Wolf, Luchs & Co. – Ein Bestimmungsschlüssel für Carnivoren anhand der Halswirbel

Anna-Dinah Eßer



Vorwort

Ziel der vorliegenden Arbeit ist die Vorstellung eines Bestimmungsschlüssels für Halswirbel einiger Carnivorenspezies, anhand dessen fossile und rezente Knochenfunde zugeordnet werden können. Der Schlüssel richtet sich an interessierte Archäozoologen, Hobbypaläontologen, Studenten der Geologie sowie Zoologie und Fachkundler. Mit Hilfe dieses Schlüssels wurden Wirbel aus der Quartärsammlung des Niedersächsischen Landesmuseums Hannover (NLMH) bestimmt.

Einleitung

Lage- und Richtungsbezeichnungen

Zum besseren Verständnis wird hier eine kurze Einführung in Lage- und Richtungsbezeichnungen am Tierkörper gegeben.

Bei der groben Lagebeschreibung von Teilen des Körperstammes werden Begriffe wie dorsal (rückenwärts), ventral (bauchwärts), cranial (kopfwärts, im vorderen Körperteil, vor einer anderen Struktur liegend) und caudal (schwanzwärts, im hinteren Körperteil, hinter einer anderen Struktur) verwendet (Abb. 1). Diese lassen sich miteinander kombinieren, um die Beschreibung zu präzisieren (craniodorsal, caudoventral usw.) (Nickel et al. 1992). Weitere Begriffe, die im Bestimmungsschlüssel verwendet werden, sind medial

Verwendete Abkürzungen

art.	= articularis/ articulares
bzw.	= beziehungsweise
C.	= *Canis* (*l.* = *lupus*)
ca.	= circa
caud./caudd.	= caudalis/caudales (Singular/Plural)
cd.	= caudal, Richtung Schwanz weisend
cr.	= cranial, Richtung Kopf weisend
cran./crann.	= cranialis/craniales (Singular/Plural)
For./Forr.	= Foramen/Foramina (Singluar/Plural)
P.	= *Panthera*
Proc./Procc.	= Processus/Processus (Singular/Plural)
sp.	= species
tr.	= transversus
V.	= *Vulpes*
z. T.	= zum Teil

Erläuterungen zu den Abbildungen

Soweit nicht anders angegeben, wurden die Abbildungen von der Autorin erstellt. Die Schemazeichnungen der Wirbel basieren auf der Grundlage von *Canis-lupus* (Wolf)-Wirbeln. Pfeile ohne weiteren Bezug weisen nach cranial. Die Größe der Skala beträgt, wenn vorhanden, 1 cm.

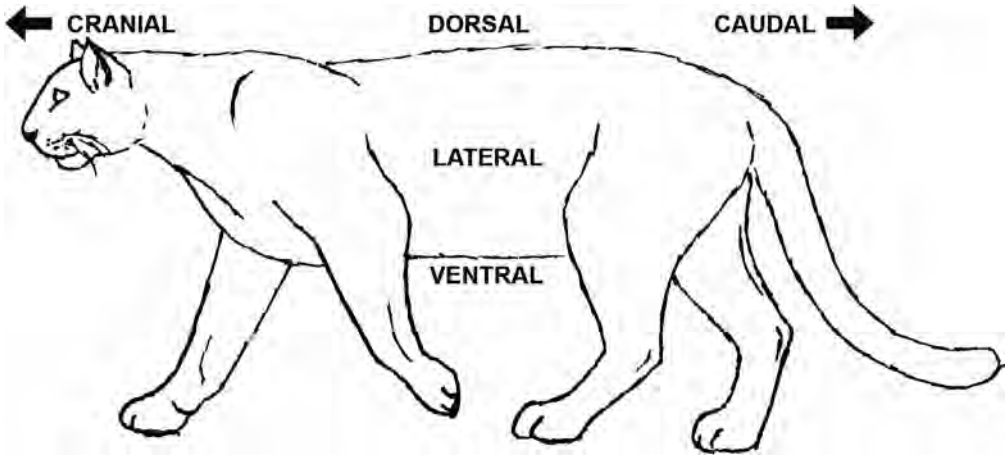
(in der Mitte, Mittelebene) bzw. median (mittig), lateral (seitlich, außenseitig, neben dem Median liegend), craniad (in Richtung des Kopfes) und caudad (in Richtung des Schwanzes). Dextral bezeichnet die rechte, sinistral die linke Körperseite (erweitert nach Nickel et al. 1992, König & Liebich 2001).

Die Wirbelsäule der Säugetiere

Trotz der Unterschiede, die durch Bewegungsmuster und Körperhaltungen entstehen, sind die Wirbelsäulen aller Säugetiere homolog (van Valen 1982, Roth 1984). Die Bereiche der Wirbelsäule lassen sich anhand ihrer jeweils spezifischen Morphologie relativ gut unterscheiden. Jede Tierart hat eine festgelegte Anzahl an Wirbeln in den einzelnen Bereichen, allerdings können auch interindividuelle Variationen auftreten (Salomon et al. 2005).

Alle Säugetiere besitzen sieben Halswirbel. Bei Giraffen sind sie entsprechend verlängert, bei vielen aquatisch lebenden Säugetieren wie beispielsweise Walen dagegen stark verkürzt.

Abb. 1 Richtungsbezeichnungen.



Die anderen Wirbelsäulenbereiche können in ihrer Wirbelanzahl selbst intraspezifisch stark voneinander abweichen. So besitzen Haushunde 12 bis 14 Brustwirbel und sechs bis sieben Lendenwirbel. Besonders auffallend ist der Unterschied jedoch interspezifisch (Herre & Röhrs 1990). Eine Veränderung der Wirbelzahl bei Haustieren ist mit gezielter Züchtung von Tieren mit erhöhter Wirbelanzahl zu erklären. Doch auch bei Wildformen ist die Anzahl der Thorakal-, Lumbal- und Caudalwirbel variabel (Nickel et al. 1954; Herre & Röhrs 1990).

Eine Studie aus dem Jahr 2005 belegt, dass die Wirbelanzahl schon früh in der Entwicklung der Säugetiere festgelegt wurde. Die Wirbelformel könnte allerdings spezifisch für verschiedene Abstammungslinien sein. Einen Hinweis hierauf fanden die Autoren bei der Anzahl der Thorakolumbalwirbel, die bei den Carnivoren im Regelfall 20 beträgt, während es bei den meisten anderen plazentalen Säugetieren 19 sind. Eine weitere Ausnahme bilden einige hominoide Affenarten (*Hylobatidae* und *Pongidae*), die 17 oder 18 Wirbel im Thorakolumbarbereich besitzen (Narita & Kuratani 2005).

Die bei Säugetieren konstante Anzahl von sieben Halswirbeln ist auf eine Kombination der an der Entwicklung der Wirbelsäule beteiligten *Hox*-Gene und der Entwicklung des Nervensystems zurückzuführen (Galis 1999). Er postuliert, dass eine Abweichung von der festgelegten Anzahl bei Säugetieren ein erhöhtes Risiko für die Ausbildung von neuronalen Problemen, Totgeburten und „early childhood cancer" birgt.

Bei aller intra- und interspezifischer Variation und den Veränderungen der Wirbelform im Verlauf der Wirbelsäule liegt dennoch jedem Wirbel der gleiche Bauplan zu Grunde. Sie gehören zu den *Ossa brevia*, den kompakten, kurzen Knochen. Die ausfüllende *Substantia spongiosa* wird von der *Substantia compacta* ummantelt (König & Liebich 2001). Sie besitzen keine einheitliche Markhöhle (Michel et al. 1986).

Ein Wirbel kann grob in drei Bereiche unterteilt werden: den Körper, den darüber liegenden Neuralbogen und die Fortsätze. Der Wirbelkörper (*Corpus vertebrae,* Abb. 2; 3) ist mehr oder weniger zylindrisch bis dreiseitig-prismatisch geformt und bildet den Grundstock des Wirbels. Darauf aufbauend bildet der Wirbelbogen (*Arcus vertebrae,* Abb. 2; 15) einen Durchlass für das Rückenmark. Wirbelfortsätze (*Processus vertebrae,* Abb. 2; 9–14) bilden Ansatzpunkte für Muskulatur und Sehnen und sind, je nach Wirbelposition, unterschiedlich ausgeprägt (Nickel et al. 1954).

Wie von Nickel et al. (1954) und bei König & Liebich (2001) beschrieben bilden jeweils die *Facies articulares craniales* bzw.

