i> .....	45
<i>Abbildung 16: Verlauf des M. cervicoauricularis profundus eines 10 Monate alten Huakaya Alpakas, kaudale Ansicht</i> .....	46
<i>Abbildung 17: Dreher der Ohrmuschel bei einer 18 Jahre alten Huacaya Stute, kaudodorsale Ansicht</i> .....	48
<i>Abbildung 18: Gesichts- und Kaumuskulatur einer 20-jährigen Huacaya Stute</i> .....	49
<i>Abbildung 19: Zeichnung der medialen Muskulatur eines Alpakas</i> .....	50
<i>Abbildung 20: Mediale Kaumuskulatur einer 13 Jahre alten Alpaka Stute</i> .....	51
<i>Abbildung 21: Transversalschnitt eines 17 Jahre alten Huacaya Hengstes, rostrokaudale Ansicht</i> .....	52
<i>Abbildung 22: Medianschnitt einer 13-jährigen Huacaya Stute, linke Kopfhälfte (Ansicht von medial)</i> .....	53

<i>Abbildung 23: Kehlgangsmuskulatur eines 12 – 14 Jahre alten Huacaya Hengstes.....</i>	<i>54</i>
<i>Abbildung 24: Rachenmuskulatur einer 13-jährigen Huacaya Stute.....</i>	<i>55</i>
<i>Abbildung 25: Medianschnitt des Kopfes einer 20-jährigen Huacaya Stute, linke Hälfte.....</i>	<i>57</i>
<i>Abbildung 26: Rachen- und Zungenmuskulatur einer 13-jährigen Huacaya Stute .....</i>	<i>58</i>
<i>Abbildung 27: Rachen- und Zungenmuskulatur einer 13-jährigen Huacaya Stute (nach Abnahme der oberflächlichen Portion des M. styloglossus) .....</i>	<i>59</i>
<i>Abbildung 28: Zungenmuskulatur eines 12 – 14 Jahre alten Huacaya Hengstes.....</i>	<i>60</i>
<i>Abbildung 29: Zungenbeinmuskulatur einer 13 Jahre alten Huacaya Stute.....</i>	<i>61</i>
<i>Abbildung 30: Zeichnung der Zungenbeinmuskulatur eines Alpakas .....</i>	<i>62</i>
<i>Abbildung 31: Zeichnung der Zungenbeinmuskulatur eines Alpakas (nach Abnahme von Teilen des M. styloglossus und M. hyoglossus) .....</i>	<i>63</i>
<i>Abbildung 32: Transversalschnitt eines 14-jährigen Huacaya Hengstes auf Höhe der Augen, rostrokaudale Ansicht.....</i>	<i>64</i>
<i>Abbildung 33: Oberflächliche Speicheldrüsen einer 20-jährigen Huacaya Stute .....</i>	<i>65</i>
<i>Abbildung 34: Mediale Ansicht des Kopfes einer 20-jährigen Huacaya Stute .....</i>	<i>66</i>
<i>Abbildung 35: Transversalschnitt eines 14-jährigen Huacaya Hengstes, rostrokaudale Ansicht .....</i>	<i>67</i>
<i>Abbildung 36: Aufspaltung des N. facialis bei einer 10 Monate alten Huacaya Stute .....</i>	<i>69</i>
<i>Abbildung 37: Oberflächliche Leitungsstrukturen eines 22-jährigen Huacaya Hengstes.....</i>	<i>70</i>
<i>Abbildung 38: Kopfnervenausstritte einer 20 Jahre alten Huacaya Stute .....</i>	<i>71</i>
<i>Abbildung 39: Canalis mandibulae einer 13 Jahre alten Huacaya Stute, laterale Ansicht.....</i>	<i>73</i>
<i>Abbildung 40: Röntgenbild des Kopfes eines 22-jährigen Huacayahengstes, laterolaterale Aufnahme, arterielle Gefäße mit Bariumsulfat und Latexmilch injiziert .....</i>	<i>74</i>
<i>Abbildung 41: Mediale Leitungsbahnen einer 20 Jahre alten Huacaya Stute (nach Abnahme des größten Teils der Mandibula und der ventralen Portion des M. pterygoideus medialis)..</i>	<i>75</i>
<i>Abbildung 42: Laterale Leitungsbahnen einer 20 Jahre alten Huacaya Stute (nach Abnahme des größten Teils des M. cutaneus faciei und M. zygomaticus, Teilentfernung des M. masseter und Abpräparation des Drüsengewebes der Gl. parotis).....</i>	<i>77</i>
<i>Abbildung 43: Mediale Leitungsbahnen einer 20 Jahre alten Huacaya Stute (nach Abnahme des größten Teils der Mandibula) .....</i>	<i>78</i>
<i>Abbildung 44: Mediale Arterien einer 13 Jahre alten Huacaya Stute, laterale Ansicht (nach Abnahme der Mandibula, des M. digastricus, M. pterygoideus medialis und lateralis).....</i>	<i>79</i>
<i>Abbildung 45: Oberflächliche Arterien einer 10 Monate alten Huacaya Stute .....</i>	<i>80</i>
<i>Abbildung 46: Zeichnung der Arterien des Kopfes des Alpakas .....</i>	<i>81</i>