Wirbel – anatomische Synonyme aus Medizin, Tiermedizin, Paläontologie und Zoologie

Verwendeter Begriff	Synonym
Arcus vertebrae	*Arcus neuralis* / Neuralbogen
Facies articulares craniales	*Caput vertebrae*
Foramen intervertebrale	*For. intervertebrale laterale*
Foramen vertebrale	*Foramen vertebrae*
Proccessus articulares cran./caud.	Prä-bzw. Postzygapophyse
Processus spinalis	*Processus spinosus*
Substantia compacta	*Substantia corticalis* / Corticalis

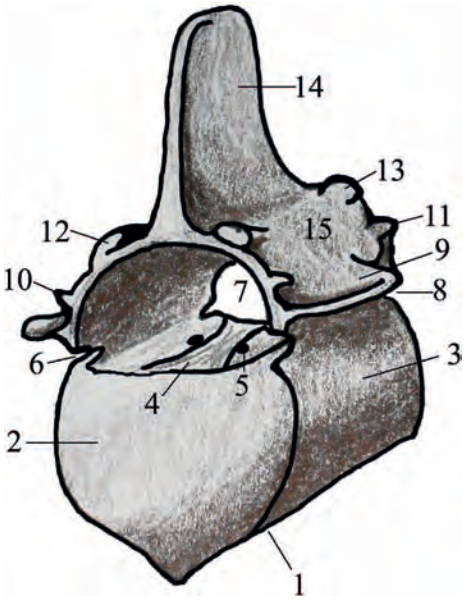


Abb. 2 Halbschema eines Wirbels. Ansicht craniolateral. Nach Nickel et al. 1992. 1 *Crista ventralis;* 2 *Extremitas cranialis/Facies articularis cranialis;* 3 *Corpus vertebrae;* 4 *Crista dorsalis;* 5 *Venenlöcher;* 6 *Incisura vertebralis cranialis;* 7 *Foramen vertebrale;* 8 *Incisura vertebralis caudalis;* 9 *Processus transversus;* 10 *Processus mammilares;* 11 *Processus accessorius;* 12 *Processus articulares craniales;* 13 *Processus articulares caudales;* 14 *Processus spinalis ;* 15 *Arcus vertebrae.*

caudales die Enden der Wirbelkörper. Sie sitzen den *Extremitas craniales* bzw. *caudales* auf und bilden eine konvexe (*F. art .cran.* bzw. *Caput vertebrae*) bzw. konkave (*F. art. caud*. bzw. *Fossa vertebrae*) Artikulationsfläche (Abb. 2; 2). Zwischen den Wirbeln sitzen knorpelige Scheiben, die *Disci intervertebrales* genannt werden (Nickel et al. 1954; König & Liebich 2001). Der Raum zwischen den Wirbeln ist unterschiedlich breit und wird als *Spatium interarticulare* bezeichnet (Salomon et al. 2004). Der dorsal über dem Wirbelkörper stehende *Arcus vertebrae* ist durch zwei „Füßchen" (*Pediculi arcus vertebrae*) mit diesem verbunden. Zwischen diesen Knochenteilen befindet sich das Wirbelloch (*Foramen vertebrale* Abb. 2; 7) (Salomon et al. 2004).

Die *Foramina vertebrale* bilden insgesamt den Wirbelkanal (*Canalis vertebralis*), durch den das Rückenmark verläuft (Nickel et al. 1954). Dieses wird von Hüllen geschützt und von Segmentalnerven, Blutgefäßen, Bändern, Fett und lockerem Bindegewebe umgeben (König & Liebich 2001). Der Wirbelkanal ist im Bereich des ersten und zweiten Halswirbels am größten. An der Hals-Brustgrenze und im Lendengebiet weist er Lumenerweiterungen auf, die den Verdickungen des Rückenmarkes Platz bieten. Caudal verjüngt sich der Kanal allmählich, bis er in den ersten (Nickel et al. 1954) bzw. in den fünften bis siebten Schwanzwirbeln (Michel et al. 1986) endet.

Dorsal auf dem Wirbelkörper verläuft eine *Crista dorsalis* (Bandleiste, Abb 2; 4), die beidseitig durch Längsrinnen begrenzt wird. In diesen liegen Blutgefäße, die durch Gefäßkanäle (Venenlöcher, Abb. 2; 5) auf die Ventralseite des Wirbels führen können. Hier befindet sich die *Crista ventralis*, die regional unterschiedlich stark ausgeprägt ist (Abb. 2; 1) (Nickel et al. 1954).

Die *Pediculi arcus vertebrae* besitzen an ihrer Basis sowohl *cranial* als auch *caudal*

Einkerbungen, die *Incisura vertebralis cranialis* bzw. *caudalis* (Abb. 2; 6, 8). Bei aufeinander folgenden Wirbeln bilden sie das Zwischenwirbelloch (*Foramen intervertebrale*), durch das Gefäße laufen (Salomon et al. 2004).

Die Fortsätze sind in den verschiedenen Wirbelsäulenabschnitten unterschiedlich ausgebildet. In der Medianen des Wirbelbogens sitzt der Dornfortsatz (*Processus spinalis*), der im Verlauf der Halswirbelsäule an Länge zunimmt (Abb. 2; 14). Der längste Dornfortsatz ist bei den vorderen Thorakalwirbeln zu finden. Hier sind die *Procc. spinales* caudad ausgerichtet. Im Verlauf der Wirbelsäule wird der Dornfortsatz niedriger und steiler, bis er bei einem bestimmten Wirbel nahezu senkrecht nach dorsal zeigt (*Vertebra anticlinalis*, griech. antiklinein = dagegen neigend). An diesem Punkt wechselt die Neigung die Richtung, sie zeigt darauf folgend mehr oder weniger stark nach cranial und die Dornfortsätze werden wieder höher (Nickel et al. 1992) (Abb. 3). Die Ausprägung dieser Merkmale ist artspezifisch und kann erheblichen Abweichungen unterliegen (z. B. beim Braunbär *Ursus arctos* L. und dem afrikanischen Nashorn *Diceros bicornis* L. tritt keine Antikline auf; die Lumbalwirbel zeigen ebenfalls mehr oder weniger stark nach caudal, s. Slijper 1949). Laut Slijper dienen die Dornfortsätze als Muskelhebelarme, was auch ihre Ausrichtung erklärt. Der geringste Materialaufwand mit dem größten Nutzen als Ansatzstelle für einen oder mehrere Muskeln entscheidet über die Richtung, in die der Dornfortsatz zeigt. Dies erklärt auch die so genannte Antikline und den diaphragmatischen Wirbel (Slijper 1946).

Die Unterscheidung der Antikline und des diaphragmatischen Wirbels ist nicht immer eindeutig. Giebel (1853, 1900) benutzte laut Gottlieb und Slijper den Namen „diaphragmatischer Wirbel" für den Wirbel, an dem der Dornfortsatz senkrecht nach dorsal zeigt und sich die Ausrichtung der Dornfortsätze ändert (s. Gottlieb 1915 und Slijper 1946). Die gleiche Definition benutzen auch Nickel et al. in der Ausgabe ihres Anatomiebuches von 1954. König und Liebich geben den Brustwirbel in senkrechter Stellung („bei Hunden der zehnte, bei Schwein und Ziege der 12., beim Rind der 13. und beim Pferd der 16.") als diaphragmatischen Wirbel an, ohne weitere Erklärungen hinzuzufügen (König & Liebich 2001 S. 81). Hierbei ist nicht ganz klar, ob sie sich auf die zuvor angesprochene Stellung des Dornfortsatzes beziehen oder tatsächlich auf die Neigung des Wirbelkörpers.

Laut Gottlieb (1915) ist die Antikline (oder der antiklinische Wirbel) und der diaphragmatische Wirbel nicht gleichzusetzen. Nach Gottlieb zeigt sich die Antikline nicht nur in den Dornfortsätzen, sondern auch am Wirbelkörper und ist nicht in allen Arten vorhanden. Bei den Carnivoren zeigt sie sich deutlich als Richtungswechsel der Neigung der Dornfortsätze. Aber die Position des Wirbels, an dem diese Antikline in Erscheinung tritt, ist intraspezifisch unterschiedlich. Die tatsächliche Antikline kann auch zwischen zwei Wirbeln liegen, muss aber nicht an der gleichen Position auftreten wie der so genannte diaphragmatische Wirbel (Gottlieb 1915). Slijper schreibt, dass ein diaphragmatischer Wirbel auch bei Tieren auftritt, die keine Antikline besitzen. Der diaphragmatische Wirbel bezeichnet laut Slijper (1946) die Position, an der die *Facies articulares craniales* tangential, die *Facies articulares caudales* aber radial stehen (Slijper 1946).

Dieser Definition folgen auch Hildebrand und Goslow: „Antiklin wird ein Brustwirbel genannt, dessen senkrecht

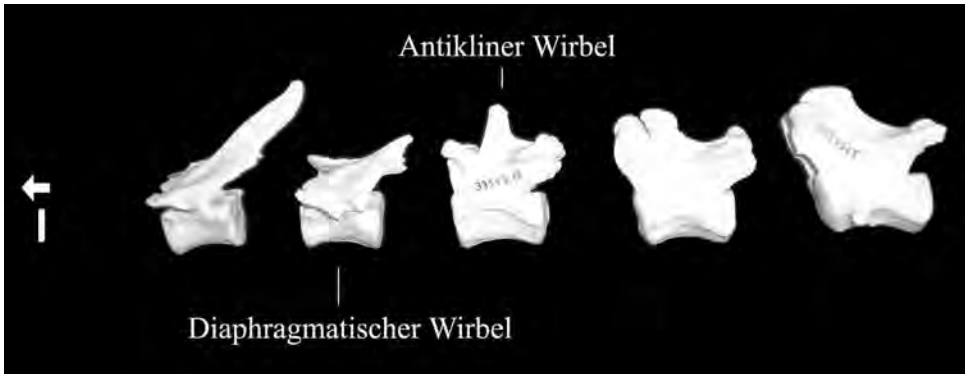


Abb. 3 Antikliner und diaphragmatischer Wirbel. Beispiel. (SaNr. 33513); Pfeil = Richtung cranial; Maßstab 1 cm.

zur Längsachse ausgerichteter Dornfortsatz den Übergang zwischen nach hinten und nach vorn gerichteten Dornfortsätzen darstellt" (Hildebrand & Goslow 2003, S. 647). Außerdem definieren sie den diaphragmatischen Wirbel als „[…] Thorakalwirbel mit meist nach oben gerichteten Präzygapophysen, aber mit lateral gerichteten Postzygapophysen […]" (Hildebrand & Goslow 2003, S. 676) (Abb.3).

Abhängig von der Position des Wirbels treten weitere Fortsätze jeweils paarweise auf.

An der Basis des *Arcus vertebrae* befindet sich lateral je ein Querfortsatz (*Processus transversus,* Abb. 2; 9*)*. An ihrer Basis liegt das *Foramen transversarium*. Aneinandergereiht bilden die *Forr. transversaria* den Querfortsatzkanal (*Canalis transversarius* in der 1954er-Ausgabe des Nickel et al.). Dieser erreicht am sechsten Halswirbel seine größte Ausdehnung und dient u. a. der Aufnahme der Wirbelarterie (Nickel et al. 1954, 1992).

Die Wirbelbögen aufeinander folgender Wirbel sind über die *Processus articulares craniales* und *caudales* miteinander gelenkig verbunden (Abb. 2; 12, 13). Diese Gelenkfortsätze sitzen lateral neben dem *Processus spinalis* (Nickel et al. 1992). Zwischen dem *Proc. articularis* und dem *Proc. transversus* liegt der *Processus mammilaris*, der so genannte Zitzenfortsatz (Abb. 2; 10). Er kommt nur an den Thorakal- und Lumbalwirbeln vor und verändert im Verlauf der Wirbelsäule seine Position. Bis zum diaphragmatischen Wirbel (bzw. dem antiklinen Wirbel nach der Definition von Hildebrand und Goslow 2003) liegen sie neben den Querfortsätzen, nähern sich lendenwärts aber den Gelenkfortsätzen und verschmelzen mit diesen zu *Procc. mammiloarticulares* (Nickel et al. 1954). Carnivoren tragen an den letzten Thorakal- und allen Lumbalwirbeln zusätzlich noch caudal gerichtete Hilfsfortsätze (*Procc. accessorii* Abb 2; 11). Im Verlauf der Wirbelsäule rücken sie von dicht bei den Querfortsätzen sitzend immer mehr den Wirbelbogen hinauf. Auch Schweine tragen an den letzten Brustwirbeln Hilfsfortsätze (Nickel et al. 1954).

Die Halswirbel (Vertebrae cervicales)

Der erste Halswirbel unterscheidet sich deutlich von den anderen Wirbeln (Abb. 4).

Er besteht aus zwei breiten Querfortsätzen (oder Flügeln, *Alae atlantis* Abb. 4; 1) und besitzt keinen Wirbelkörper. Der *Arcus dorsalis* (Abb 4; 2) und der *Arcus ventralis* (Abb. 4; 7) verbinden die Flügel miteinander.

An diesen beiden Bogenteilen befindet sich jeweils medial ein kleiner Fortsatz, das *Tuberculum dorsale* bzw. *ventrale* (Abb. 4; 12 bzw. 8). Der Verbindungsbereich des dorsalen und ventralen Bogens wird als *Massa lateralis* (Seitenteil) bezeichnet (Salomon et al. 2005). Die Ventralseite der lateral vom Seitenteil abgehenden Atlasflügel ist bei den Carnivoren zu einer eher flachen Grube (*Fossa atlantis*) vertieft. An der Basis der *Alae atlantis* befindet sich im cranialen Teil bei den Carnivoren kein Flügelloch (*Foramen alare*) wie bei den meisten anderen Säugetieren, sondern lediglich ein nicht geschlossener Einschnitt (*Incisura alaris* Abb. 4; 3). Medial der *Incisura* liegt das *Foramen vertebrale laterale* (Abb. 4; 6), das eine Verbindung zum Wirbelkanal (*Foramen vertebrale,* Abb. 4; 5) hat. Ungefähr in der Mitte der Flügel liegt auf beiden Seiten ein *For. transversarium*, welches bei den Wiederkäuern nicht vorhanden ist (Salomon et al. 2005) (Abb. 4; 4).

Die Verbindung zum Kopf bilden die *Foveae articulares craniales*, zwei tiefe Aushöhlungen cranial (Abb. 4; 10). Diese gelenkige Verbindung ermöglicht Nickbewegungen, gibt aber kaum seitlichen Spielraum (Salomon et al. 2005). Caudal befinden sich flache *Foveae articulares caudales* zur gelenkigen Verbindung mit dem nachfolgenden Axis (Abb. 4; 11). Diese Gelenkfläche setzt sich auch auf der dorsalen Seite des *Tuberculum ventralis* als *Fovea dentis* fort (Nickel et al. 1954) (Abb. 4; 9).

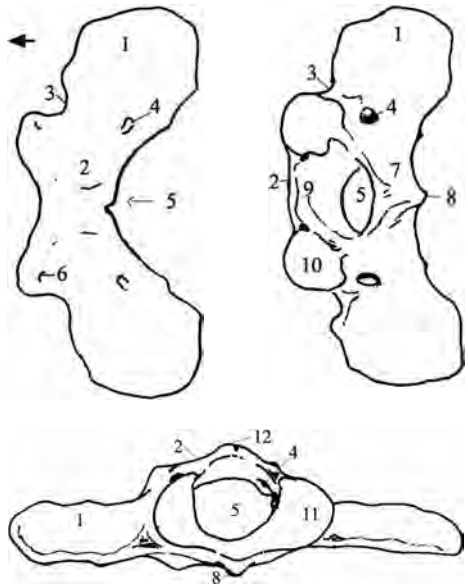


Abb. 4 Verschiedene Ansichten des Atlas. Von links nach rechts und oben nach unten: Dorsalansicht, Cranioventrale Ansicht, Caudalansicht. 1 *Alae atlantis;* 2 *Arcus dorsalis;* 3 *Incisura alaris;* 4 *For. transversarium;* 5 *For.vertebrale;* 6 *Foramen vertebrale laterale;* 7 *Arcus ventralis;* 8 *Tuberculum ventralis;* 9 *Fovea dentis;* 10 *Foveae articulares craniales;* 11 *Foveae articulares caudales;* 12 *Tuberculum dorsalis.*

Der Axis ist ebenfalls leicht von allen anderen Wirbeln zu unterscheiden (Abb. 5).

Er ist bei den Carnivoren der längste Halswirbel und trägt an seinem *Corpus vertebrale* Abb. 5; 3) den schon erwähnten *Dens* (Abb. 5; 1), der *in situ* in den Atlas hineinragt. Lateral und teilweise auch ventral des Zahns liegen die *Facies* bzw. *Procc. articulares craniales* (Nickel et al. 1954) (Abb. 5; 2).

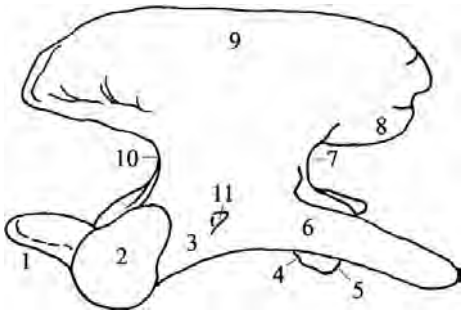


Abb. 5 Bezeichnungen des Axis. Lateralansicht. 1 *Dens epistopheus;* 2 *Facies articulares caudales;* 3 *Corpus vertebrae;* 4 *Crista ventralis;* 5 *Facies terminalis caudalis;* 6 *Processus transversus;* 7 *Incisura vertebralis caudalis;* 8 *Procc. articulares caudales;* 9 *Processus spinalis;* 10 *Incisura vertebralis cranialis.*

Der kammförmige *Proc. spinalis* ist bei den Carnivoren sehr gut ausgeprägt und ragt cranial und caudal über den Wirbelköper hinaus (Abb. 5; 9). Caudal an den *Proc. spinalis* schließen sich ventrad die *Procc. articulares caudales* an, die bei den Carnivoren nicht als eigenständige Fortsätze ausgebildet sind. Sie liegen ventrad unter dem Dornfortsatz (Nickel et al. 1954) (Abb. 5; 8). Im Wirbelkörper befindet sich ventral eine Bandleiste mit Gefäßlöchern. Die *Procc. transversus* (Abb. 5; 6) besitzen nur einen caudalen Teil und sind schwach ausgebildet, im Gegensatz zu der sich deutlich vom Wirbelkörper abhebenden *Crista ventralis* (Abb. 5; 4) (Nickel et al. 1954; Salomon et al. 2005). Laut Nickel et al. überragt der *Proc. transversus* bei Hunden und Wiederkäuern die *Facies terminalis caudalis* (Abb. 5; 5). Carnivoren haben nicht nur eine *Incisura vertebralis caudalis* (Abb. 5; 7), sondern auch eine *Incisura vertebralis cranialis* (Abb. 5; 10) in arttypischer Ausbildung (Nickel et al. 1992).