<i>Abbildung 47: oberflächliche Venen einer 13 Jahre alten Huacaya Stute</i> .....	82
<i>Abbildung 48: Venen eines 10 Monate alten Alpakas, ventrale Ansicht</i> .....	83
<i>Abbildung 49: Zeichnung der oberflächlichen Venen eines Alpakas (nach Abnahme der Gl. parotis und Teilen der Angesichtsmuskulatur)</i> .....	84
<i>Abbildung 50: Venöse Gefäße einer 18 Jahre alten Huacaya Stute</i> .....	85
<i>Abbildung 51: Venen einer 13 Jahre alten Huacaya Stute, Lateralansicht (nach Absetzen des M. masseter und eines Teils der Mandibula)</i> .....	86
<i>Abbildung 52: Zeichnung der tiefen Venen eines Alpakas (nach Abnahme des größten Teils der Mandibula)</i> .....	87
<i>Abbildung 53: Venen eines 3 Monate alten Crias</i> .....	88
<i>Abbildung 54: Röntgenbild eines 12 – 14 Jahre alten Huacaya Hengstes, latero-laterale Aufnahme</i> .....	91
<i>Abbildung 55: Zahnwurzeln eines 12 – 14 Jahre alten Huacaya Hengstes</i> .....	91
<i>Abbildung 56: Röntgenbild einer 13-jährigen Huacaya Stute, latero-laterale Aufnahme</i> .....	92
<i>Abbildung 57: Zahnwurzeln einer 13-jährigen Huacaya Stute</i> .....	92
<i>Abbildung 58: Röntgenbild einer 10 Monate alten Huacaya Stute, latero-laterale Aufnahme</i>	93
<i>Abbildung 59: Zahnwurzeln einer 10 Monate alten Huacaya Stute</i> .....	93
<i>Abbildung 60: Aufgefräster Tränennasenkanal beim halbierten Kopf eines 12 – 14 Jahre alten Huacaya Hengstes</i> .....	94
<i>Abbildung 61: Ln. parotideus einer 20 Jahre alten Alpakastute (Pfeil zeigt auf türkis markierten Lymphknoten)</i> .....	95
<i>Abbildung 62: Stressfalte bei einem Alpaka (Falte durch Pfeil gekennzeichnet)</i> .....	103
<i>Abbildung 63: Zeichnung der Abgänge der A. carotis externa beim Alpaka</i> .....	113
<i>Abbildung 64: Venen medial der Mandibula einer 20-jährigen Alpaka Stute</i> .....	115
<i>Abbildung 65: Fräsungen an einer 20-jährigen Alpaka Stute</i> .....	119
<i>Abbildung 66: Blick auf den Verschluss der Choane durchs Endoskop</i> .....	120
<i>Abbildung 67: Choanenatresie bei einem ein Tag altem Alpaka Cria (Pfeil zeigt auf die knöcherne Verlegung der Choane)</i> .....	121

## **IX. TABELLENVERZEICHNIS**

<i>Tabelle 1: Neurokranium.....</i>	<i>4</i>
<i>Tabelle 2: Viszerokranium.....</i>	<i>4</i>
<i>Tabelle 3: Muskulatur am Kopf.....</i>	<i>11</i>
<i>Tabelle 4: Zahnformel Dentes decidui .....</i>	<i>17</i>
<i>Tabelle 5: Zahnformel Dentes permanentes.....</i>	<i>17</i>
<i>Tabelle 6: Wurzeln der Backenzähne (gemäß FOWLER (2011f)) .....</i>	<i>18</i>
<i>Tabelle 7: Tierisches Material – ganzer Tierkörper .....</i>	<i>28</i>
<i>Tabelle 8: Tierisches Material – Köpfe.....</i>	<i>29</i>
<i>Tabelle 9: Verwendete Tiere für Latexmilchinjektion, n = 9 .....</i>	<i>31</i>
<i>Tabelle 10: Legende zur Beschriftung der folgenden Abbildungen .....</i>	<i>90</i>

## X. LITERATURVERZEICHNIS

- 1 Aba, M. A., Bianchi, C. und Cavilla, V. (2010): South American Camelids. In: V. V. Tynes, Behavior of Exotic Pets. Wiley-Blackwell: S. 157-167.
- 2 Alsafy, M. A. M., El-gendy, S. A. A. und Abumandour, M. (2014): Computed Tomography and Gross Anatomical Studies on the Head of One-Humped Camel (*Camelus dromedarius*). The Anatomical Record 297(4): 630-642.
- 3 Amoroso, E. C., Edholm, O. G. und Rewell, R. E. (1947): Venous Valves in the Giraffe, Okapi, Camel and Ostrich. Proceedings of the Zoological Society of London, Wiley Online Library.
- 4 Anderson, D. E. (2006): Periapical tooth root infections in llamas and alpacas. Small Ruminant Research 61(2): 235-240.
- 5 Anderson, D. E. (2013a): Anatomical Features of the Head and Neck. In: D. E. Anderson, M. Jones und M. D. Miesner, Veterinary techniques for llamas and alpacas. John Wiley & Sons: S. 95-98.
- 6 Anderson, D. E. (2013b): Conjunctivorhinostomy for Alleviation of Nasolacrimal Duct Obstruction. In: D. E. Anderson, M. Jones und M. D. Miesner, Veterinary techniques for llamas and alpacas. John Wiley & Sons: S. 317-318.
- 7 Anderson, D. E. (2013c): Field Diagnosis of Choanal Atresia. In: D. E. Anderson, M. Jones und M. D. Miesner, Veterinary techniques for llamas and alpacas. John Wiley & Sons: S. 147-150.
- 8 Anderson, D. E. (2013d): Tooth Extraction - Lateral Approach. In: D. E. Anderson, M. Jones und M. D. Miesner, Veterinary techniques for llamas and alpacas. John Wiley & Sons: S. 113-115.
- 9 Azzopardi, M. (2012): Contribution à l'ostéologie et à l'imagerie médicale de l'alpaga "*Vicugna pacos*". Université Paul-Sabatier, Toulouse.
- 10 Böger, M. und Finkenzeller, K. (2016): Einleitung und Grundsätze. In: M. Böger und K. Finkenzeller, Neuweltkameliden-Kompass. Verein der Züchter, Halter und Freunde von Neuweltkameliden e.V. - LAMAS-Verlag, Berchtesgaden: S. 8-15.
- 11 Camargo, C. und Martín, H. (2015): Osteometría del cráneo de la alpaca adulta (*Vicugna pacos*). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima.
- 12 Cebra, C. (2014a): Diseases of the Respiratory Tract. In: C. Cebra, D. E. Anderson, A. Tibary, R. J. Van Saun und L. W. Johnson, Llama and alpaca care: Medicine, surgery, reproduction, nutrition, and herd health. Elsevier Health Sciences: S. 421-436.
- 13 Cebra, C. (2014b): Disorders of the Digestive System. In: C. Cebra, D. E. Anderson, A. Tibary, R. J. Van Saun und L. W. Johnson, Llama and alpaca care: Medicine, surgery, reproduction, nutrition, and herd health. Elsevier Health Sciences: S. 477-536.
- 14 Cebra, C., Anderson, D. E., Tibary, A., Van Saun, R. J. und Johnson, L. W. (2014): Llama and alpaca care: Medicine, surgery, reproduction, nutrition, and herd health.