Die restlichen Halswirbel sind ebenfalls leicht von den anderen Wirbeln zu unterscheiden (Abb. 6). Ihre Bezeichnungen

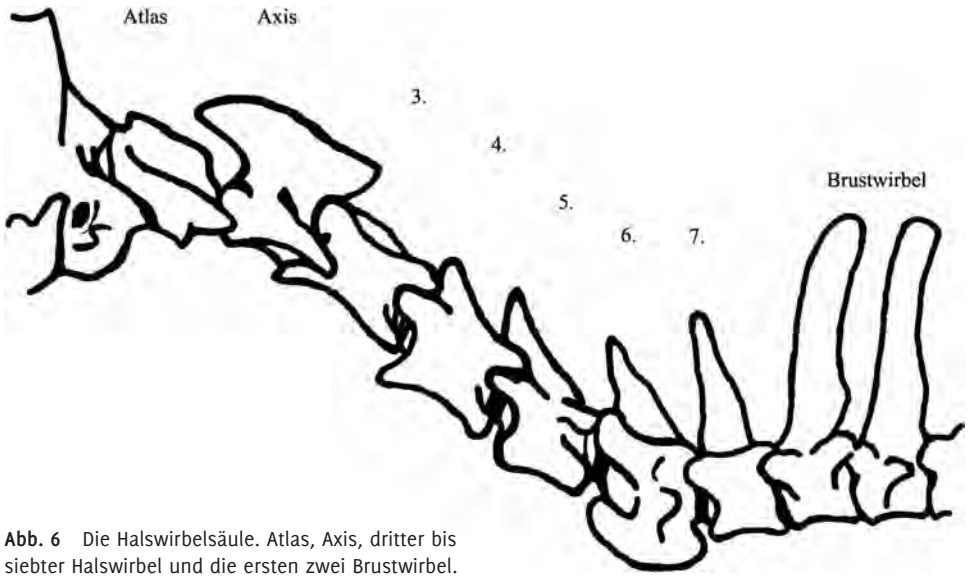


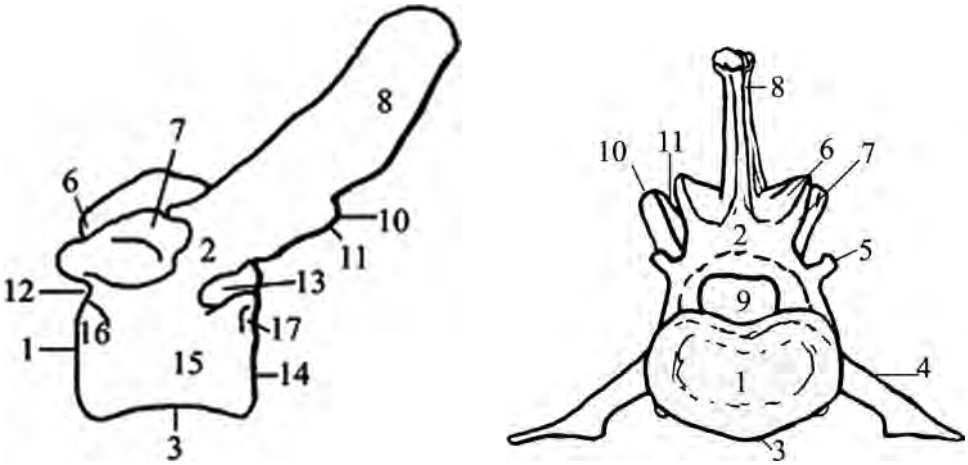
Abb. 6 Die Halswirbelsäule. Atlas, Axis, dritter bis siebter Halswirbel und die ersten zwei Brustwirbel.

folgen denen der caudad liegenden Wirbel; die Schemazeichnungen zeigen Thorakal- und Lumbalwirbel, da hier die Merkmale besser zu erkennen sind (Abb. 7).

Die Halswirbel haben relativ lange Körper (Abb. 7; 15), die sich bei den Haussäugetieren zum Ende der Halswirbelsäule (HWS) hin verkürzen (Nickel et al. 1954). Die *Procc. spinales* (Abb. 7; 8) nehmen im Verlauf der HWS an Länge zu. Bei der Bezeichnung der teilweise sehr flachen *Procc. spinales* des dritten bis fünften Halswirbels treten Differenzen zwischen der älteren und der neueren Literatur auf. Während Nickel et al. (1954) hier von einem *Tuberculum dorsale* sprechen, wird diese Bezeichnung nicht nur bei Nickel et al. (1992) und König & Liebich (2001), sondern auch bei Salomon et al. (2005) für den caudal zeigenden Fortsatz am dorsalen Anteil des *Proc. transversus* verwendet. Der Dornfortsatz wird in der neueren Literatur auch beim dritten bis fünften Halswirbel als *Proc. spinalis* bezeichnet (König & Liebich 2001; Salomon et al. 2005).

Laut Salomon et al. entspricht der ventrale Anteil des *Proc. transversus* (Abb. 7; 4) einer Rippenanlage und wird deshalb auch als Pleurapophyse bezeichnet. Hier befindet sich am dritten bis fünften Halswirbel auch ein *Tuberculum ventrale*. Beim sechsten Halswirbel ist dieses zur *Lamina ventralis* verbreitert (Salomon et al. 2005). Nickel et al. (1954) bezeichnen diesen Teil als *Proc. costarius* (ventraler Anteil mit dem cranialen Ast, repräsentiert eine Rippenanlage) und *Proc. transversus* (dorsaler Anteil mit dem caudalen Ast) bzw. zusammengenommen als *Processus costotransversarius*. In den neueren Auflagen des Nickel et al. (z. B. 1992) findet sich diese Bezeichnung allerdings nicht mehr. In dieser Arbeit werden folglich die Bezeichnungen von Salomon et al. (2005) verwendet.

Abb. 7 Bezeichnungen des dritten bis siebten Halswirbels sowie der Thorakal- und Lumbalwirbel. Lateral- bzw. Cranialansicht. 1 *Extremitas cranialis;* 2 *Arcus dorsalis;* 3 *Crista ventralis;* 4 *Procc. transversus;* 5 *Procc. accessorius;* 6 *Facies articulares cranialis;* 7 *Procc. mammilares;* 8 *Proc. spinales;* 9 *Foramen vertebrale;* 10 *Procc. articulares caudales;* 11 *Facies articulares caudales;* 12 *Incisura alaris cranialis;* 13 *Incisura alaris caudalis;* 14 *Extremitas caudalis;* 15 *Corpus vertebrae;* 16 *Fovea costales craniales;* 17 *Fovea costales caudales.*



Die Gliederung des Querfortsatzes geschieht durch ein basal liegendes *Foramen transversarium*, das zusammen mit den *Forr. transversaria* der anderen Halswirbel einen Kanal bildet, durch den die Blutgefäße und der *Nervus vertebralis* verlaufen (Salomon et al. 2005). Vom dritten bis fünften Halswirbel ist eine deutliche *Crista ventralis* (Abb. 7; 3) ausgebildet, die beim sechsten Halswirbel artspezifisch nur noch wenig oder gar nicht mehr vorhanden ist (König & Liebich 2001). Die *Extremitas craniales* bzw. *caudales* sind bei den Carnivoren, im Gegensatz zu vielen anderen Säugetieren, nicht besonders stark halbkugelförmig ausgebildet (König & Liebich 2001) (Abb. 7; 1, 14). Die Gelenkfortsätze weisen cranial nach dorsal, caudal dagegen nach ventral und sind annähernd horizontal gestellt. Die *Incisura vertebrae craniales* bzw. *caudales* (Abb. 7; 12, 13) sind tief und bilden weite *For. intervertebralia* (Salomon et al. 2005).

Der siebte Halswirbel bildet den Übergang zu den Thorakalwirbeln und unterscheidet sich stärker von den vorhergehenden Wirbeln. Sein Körper ist deutlich kürzer und seine kurzen Querfortsätze zeigen nur den caudalen Ast. Er trägt meist eine *Fovea costalis caudalis* (Abb. 7; 17) zur Aufnahme des ersten Rippenköpfchens und hat einen höheren Dornfortsatz als die anderen Halswirbel. In vielen Fällen fehlt ihm das *Foramen transversarium* (Nickel et al. 1954).

Unterschiede in der Morphologie der Wirbel

In ihrer Studie von 1997 konnten O'Higgins et al. bei dem Vergleich von Inzuchtmäusen und Menschen eine Art Reihenfolge in der Entwicklung von morphologischen Unterschieden an den Wirbeln nachweisen. Einige Merkmale, wie beispielsweise die Dimensionen des Neuralkanales, zeigten kaum intra- und interspezifische Unterschiede, was darin begründet liegt, dass ihre Entwicklung in erster Linie durch *Hox*-Gene festgelegt ist. Andere Merkmale, wie z. B. die Länge des Dornfortsatzes und die Tiefe des Wirbelkörpers, werden zusätzlich durch andere genetische und umweltbedingte Faktoren beeinflusst. Dies führt zu einer größeren inter- und intraspezifischen Variation (O'Higgins et al. 1997). Als umweltbedingte Faktoren sind z. B. Lebensweise, Ernährungsbedingungen, Verletzungen und Alterserscheinungen in Betracht zu ziehen.

Für Ratten ist erwiesen, dass die Wirbelkörper verschiedener Körperabschnitte unterschiedlich schnell wachsen und Differenzen in der relativen Wirbellänge zwischen adulten und juvenilen Ratten bestehen. Bei neonatalen Ratten nimmt sie bis zur Mitte der thorakalen Region zu, caudad ab. Bei adulten Ratten nimmt die Wirbellänge tendenziell caudad zu (Bergmann et al. 2006). Auch einen Sexualdimorphismus konnten Bergmann et al. (2006) bei den Ratten belegen; die Männchen hatten generell längere Wirbel als die weiblichen Tiere. Dieser Befund war altersunabhängig. Die Ursache dieses Wachstumsunterschiedes liegt in der Kombination des Einflusses von entwickungsbiologischen, funktionellen und genetischen Faktoren.