Elsevier Health Sciences.

- 15 Cebra, M. L., Cebra, C. K. und Garry, F. B. (1996): Tooth root abscesses in New World camelids: 23 cases (1972-1994). *Journal of the American Veterinary Medical Association* 209(4): 819-822.
- 16 Constantinescu, G. M., Schaller, O., Habel, R. E., Hillebrand, A., Sack, W. O., Simoens, P. und de Vos, N. R. (2012): Myologia. In: G. M. Constantinescu und O. Schaller, *Illustrated Veterinary Anatomical Nomenclature*. Enke Verlag, Stuttgart: S. 98-139.
- 17 Demmel, U. (1980): Die Halsäste des Nervus vagus beim Alpaka, *Lama guanicoe pacos* (Linné 1758). *Acta Zoologica* 61(3): 141-146.
- 18 Duncanson, G. R. (2012a): Animal Husbandry. In: G. R. Duncanson, *Veterinary treatment of llamas and alpacas*. CABI: S. 1-12.
- 19 Duncanson, G. R. (2012b): Medicine and Surgery of the Gastroenteric System. In: G. R. Duncanson, *Veterinary treatment of llamas and alpacas*. CABI: S. 80-111.
- 20 Erdoğan, S., Villar Arias, S. und Pérez, W. (2016): Morphofunctional structure of the lingual papillae in three species of South American Camelids: Alpaca, guanaco, and llama. *Microscopy research and technique* 79(2): 61-71.
- 21 Evans, H. E. und Lahunta, A. (1993): The Skeleton. In: H. E. Evans und A. Lahunta, *Miller's Anatomy of the Dog*. Elsevier Saunders, Missouri: S. 80-157.
- 22 Fowler, M. E. (2011a): Clinical Diagnosis: Examination and Procedures. In: M. E. Fowler, *Medicine and surgery of camelids*. Wiley-Blackwell: S. 89-109.
- 23 Fowler, M. E. (2011b): Digestive System. In: M. E. Fowler, *Medicine and surgery of camelids*. Wiley-Blackwell: S. 351-402.
- 24 Fowler, M. E. (2011c): Feeding and Nutrition. In: M. E. Fowler, *Medicine and surgery of camelids*. Wiley-Blackwell: S. 17-58.
- 25 Fowler, M. E. (2011d): General Biology and Evolutions. In: M. E. Fowler, *Medicine and surgery of camelids*. Wiley-Blackwell: S. 3-16.
- 26 Fowler, M. E. (2011e): Respiratory System. In: M. E. Fowler, *Medicine and surgery of camelids*. Wiley-Blackwell: S. 339-348.
- 27 Fowler, M. E. (2011f): Surgery. In: M. E. Fowler, *Medicine and surgery of camelids*. Wiley-Blackwell: S. 129-171.
- 28 Frewein, J. und Seiferle, E. (2004): Aktiver Bewegungsapparat, Muskelsystem, Myologia. In: J. Frewein, K.-H. Wille und H. Wilkens, *Lehrbuch der Anatomie der Haustiere, Band 1*. Parey, Berlin: S. 273-585.
- 29 Fuentes Tapia, L. W. (1953): Contribucion a la osteologia de la alpaca (*Lama glama pacos*). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima.
- 30 Galotta, J. M. und Stöver, E. (1994): Osteologia. In: J. M. Galotta und S. G. Márquez, *Excerta anatomica camelidae*. Fundación Camélidos Sudamericanos: S. 10-20.