Rotfüchse beispielsweise scheinen geschlechtsabhängig mit Veränderungen ihrer Körpergröße und Masse auf Populationsdichten zu reagieren, wobei Männchen immer größer und schwerer sind als Weibchen. Das Alter der Tiere spielt hierbei keine signifikante Rolle. Weibliche Tiere reagierten im Untersuchungsgebiet nicht mit Gewichtsabweichungen auf unterschiedliche Populationsdichten, sondern nur mit leichten Größenveränderungen (Cavallini

1995). Zudem ist für den atlantischen Aal (*Anguilla rostrata*) ein Geschlechtsdimorphismus nachgewiesen, der auch die Zahl der Wirbel beeinflusst. Adulte Männchen besitzen 109 bis 117 Wirbel, während die Weibchen 116 bis 124 Wirbel aufweisen (Castle 1976).

Einige Studien beschäftigen sich mit den morphologischen Unterschieden am Skelett von unterschiedlichen Tierarten. Bei Haushunden zeigt beispielsweise die Form der Scapulae Rassenunterschiede. Das Metapodium ist bei Haushunden verhältnismäßig kürzer als bei Wölfen, und Schädelproportionen verschieben sich vom Wolf zum Haushund deutlich in verschiedenen Bereichen, vor allem im Bereich des Gesichtsschädels. Hierfür erfolgte eine mosaikartige Umgestaltung. Die Veränderung von Einzelmerkmalen spielt eine große Rolle. Haustiere besitzen insgesamt gesehen massigere Knochen als die Wildform; allerdings zeigen sie einen undifferenzierteren Feinbau (Herre & Röhrs 1990).

An 114 Wolfsschädeln untersuchten Sumiński & Kobryn (1980) die Möglichkeit, anhand morphologischer Merkmale männliche von weiblichen Tieren zu unterscheiden. Das Ergebnis der Studie zeigt einen geringen Geschlechtsdimorphismus, der sich auch bei verschiedenen Altersklassen kaum stärker ausprägt. Männliche Tiere besitzen im Allgemeinen einen größeren Schädel als die Wölfinnen, die dafür eine größere Dimensionsvariabilität besitzen. Auch ein allgemeiner Unterschied im Wachstum wurde festgestellt: während die Weibchen mit 2 Jahren die Merkmale eines ausgewachsenen Tieres zeigten, war dies bei Männchen erst mit 4 Jahren der Fall (Sumiński & Kobryn 1980).

Durch die Untersuchung von 145 europäischen Wolfs- und 165 Hundeschädeln großwüchsiger Rassen konnte Sumiński (1975) sechs Unterschiede zwischen Wolfs- und Hundeschädeln feststellen. Anhand dieser Werte konnte er eine Zuordnung zu den unterschiedlichen Arten vornehmen. Allerdings räumte er ein, dass die Methode zoogeographisch eingeschränkt und bei außereuropäischen Wölfen weniger Erfolg haben könnte. Laut Kostadinov et al. (2006) gibt es rassetypische Unterschiede in der Form bzw. Ausprägung der Fossa temporalis (Schläfengrube) im Schädel von Hunden. In dieser Studie wurden allerdings nur 28 Schädel von insgesamt 22 reinblütigen und 6 nichtidentifizierten Hunden untersucht, die z. T. extrem unterschiedlichen Rassen angehörten (Pitbull, Dackel, Französische Bulldogge, Zwergpinscher, Collie, Labrador, Deutscher Schäferhund, Kaukasischer Ovcharka und Shar Planinet).

Wild- und Zootiere können sich erheblich im Verhalten und in morphologischen Merkmalen voneinander unterscheiden, wobei z. T. das eine aus dem anderen resultiert. Trut et al. (2006) zeigten beispielsweise in ihrer Studie einen Einfluss des Verhaltens von zahmen und aggressiven Füchsen einer Fuchsfarm auf ihre Morphologie. Die Basis für diesen Zusammenhang ist in den Genen zu suchen. Eine Studie von O'Regan & Kitchener (2005) beschäftigt sich mit den Effekten von Gefangenschaft auf unterschiedliche Wild-, Zoo- und Haustiere. Die unterschiedliche Ernährung von Zoo- und Wildtieren hat oftmals ein stärkeres oder früheres Größenwachstum der Zootiere gegenüber ihren wildlebenden Artgenossen zur Folge. Der Unterschied in der Ernährung hat häufig auch negative Folgen für die Zootiere, die dann unter Knochenverdickungen, rachitischen Langknochen und Gebissfehlern leiden. Auch stereotypes Verhalten oder nicht artgerecht eingerichtete Käfige haben Einfluss auf die Morphologie der Tiere.

Was zunächst als vorteilhaft erscheint, nämlich das erhöhte Maximalalter der Tiere in Gefangenschaft gegenüber dem von Wildtieren, kann ebenfalls Nachteile mit sich bringen. Bei vielen Zootieren sind in einem Alter, das Wildtiere normalerweise nicht erreichen, krankhafte Veränderungen an den Knochen festzustellen. Knorpel verknöchern (u. a. auch die Bandscheiben), Spondylosen und Osteoarthritis treten häufiger auf als bei Wildtieren. Eine artgerechtere Haltung, bei der die Tiere sich mehr bewegen und ihre Fähigkeiten nutzen können, scheint dem entgegenzuwirken (O'Regan & Kitchener 2005). Auch eine nicht artgerechte Ernährung kann u. a. zu Spondylosen bei Affen und Großkatzen führen (du Boulay 1972). Kolmstetter et al. (2000) bestätigen ferner, dass bei Großkatzen aus dem Zoo häufig degenerative Wirbelsäulenerkrankungen vorkommen.

Systematik und Verbreitung der in der Studie untersuchten Tiere

Innerhalb der Familie Caniformia bilden die Canidae die basale Gruppe (Li et al. 2004). Wölfe (*Canis lupus* L.1758) haben einen direkten gemeinsamen Vorfahren mit dem Rothund (*Cuon alpinus* PALLAS 1811). Füchse (*Vulpes vulpes* L. 1758) gehören einer anderen Linie an, sind jedoch auch mit den Vorgenannten verwandt (Ostrander & Wayne 2006).

Hunde (*Canis lupus familiares*) stammen eindeutig von Wölfen ab. Allerdings steht zu vermuten, dass sie sich immer wieder mit Wölfen vermischt haben und nicht aus einer einzigen Population entstanden sind (Vila et al. 1999, 2005).

Im archäologischen Material sind die frühen Hunde wahrscheinlich nicht von Wölfen zu unterscheiden, deshalb bleibt das archäologisch angenommene Domestikationsalter von Hunden mit 15 000 Jahren eher fraglich (Ostrander & Wayne 2006). Wahrscheinlich erfolgte die Domestikation schon früher. Meinungen über Abstammungen und kulturgeschichtliche Schlüsse über Haushunde sind jedoch in den Bereich der Spekulation zu verweisen (Herre & Röhrs 1990). Die Variabilität (Farbe, Größe, Zahngröße und andere Merkmale) der Wölfe ist selbst in engen geographischen Gebieten groß. Sie haben auch heute noch ein großes Verbreitungsgebiet, bewohnen weite Gebiete der Nordhalbkugel in der Alten und Neuen Welt und kommen teilweise auch in tropischen Gebieten vor. Haushunde gibt es fast überall auf der Welt (Herre & Röhrs 1990). Der Rothund, auch Dhole oder Rotwolf genannt, lebt heute bevorzugt in Lebensräumen mit dichter Vegetation vom südlichen Sibirien bis Indien und der Malaischen Halbinsel (Westheide & Rieger 2004).

Als Unterart des Grauwolfes (*Canis lupus*) ist bisher der Timberwolf (*Canis lupus lycaon* SCHREBER 1775) geführt worden. Neuere Studien (Kyle et al. 2006) legen allerdings nahe, den Timberwolf aufgrund morphologischer und genetischer Unterschiede als eigene Art zu führen (*Canis lycaon*).

Rotfüchse (*Vulpes vulpes*) sind nahezu in ganz Europa (exkl. Balearen, Kreta, Zypern und Malta), Nordafrika, Asien bis Nordindien, Japan, Nordamerika bis Florida und Kalifornien beheimatet. In Australien wurden sie 1886 ausgesetzt (Westheide & Rieger 2004).

Wölfe und Haushunde erzeugen in der freien Wildbahn auch heute noch reproduktionsfähige Hybriden. Diese liegen in ihrem Phänotyp oftmals zwischen den beiden Ursprungsarten, können aber auf den ersten Blick auch für eine von beiden gehalten werden (Milenković et al. 2006).

Innerhalb der Katzenartigen (Feliformia) bildet der Luchs (*Lynx lynx/Felis lynx* L. 1758) eine basale Art. Seine Stammform spaltete sich vor ca. sechs Millionen Jahren ab (Johnson & O'Brien 1997), während die größeren Katzen (Unterfamilie Pantherinae, Gattung *Panthera*) erst vor etwa ein bis zwei Millionen Jahren als monophyletische Gruppe auftraten (Li et al. 2004). Eurasische Luchse haben heute ein Verbreitungsgebiet von Skandinavien bis Ostasien, sind in Europa aber nur noch mit Restbeständen und wieder angesiedelten Populationen vertreten. Sie gehören zu den Felinae, den Kleinkatzen (Westheide & Rieger 2004). Der Puma (*Puma concolor/Felis concolor* L. 1771) gehört ebenfalls zu den Felinae und ist heutzutage wieder in vielen wenig besiedelten Gebieten Süd- und Nordamerikas verbreitet. Der gesamte panamerikanische Kontinent bildet seit mehreren hunderttausend Jahren seine Heimat (Culver 2000).

Zu den Großkatzen (Pantherinae) dagegen zählt der Leopard (*Panthera pardus* L.1758). Er hat ein weites Verbreitungsgebiet, ist aber in fast allen Arealen zahlenmäßig nur noch schwach vertreten oder ausgerottet. Sein Lebensraum umfasste ursprünglich Afrika (außer der Sahara), Arabien, Vorderasien, den Mittleren Osten, Indien und Südostasien inkl. Sri Lanka, Java, Sumatra, China, Korea bis Sibirien (Westheide & Rieger 2004).

Der Dachs (*Meles meles* L.1758) gehört zu den Marderartigen (Mustelidae). Er bildet dort eine eigene Unterfamilie (Melinae) und ist ein Mitglied der Überfamilie der Hundeartigen (Canidae). Sein paläarktisches Verbreitungsgebiet ist groß, von England und Irland bis in den Vorderen Orient, Südchina und Japan findet man den omnivoren Grabespezialisten (Westheide & Rieger 2004).

Bestimmung von Wirbeln

Paläozoologische Forschungen nutzen morphometrische Messungen und den Vergleich mit rezenten Tieren, um zu einer Art- und womöglich auch Geschlechtsbestimmung zu kommen (z. B. Onar et al. 2005). Die Bestimmung von fossilen Exemplaren ist häufig kompliziert, da sie deformiert und beschädigt sein können (McShea 1993). Eine starke Fragmentierung und Unvollständigkeit der Fundstücke erschwert teilweise sogar die Zuordnung zu einer Familie.

Viele Fundstellen sind nicht sehr ergiebig und liefern nur einen unvollständigen Einblick in die Fauna und Flora vergangener Zeiten. Andere dagegen, wie beispielsweise Untermaßfeld im südthüringischen Werratal, bieten durch ihre Fülle an Fossilien eine gute Übersicht über die in der entsprechenden Zeit im Einzugsgebiet lebenden Tiere.

Die reiche Fossillagerstätte von Untermaßfeld (Alter: rund eine Million Jahre = Epi-Villafranchian) liefert nicht nur zahlreiche Knochen von Herbivoren, sondern 2005 auch erstmals Beweise für die Existenz eines direkten Vorfahren (*Puma pardoides*) des heutigen Pumas in Deutschland. Neben dem Eurasischen Puma sind auch der Eurasische Jaguar (*Panthera onca gobaszoegensis*), ein Vorläufer des Nord- oder Eurasischen Luchses (*Lynx issiodorensis* spp.), Geparden (*Acinonyx pardinensis pleistocaenicus*) und zwei Vertreter der Säbelzahnkatzengruppe (Machairodontinae) im Fossilbefund von Untermaßfeld vertreten (Kahlke 2009). Laut v. Königswald (2007) war im Eem auch der Leopard (*Panthera pardus*) in Deutschland heimisch. Von dieser Raubkatze werden allerdings nur selten Fossilien gefunden.

Dagegen ist der Fossilbericht für *Canis lupus* sp. nicht nur im Holozän, sondern

auch im Pleistozän vollständiger. Er ist in Europa erstmals im Mittelpleistozän nachzuweisen (Kurten 1968). Dachse (*Meles meles*) und Füchse (*Vulpes vulpes*) können ebenfalls mindestens seit dem Eem in Deutschland nachgewiesen werden, wobei es bei dem Fuchs während der letzten Eiszeit (Weichsel) eine Lücke im Fossilbericht gibt (v. Königswald 2007). Kahlke (1994) erwähnt auch den Rothund (*Cuon alpinus*) als Bestandteil der deutschen Fauna während der Weichseleiszeit.

Neben den genannten Spezies sind im deutschen Fossilbericht (außer zahlreichen Herbivoren) auch verschiedene Marderartige, Wildkatzen, Braun- und Höhlenbären, Höhlenlöwen, Otter, Höhlenhyänen und Vielfraße vertreten (von Königswald 2007).

In der Quartärsammlung des Landesmuseums Hannover, Bereich „Leinekiese", finden sich vielfältige Beispiele für die Schwierigkeiten, mit denen sich Paläozoologen bei der Bestimmung von Knochen konfrontiert sehen. Sie enthält über 3000 disartikulierte Knochen und Knochenfragmente, die trotz ihrer z. T. erheblichen Beschädigung einen Einblick in die Lebensgemeinschaften des Leineeinzugsgebietes erlauben. Die Leinekiese in der Region Hannover beinhalten eine Mischung an Überresten von Tierarten des späteren Pleistozäns und des Holozäns. Die Arten spiegeln eine breite Diversität wider, die sich aus der Fauna Süddeutschlands und der spezialisierten Faunengesellschaft nordeuropäischer Gebiete zusammensetzt (nach Kahlke 1994).

Die Bestimmung der Fundstücke mittels Bildatlanten (Schmidt 1967, Pales & Lambert 1971 und France 2008) unterliegt gewissen Einschränkungen. Bilder bieten immer nur die Ansicht aus einer bestimmten Perspektive. Schattenwurf und künstlerische Interpretationen können Merkmale verdecken oder verzerren. Beschreibungen in Bild und Wort sind für Tiere, die der erfahrene Paläontologe schnell erkennt, oftmals selten. Man muss viele Publikationen durchforsten, z. T. aus dem vergangenen Jahrhundert, um zu einem bestimmten Tier oder Knochen wenigstens eine kurze Beschreibung zu finden. Knochen oder gar Knochenfragmente zu bestimmen erfordert viel Erfahrung.

Mit einem Bestimmungsschlüssel wird die Bestimmung einfacher und nachvollziehbarer. Die Festlegung von beschreibenden Begriffen ist in der Archäozoologie noch nicht oder nur sehr eingeschränkt geschehen. Oftmals sind solche Beschreibungen auf eine Tiergruppe beschränkt, z. B. für den Raubsaurier *Deinonychus antirrhopus* (Ostrom 1969).

Aus diesem Grund wird mit dieser Arbeit ein Ansatz für einen Bestimmungsschlüssel für Vertebratenknochen in der Art des „Brohmer" (Fauna von Deutschland, Ein Bestimmungsbuch unserer heimischen Tierwelt) und „Schmeil/Fitschen" (Flora von Deutschland und angrenzender Länder) präsentiert. Beide Bücher bieten einen kurzen Überblick über grundlegende Unterscheidungsmerkmale zur Bestimmung und folgen dann den einzelnen Merkmalen zur Artbestimmung. Aufgrund der beschränkt zur Verfügung stehenden Zeit im Rahmen der Masterarbeit werden nur ein bestimmter Wirbeltyp (Halswirbel) und einige wenige Tierarten der Ordnung Carnivora behandelt.

Es wird der Frage nachgegangen, ob ein solcher Schlüssel überhaupt möglich ist und worauf er aufbauen muss, damit er auch für fossile, oftmals nur schlecht erhaltene Wirbel anwendbar ist.

Material und Methoden

Gegenstand der Studie sind die Wirbel von rezenten Feloidea und Canoidea. Insgesamt 7 Arten und 2 Unterarten wurden auf ihre spezifische Morphologie untersucht. Mit Hilfe von Beschreibungen wurde ein Bestimmungsschlüssel für die einzelnen Wirbel erstellt. Messwerte nach v. d. Driesch (1976) ergänzen die Daten, wurden allerdings aufgrund der kleinen Probenmenge nicht morphometrisch oder mittels Diskriminanzanalysen ausgewertet, sondern nur für die Berechnung von Indices und einigen Graphen zur Veranschaulichung verwendet.

Die Wirbelsäulen stammen aus der Rezentsammlung der Archäologisch-Zoologischen Arbeitsgruppe (AZA) der Christian-Albrechts-Universität Kiel. Die Arten wurden unter dem Gesichtspunkt ausgewählt, den zu erstellenden Schlüssel in der Leinekiese-Sammlung des NLMH anwenden zu können. Dementsprechend wurde auf die Größe und die grundlegende Form der Wirbelköper geachtet, weshalb kleinere und größere Feliden (z. B. *Felis sylvestris, Panthera tigris*), marine Raubtiere und verschiedene Bärenartige aus der Auswahl herausgenommen wurden. Eine Aufstellung der verwendeten Tiere findet sich in Tabelle 1.

Um die Gefahr der Wertung einer individuellen Varianz als spezifisches Merkmal gering zu halten, wurden soweit möglich drei Individuen einer Art untersucht. Die Individuen wurden nach ihrem Alter und ihrer Geschlechtszugehörigkeit ausgesucht, allerdings mussten die Ansprüche teilweise den tatsächlichen Sammlungsbeständen der AZA Kiel angepasst werden. Die Wirbel stammen dementsprechend überwiegend von adulten Männchen (Alter von *Canis lupus* und *Vulpes vulpes* jeweils ca. drei Jahre). Es wurden aber auch vereinzelt weibliche Tiere herangezogen. Das Alter der Wölfe *(Canis lupus)* ist durch Dokumentation des Geburts- und Todeszeitpunktes bekannt, die Füchse *(Vulpes vulpes)* waren in der Vergangenheit Gegenstand einer Studie zur Altersbestimmung anhand der Reißzähne (Blohm 1984). Die restlichen Individuen wurden anhand des Zustandes ihrer Knochen (geschlossene Epiphysenfugen, keine deutlichen Abnutzungserscheinungen an Knochen und Zähnen) ausgewählt. Wo es möglich war, mehrere Individuen gleichen Alters und Geschlechtes einer Art für die Untersuchung heranzuziehen, wurden Tiere der gleichen oder einer ähnlichen Gewichtsklasse ausgewählt. Von zwei der drei Haushunde-Rassen *(C. l. familiares),* den größeren Feliden *(P. pardus, Puma concolor)* und *Cuon alpinus* konnte allerdings jeweils nur ein Individuum herangezogen werden; der *Puma concolor* ist als Jungtier einzustufen (Epiphysenfugen nicht geschlossen, Gelenkflächen bei der Präparation größtenteils abgefallen).