- 31 Gauly, M., Timm, K. und Smith, B. (2019a): Verdauungsapparat. In: M. Gauly, J. Vaughan und C. Cebra, Neuweltkameliden: Haltung, Zucht, Erkrankungen. Georg Thieme Verlag: S. 25-30.
- 32 Gauly, M., Vaughan, J. und Cebra, C. (2019b): Erkrankungen der Atemwege. In: M. Gauly, J. Vaughan und C. Cebra, Neuweltkameliden: Haltung, Zucht, Erkrankungen. Georg Thieme Verlag: S. 148-154.
- 33 Gozdziwska-Harlajczuk, K., Kleckowska-Nawrot, J., Janeczek, M. und Zawadzki, M. (2015): Morphology of the Lingual and Buccal Papillae in Alpaca (*Vicugna pacos*) - Light and Scanning Electron Microscopy. *Anat Histol Embryol* 44(5): 345-60.
- 34 Guidicelli, B. und Gunsser, I. (2006): LAREU. Llama & Alpaca Registries Europe Retrieved 01.09.2019, from [http://www.lareu.org/index\\_DE.html](http://www.lareu.org/index_DE.html).
- 35 Gunsser, I. (2019): Interview zu Behandlungen von Alpakas im Bereich des Kopfes. J. H. Stein.
- 36 Hathcock, J. T., Pugh, D. G., Cartee, R. E. und Hammond, L. (1995): Computed tomography of the llama head: technique and normal anatomy. *Veterinary Radiology & Ultrasound* 36(4): 290-296.
- 37 Helmcke, J.-G., Starck, D. und Wermuth, H. (1969): Artyodactyla (Paarhufer). In: J.-G. Helmcke, D. Starck und H. Wermuth, *Handbuch der Zoologie, Stammesgeschichte der Säugetiere*. Walter de Gruyter & Co., Berlin. 8. Band 2. Teil: S. 415-441.
- 38 Jones, M. (2013): Nasolacrimal Duct Cannulation. In: D. E. Anderson, M. Jones und M. D. Miesner, *Veterinary techniques for llamas and alpacas*. John Wiley & Sons: S. 315-316.
- 39 König, H. E. und Liebich, H.-G. (2019): *Anatomie der Haustiere*. Georg Thieme Verlag, Stuttgart.
- 40 König, H. E., Liebich, H.-G. und Maierl, J. (2019a): Faszien und Muskeln des Kopfes und des Stammes. In: H. E. König und H.-G. Liebich, *Anatomie der Haustiere*. Georg Thieme Verlag, Stuttgart: S. 135-166.
- 41 König, H. E., Liebich, H.-G., Mülling, C. und Seeger, J. (2019b): Nervensystem (Systema nervosum). In: H. E. König und H.-G. Liebich, *Anatomie der Haustiere*. Georg Thieme Verlag, Stuttgart: S. 513-582.
- 42 König, H. E., Liebich, H.-G. und Ruberte, J. (2019c): Organe des Herz-Kreislauf-Systems (Systema cardiovasculare). In: H. E. König und H.-G. Liebich, *Anatomie der Haustiere*. Georg Thieme Verlag, Stuttgart: S. 469-498.
- 43 König, H. E., Liebich, H.-G., Sótonyi, P. und Schöpfer, H. (2019d): Verdauungsapparat (Systema digestorium). In: H. E. König und H.-G. Liebich, *Anatomie der Haustiere*. Georg Thieme Verlag, Stuttgart: S. 329-394.
- 44 Lesbre, F. X. (1903a): Muscles. In: H. Georg, *Recherches anatomiques sur les camélidés*. H. Georg, Lyon: S. 54-82.
- 45 Lesbre, F. X. (1903b): *Recherches anatomiques sur les camélidés*, Lyon.