Die Haushunde-Rassen wurden nach ihrer phänotypischen Ähnlichkeit (Größe, Körperbau) zum Wolf ausgewählt und verschiedene Nutzungsklassen (Ostrander & Wayne 2006) einbezogen. Der Grönländische Schlittenhund wird als basale Rasse angesehen und zeigt große genetische Ähnlichkeit zum Wolf, während Deutsche Schäferhunde einem anderen genetischen Cluster angehören (Parker & Ostrander 2005). Jagdhunde konnten nicht in die Studie aufgenommen werden. Die im AZA Kiel vorhandenen zwei Deutsch-Kurzhaar-Exemplare (einzige dort vorhandene Jagdhunde-Rasse in entsprechender Größe) liegen nur ohne Geschlechtsangabe resp. mit starken osteologischen Veränderungen (Spondylosis deformans mit

Knochenwucherungen) vor.

Die meisten in die Studie eingeschlossenen Tiere stammen aus Gefangenschaft (Zoo, Tierpark) respektive menschlicher Zucht (ausgenommen *Vulpes vulpes, Puma concolor* und *Meles meles*, die als Wildtiere erlegt wurden). Die Herkunft des *Cuon alpinus* (Rothund) ist unklar, ist aber in einem Zoo oder Tierpark zu vermuten.

Um einen genaueren Vergleich zu ermöglichen und eine potentielle spätere Weiterbearbeitung und Ergänzung zu

Tab. 1 Aufstellung der untersuchten Individuen und Arten; * = Gesamtlänge mit Schwanz [mm]; Zahlen ohne * = Gesamtlänge ohne Schwanz; (?) = keine Angabe, ob Gesamt- oder Kopf-Rumpf-Länge; + = ohne Fell; k. A. = keine Angaben; G. = geschossen

SaNr AZA	Art	Geschl.	Alter	Kopf-Rumpf-Länge [mm]	Gewicht [g]	Herkunft
31831	*Canis lupus*	m	38 Monate	1720*	45800	Institut für Haustierkunde, Kiel
18491	*Canis lupus*	m	36 Monate	1180	30800	Tierpark Dählhölzli, Bern
19960	*Canis lupus*	m	32 Monate	1160	37000	I.f.H. Kiel
33469	*Cuon alpinus*	w	adult	1340*	16200	G. im Raum Köln
32019	*Panthera pardus*	w	adult	2010*	20000	Zoo Osnabrück
B130	*Puma concolor*	m	juvenil	k. A.	k.A.	G. in Amerika?
15596	*Vulpes vulpes*	m	35 Monate	680	5830	G. in Bargstedt
17127	*Vulpes vulpes*	m	33 Monate	730	7590	G. in Edewecht/Oldenburg
6779	*Vulpes vulpes*	m	35 Monate	1115*	5780+	G. in Pretz, Klosterförsterei
32249	*Meles meles*	m	subadult-adult	860*	10500	G. in Fargau, Kreis Plön
27304	*Meles meles*	m	adult	1020*	14300	G. in Schönkirchen, Kr. Plön
25077	*Meles meles*	m	adult	930(?)	14500	G. in Salzau
33513	*Lynx lynx*	m	adult	1080(?)	13340	Wildpark Schwarze Berge, HH
21982	*Lynx lynx*	w	adult	1086*	19100	Tiergarten Neumünster
32928	*Lynx lynx*	w	adult	1210*	16200	Wildpark Schwarze Berge, HH
17913	*C. l. lycaon*	m	adult	1170	37700	k.A.
19813	*C. l. lycaon*	m	adult	1280	47100	Tiergarten Augsburg
8134	*C. l. familiares* (Grönl. Schlittenhund)	m	adult	1580*	58500	Grönland
2018	*C. l. familiares* (Howavart)	m	adult	k. A.	k. A.	Kiel
21840	*C. l. familiares* (Schäferhund)	m	adult	1520*	28100	Kiel
21907	*C. l. familiares* (Schäferhund)	m	adult	1670*	37900	Kiel

vereinfachen, wurden Messwerte nach den Richtlinien und Methoden von v. d. Driesch (1976) erhoben und ergänzt (Abb. 8). Die Messungen wurden mit Hilfe einer Schieblehre (150 × 0,05 mm, ohne Herstellerangabe) vorgenommen. Von der Verwendung weiterer Hilfsmittel wurde abgesehen, um die Messungen für Archäozoologen im Feld mit einfachen Mitteln und zudem auch für Amateurpaläontologen nachvollziehbar zu gestalten. Es wurde wenn möglich immer die rechte Körperseite des Tieres vermessen.

Soweit möglich, wird der Messschieber parallel zum Wirbelkörper gehalten, respektive auf den Wirbelkörper aufgelegt (z. B. bei der Vermessung der Höhe des Wirbelkörpers cr/cd). Bei der Messung der Höhe wird der ventrale Teil auf eine Linie gebracht und von dieser Position aus die Gesamthöhe inklusive des Dornfortsatzes vermessen. Sollte der Messschieber in seinen Maßen nicht ausreichen oder nicht an schwer zugängliche Stellen gelangen können, wird ein stabiler, gerader Gegenstand als Verlängerung zu Hilfe genommen. Dessen Dicke muss hinterher vom Messwert abgezogen werden. So lässt sich z. B. auch die Gesamthöhe eines Wirbels mit stark abgewinkeltem Dornfortsatz oder starkem Gefälle in der Ventralseite korrekt messen.

Die Messungen wurden zweimal von der Autorin und einmal von einer Helferin (Sashima Läbe, Studentin der Geologie und Wirbeltierpaläontologie, jetzt Universität Bonn) nach den Vorgaben der Autorin vorgenommen. Abweichungen in den Messungen wurden größtenteils nur im Millimeterbereich festgestellt.

Abweichungen von mehr als 1,3 mm wurden aus der Auswertung gestrichen, ebenso Werte, die aufgrund von Beschädigungen des Knochens oder morphologischer Veränderungen (wie Verwachsungen und/oder Fusion) nicht korrekt gemessen werden konnten. Durch diese Streichungen sollten grobe Fehlerwerte in den Medianen durch Falschmessungen vermieden werden. Die Mediane der Messungen an den einzelnen Tieren wurden für die Erstellung von Indices herangezogen. Diese Indices können zur Unterstützung bei der Zuordnung der Wirbel zu bestimmten Positionen bzw. der Zuordnung zu den Arten dienen.

Das Skelett des *Panthera pardus* weist stellenweise osteologische Veränderungen (zerfressen wirkende Facies articulares und Knochenwucherungen) auf. Diese Veränderungen wurden bei den Messungen nicht mit eingeschlossen bzw. bei stärkerer Veränderung des Knochens wurde der

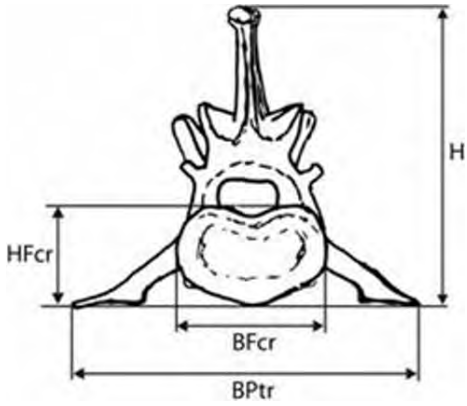


Abb. 8 Beispiel für Messpunkte nach v. d. Driesch (1976); Lumbalwirbel, Aufsicht cranial

Beispiel für die Messpunkte:
BPtr – (größte) Breite der *Processus transversi* (exakt messbar, wenn Wirbel intakt).
BF (cr/cd) – (größte) Breite der *Facies terminalis cranialis* (bei Thorakalwirbeln inklusive der Rippenansatzsstellen) bzw. *caudalis* (auf der Abbildung nicht sichtbar).
HF (cr/cd) – (größte) Höhe der *Facies terminalis cranialis* bzw. *caudalis* (wegen Verwachsungen etc. häufig schwierig zu messen).
H – (größte) Höhe.

betroffene Messpunkt aus der Analyse herausgenommen.

Die Fuchs- und Dachsskelette sind teilweise beschädigt. Ein Teil dieser Beschädigungen wurde durch Kugeln respektive Schrote verursacht, mit denen die Tiere erlegt wurden. Einige Wirbel eines Fuchses (Nummer 6779) wurden bei der Präparation nicht voneinander getrennt, so dass Messpunkte unberücksichtigt bleiben mussten.

Bei der morphologischen Benennung der Wirbel wurden tiermedizinische Bezeichnungen verwendet. Die Beschreibungen für den Bestimmungsschlüssel wurden auf Begriffen aus der Botanik (Fitschen 2002) aufgebaut und durch eigene Ideen ergänzt, da entsprechende genaue, einheitliche Beschreibungen aus der Tiermedizin und Zoologie fehlen (Zeichnungen der Beschreibungsbegriffe siehe Anhang).