- 46 Linné, C. v. (1758): V. Pecora. In: J. F. Gmelin, *Systema Naturae per regna tria naturae. Secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis*: S. 168-208.
- 47 Mangan, B. G., Gionfriddo, J. R. und Powell, C. C. (2008): Bilateral nasolacrimal duct atresia in a cria. *Veterinary ophthalmology* 11(1): 49-54.
- 48 Marín, J. C., Zapata, B., Gonzalez, B. A., Bonacic, C., Wheeler, J. C., Casey, C., Bruford, M., Palma, R. E., Poulin, E. und Alliende, M. A. (2007): Systematics, taxonomy and domestication of alpaca and llama: new chromosomal and molecular evidence. *Revista Chilena de Historia Natural* 80(2): 121-140.
- 49 Mason, T. E., Dowling, B. A. und Dart, A. J. (2005): Surgical repair of a cleft soft palate in an alpaca. *Australian veterinary journal* 83(3): 145-146.
- 50 McCracken, T. O., Kainer, R. A. und Spurgeon, T. L. (2013): *Spurgeon's color atlas of large animal anatomy: the essentials*. John Wiley & Sons.
- 51 Miesner, M. (2013): Examination of the ear. In: D. E. Anderson, M. Jones und M. D. Miesner, *Veterinary techniques for llamas and alpacas*. John Wiley & Sons: S. 117-120.
- 52 Miesner, M. D., Niehaus, A., Nichols, S. und Anderson, D. E. (2014): Integumentary and Dental Surgery. In: C. Cebra, D. E. Anderson, A. Tibary, R. J. Van Saun und L. W. Johnson, *Llama and alpaca care: Medicine, surgery, reproduction, nutrition, and herd health*. Elsevier Health Sciences: S. 723-730.
- 53 NAV (2017): *Nomina Anatomica Veterinaria*. Hannover, Ghent, Columbia, Rio de Janeiro.
- 54 Nickel, R., Schummer, A. und Seiferle, E. (2004a): *Lehrbuch der Anatomie der Haustiere, Band 1*. Parey, Berlin.
- 55 Nickel, R., Schummer, A. und Seiferle, E. (2004b): Peripheres Nervensystem. In: G. Böhme, *Lehrbuch der Anatomie der Haustiere, Band 4*. Parey, Berlin: S. 228-385.
- 56 Nickel, R., Schummer, A. und Seiferle, E. (2004c): Sinnesorgane. In: G. Böhme, *Lehrbuch der Anatomie der Haustiere, Band 4*. Parey, Berlin: S. 386-470.
- 57 Nickel, R., Schummer, A., Wille, K.-H. und Wilkens, H. (2004d): Knochenlehre, Osteologia. In: J. Frewein, K.-H. Wille und H. Wilkens, *Lehrbuch der Anatomie der Haustiere, Band 1*. Parey, Berlin: S. 15-214.
- 58 Niehaus, A. (2009): Dental disease in llamas and alpacas. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 25(2): 281-293.
- 59 Nykamp, S. G., Dykes, N. L., Cook, V. L., Beinlich, C. P. und Woodie, J. B. (2003): Computed tomographic appearance of choanal atresia in an alpaca cria. *Veterinary Radiology & Ultrasound* 44(5): 534-536.
- 60 O'Brien, H. D. (2017): Cranial arterial patterns of the alpaca (Camelidae: *Vicugna pacos*). *Royal Society Open Science* 4(3).
- 61 Piechocki, R. und Altner, H.-J. (1998a): Grundsätze und Verfahren beim Sammeln von

- Wirbeltieren. In: R. Piechocki und H.-J. Altner, Makroskopische Präparationstechnik, Leitfaden für das Sammeln, Präparieren und Konservieren, Teil I Wirbeltiere: S. 15-41.
- 62 Piechocki, R. und Altner, H.-J. (1998b): Herstellung von Gefäßpräparaten. In: R. Piechocki und H.-J. Altner, Makroskopische Präparationstechnik, Teil I Wirbeltiere: S. 350-390.
- 63 Popesko, P. (2012): Atlas der topographischen Anatomie der Haustiere. Enke Verlag, Stuttgart.
- 64 Ruch, H. (2019): Interview zu den Bestandszahlen von Alpakas in Deutschland (mündliche Mitteilung). L. Degen.
- 65 Salomon, F.-V., Geyer, H. und Gille, U. (2015a): Anatomie für die Tiermedizin. Georg Thieme Verlag.
- 66 Salomon, F.-V., Geyer, H. und Gille, U. (2015b): Bewegungsapparat. In: F.-V. Salomon, H. Geyer und U. Gille, Anatomie für die Tiermedizin. Georg Thieme Verlag: S. 36-247.
- 67 Sandmeyer, L. S., Bauer, B. S., Breaux, C. B. und Grahn, B. H. (2011): Congenital nasolacrimal atresia in 4 alpacas. *The Canadian Veterinary Journal* 52(3): 313.
- 68 Sato, A. und Alvarez, J. A. (2015): Atlas de osteología de la alpaca (*Vicugna pacos*). Retrieved 01.09.2019, from <https://de.slideshare.net/RockyVet/atlas-de-osteologa-de-la-alpaca-adulta-per>.
- 69 Schulz, K. und Anderson, D. E. (2014): Ocular Surgery. In: C. Cebra, D. E. Anderson, A. Tibary, R. J. Van Saun und L. W. Johnson, Llama and alpaca care: Medicine, surgery, reproduction, nutrition, and herd health. Elsevier Health Sciences: S. 657-660.
- 70 Singh, B. (2018): The Clinical Anatomy of Llamas and Alpacas. In: B. Singh, Dyce, Sack and Wensing's Textbook of Veterinary Anatomy. Elsevier Health Sciences: S. 800-831.
- 71 SLU, S. U. o. A. S. (2018): VetBact. Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science Retrieved 01.09.2019, from <https://www.vetbact.org/index.php?artid=1>.
- 72 Smuts, M. M. S. und Bezuidenhout, A. J. (1987a): Anatomy of the dromedary. Oxford University Press.
- 73 Smuts, M. M. S. und Bezuidenhout, A. J. (1987b): The Heart and the Arteries. In: M. M. S. Smuts und A. J. Bezuidenhout, Anatomy of the dromedary. Oxford University Press: S. 142-167.
- 74 Smuts, M. M. S. und Bezuidenhout, A. J. (1987c): The Lymphatic System. In: M. M. S. Smuts und A. J. Bezuidenhout, Anatomy of the dromedary. Oxford University Press: S. 178-181.
- 75 Smuts, M. M. S. und Bezuidenhout, A. J. (1987d): The Muscular System. In: M. M. S. Smuts und A. J. Bezuidenhout, Anatomy of the dromedary. Oxford University Press: S. 59-104.

- 76 Smuts, M. M. S. und Bezuidenhout, A. J. (1987e): The Nervous System. In: M. M. S. Smuts und A. J. Bezuidenhout, *Anatomy of the dromedary*. Oxford University Press: S. 182-220.
- 77 Smuts, M. M. S. und Bezuidenhout, A. J. (1987f): The Skeleton. In: M. M. S. Smuts und A. J. Bezuidenhout, *Anatomy of the dromedary*. Oxford University Press: S. 1-47.
- 78 Smuts, M. M. S. und Bezuidenhout, A. J. (1987g): The Venous System. In: M. M. S. Smuts und A. J. Bezuidenhout, *Anatomy of the dromedary*. Oxford University Press: S. 168-177.
- 79 Smuts, M. M. S. und Bezuidenhout, A. J. (1987h): The Viscera. In: M. M. S. Smuts und A. J. Bezuidenhout, *Anatomy of the dromedary*. Oxford University Press: S. 105-141.
- 80 Tafur Herrera, J. R. (2017): Revisión del estudio anatómico macroscópico de las glándulas salivales mayores (parótida, mandibular y sublingual) de la alpaca (*Vicugna pacos*). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima.
- 81 Thomé, H. (2004): Mundhöhle und Schlundkopf. In: J. Frewein, *Lehrbuch der Anatomie der Haustiere*, Band 2. Parey, Stuttgart, Berlin: S. 19-102.
- 82 Torres Gonzales, J. M. (2015): Descripción macroscópica de la irrigación sanguínea de la cabeza de la alpaca (*vicugna-pacos*). Universidad Nacional del Altiplano, Peru.
- 83 Torres, V. R. P., Enciso, A. A. und Porras, E. G. (1986): *The Osteology of South American Camelids*.
- 84 TVT, A. und Gunsser, I. (2016): Nutzung von Tieren im sozialen Einsatz, Merkblatt Nr. 131.8 Neuweltkameliden. T. V. f. T. e.V. Merkblatt Nr. 131.8
- 85 Waibl, H., Wilkens, H. und Münster, W. (2005a): Arterien, Arteriae. In: K.-H. Habermehl, *Lehrbuch der Anatomie der Haustiere*, Band 3. Parey, Berlin: S. 74-188.
- 86 Waibl, H., Wilkens, H. und Münster, W. (2005b): Venen, Venae. In: K.-H. Habermehl, *Lehrbuch der Anatomie der Haustiere*, Band 3. Parey, Berlin: S. 189-275.
- 87 Wathan, J., Burrows, A. M., Waller, B. M. und McComb, K. (2015): EquiFACS: the equine facial action coding system. *PLoS one* 10(8): 35.
- 88 Wheeler, J. C. (1982): Aging Llamas and Alpacas by their Teeth. *Llama World Summer*: 12-17.
- 89 Wheeler, J. C. (2012): South American camelids: past, present and future. *Journal of Camelid Science* 5(1): 1-24.
- 90 Zárate, R., Navarrete, M., Sato, A., Díaz, D. und Huanca, W. (2015): Descripción Anatómica de los Senos Paranasales de la Alpaca (*Vicugna pacos*). *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú* 26(3): 365-372.

## **XI. DANKSAGUNG**

An dieser Stelle möchte ich gerne all jenen danken, die bei der Entstehung dieser Arbeit mitgewirkt und mich unterstützt haben.

Als erstes danke ich meinem Doktorvater Prof. Dr. Johann Maierl für die eingehende Betreuung mit gemeinsamen Präparations- und Fotografiestunden, die fachliche Unterstützung und die vielen Ideen, die diese Doktorarbeit begleitet haben. Seine Vorlesungen und Kurse haben meine Begeisterung für die Anatomie geweckt und ich möchte mich herzlich für die Überlassung dieses Dissertationsthemas bedanken.

Ein besonderer Dank gilt den Mitarbeitern des Lehrstuhls für Anatomie, Histologie und Embryologie. Vielen Dank an Dr. Inga Wölfel und Dr. Anke Vater für das Korrekturlesen und Priv.-Doz. Dr. Reese für seine Unterstützung beim Endoskopieren und Präparieren. Besonders möchte ich Herrn Hecher und Frau Mitterer hervorheben, die immer hilfsbereit meine Fragen beantwortet haben und mir bei Gefrierschnitten und der Mazeration zur Hand gingen.

Herzlichen Dank auch an meine Mitdoktorandinnen Annika Götz, Darinka Riebow und Lisa Degen für die vielen gemeinsamen Präparierstunden, die gegenseitige Hilfe und die Gassirunden im Englischen Garten. Einen besonderen Dank möchte ich an Annika Götz aussprechen, für die Spanischübersetzungen, Einweisungen in Photoshop, das Korrekturlesen und ihre Ideen.

Den Mitarbeitern der Klinik für Wiederkäuer in Oberschleißheim und Dr. Ilona Gunsser sei hiermit für die Vermittlung und Überlassung von Körperspenden gedankt. Vielen Dank auch an alle Tierbesitzer, die uns ihre verstorbenen Alpakas überließen und somit diese Studie und jene meiner Mitdoktoranden ermöglichten.

Dr. Ilona Gunsser möchte ich besonders danken, da sie uns Doktoranden nicht nur half, unsere Doktorarbeitsthemen in einen praktischen Zusammenhang zu bringen, sondern uns auch immer mit Antworten und Anregungen für weitere Themen zur Seite stand. Ich möchte mich für die Besuche, die Gespräche, die Unterstützung bei Ideen und die Möglichkeit, hin und wieder zwischen lebendigen Alpakas zu sein, ganz herzlich bedanken.

Danke an die Mitarbeiter der chirurgischen Abteilung der Pferdeklinik in München. Hierbei geht ein besonderer Dank an Tobias Geiger, der mir bei der Anfertigung der Röntgenbilder half.

Vielen Dank meiner Freundin Nina Drechsler, die sich für mich durch die französische Fachliteratur gekämpft hat.

Vor allem möchte ich mich ganz herzlich bei meiner lieben Familie bedanken, die immer bedingungslos hinter mir steht. Vielen Dank an meine Oma Hanne-Lore Hundert und meinen Opa Herbert Hundert für das unermüdliche Daumendrücken. Meinem Herrn Vater danke ich für seine unendliche Geduld beim Korrekturlesen und meiner Lieblingsschwester Friederike und meinem Lieblingsschwager Lukas Wagner für die Korrektur der Summary. Und vor allem danke an meine Eltern Christiane Hundert-Stein und Horst Stein, die mir mein Studium und die Doktorarbeit erst ermöglicht haben, die mich immer überall unterstützen, motivieren und mir zur Seite stehen.

An letzter Stelle möchte ich mich bei meinem wundervollen Verlobten Bijan Jesse bedanken, der mich die ganze Zeit durch unterstützt, aufgebaut und in meinen Vorhaben bestärkt hat und immer für mich da ist.