Die Quartärsammlung des Niedersächsischen Landesmuseums Hannover (NLMH)

Die Quartärsammlung des NLMH besteht aus Knochen und Knochenfragmenten, die in Kiesen der Region Hannover gefunden wurden. Ein großer Teil dieser Knochen stammt aus den Leinekiesen der südlichen Leine-Aue. Die Zuordnung der Knochen zu einem bestimmten Stratum ist meist nicht möglich, da viele Stücke von Flüssen transportiert und dabei nicht nur beschädigt, sondern auch aus ihren ursprünglichen Lagerstätten herausgerissen und durcheinander gemischt wurden. Auch die Situation beim Fund trägt nicht zu einer Datierung bei, da die meisten Stücke aus Kieswerken stammen (z. B. Hemmingen und Koldingen), die mit Bagger und Saugschlauch den Kies abbauen. Dies macht eine Zuordnung zu einer bestimmten Schicht nahezu unmöglich. Es liegen keine kompletten Skelette vor und kaum Überreste von kleineren Tieren wie Hasen und Mardern. Auch Vogelknochen sind sehr rar in der Sammlung; zudem sind überhaupt keine Teile von Fischskeletten enthalten.

Die Erhaltung der Knochen ist meist sehr schlecht. Aufgrund der vorhandenen Artbestimmungen und des Alters der Funde lässt sich dennoch eine grobe Zuordnung der Knochen in die Zeit zwischen dem Ende des Pleistozäns und dem Flandrischen Interglazial (rezent) vornehmen.

Der größte Teil der Sammlung stammt von privaten Sammlern, die ihre Funde gestiftet haben. Besonders hervorzuheben sind hierbei Herr Weidehaus und Herr Kroll. Die Sammlung umfasst mehr als 3000 Knochen von verschiedenen Arten, unterschiedlichen Altersstufen und anatomischen Positionen.

Ergebnisse*

Zuordnung der Halswirbel drei bis sieben mit Hilfe eines Index

Als Beispiel für die mit den Messwerten erzielten Ergebnisse werden die Halswirbel drei bis sieben jeweils mit dem BFcr/HFcr Index (Breite der Facies articularis cranialis mal 100 geteilt durch die Höhe der Facies articulares cranialis; Bezeichnungen s. Abb. 8) angeführt. Es erfolgt eine Zuordnung zur Familie, zur Gattung und zur Art. Auf diese Weise lassen sich

* Anmerkung: Für eine bessere Übersicht im Schlüssel werden ab hier nur noch die Artnamen kursiv geschrieben.

auch die anderen Messwerte bearbeiten, jedoch bietet der BFcr/HFcr-Index jeweils die deutlichsten Ergebnisse. Allen Indices und Messwerten ist gemein, dass sie teilweise deutliche Überschneidungen der Werte bei verschiedenen Familien, Gattungen oder Arten zeigen.

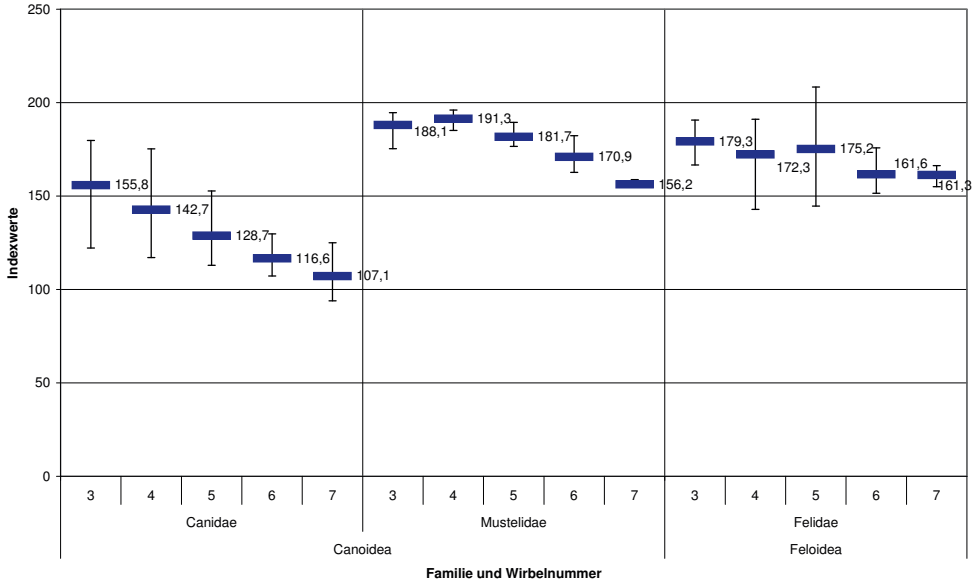
Zuordnung der Halswirbel drei bis sieben zur Familie

Die Zuordnung zu den Familien mit Hilfe der Messwerte ist mit den Mittelwerten aller berechneten Indices zu erreichen. Am besten geeignet sind die Indices von BFcr/HFcr (Breite Facies articularis cranialis/Höhe Facies articularis cranialis) und BFcd/HFcd (Breite Facies articularis caudalis/Höhe Facies articularis caudalis), da diese Werte meist auch bei stark beschädigten Wirbeln messbar sind. Doch auch hier zeigen zumindest die minimalen und maximalen Werte der Indices der Familien Überschneidungen.

Der BFcr/HFcr-Index zeigt bei den Canidae ein deutliches Gefälle im Verlauf der Halswirbelsäule; das bedeutet, dass sich das Beiten/Höhen-Verhältnis der Facies articulares craniales vom dritten bis siebten Halswirbel ändert. Die Messwerte und deutlicher deren Mediane zeigen eine Abnahme der Breite und eine Zunahme der Höhe. Die Wirbelköpfe der Canidae werden folglich im Verlauf der Halswirbelsäule zwischen dem dritten und siebten Wirbel höher und schmaler.* Bei Musteliden und Feliden lässt sich dieser Trend nicht ablesen. Der Mittelwert des Index steigt bei den vermessenen Mustelidae zunächst am vierten Halswirbel leicht an, bevor er ebenso wie bei den Canidae abnimmt. Bei den Felidae nimmt der Mittelwert des Index dagegen beim vierten Halswirbel ab und steigt beim fünften Halswirbel nochmals an. Die Index-Mittelwerte des sechsten und siebten Halswirbels der Felidae

* Die genauen Messwerte können von der Website www.N-G-H.org heruntergeladen werden.

Abb. 9 Zuordnung der Halswirbel drei bis sieben zu den angegebenen Familien mit Hilfe des BFcr/HFcr-Index.

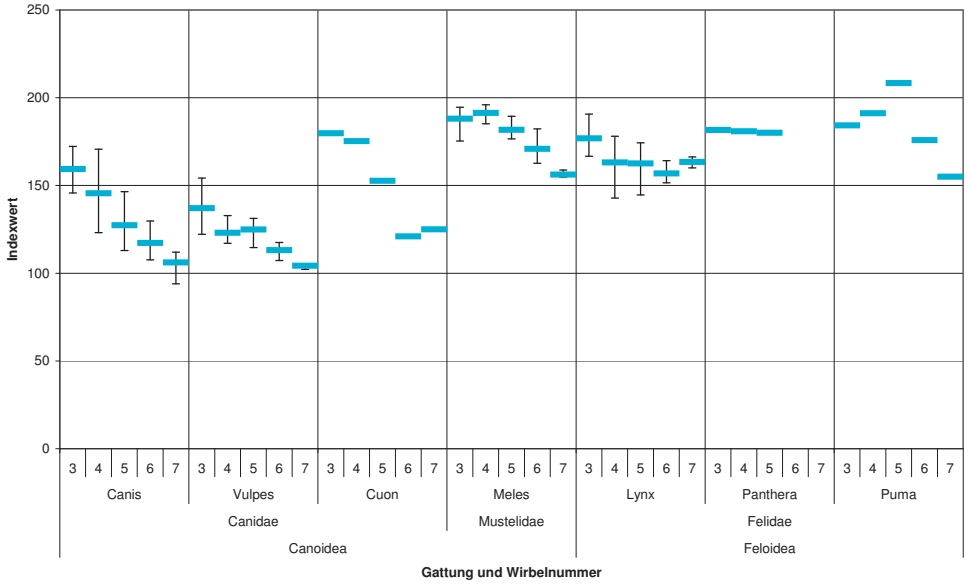


sind niedriger als die der anderen Wirbel, unterscheiden sich jedoch nur geringfügig voneinander, wobei der Mittelwert des siebten Halswirbels um 0,3 unter dem des sechsten liegt (s. Abb. 9).

Zuordnung der Halswirbel drei bis sieben zu einer Gattung

Der BFcr/HFcr-Index zeigt bei allen Hundeartigen eine deutliche Abnahme im Verlauf der Halswirbelsäule. Bei den Katzenartigen ist dies nicht so deutlich der Fall. Der dritte, vierte und fünfte Halswirbel von *Cuon* (Rothund) und alle angegebenen Wirbel von *Meles* (Dachs) lassen sich in Bezug auf ihre Indexwerte nicht deutlich von den Feloidea trennen (s. Abb. 10). *Cuon* zeigt zudem eine Zunahme des Indexwertes am siebten im Vergleich zum sechsten Halswirbel, wie es auch beim Luchs (*Lynx*) der Fall ist. Auch die Indexwerte des dritten, vierten und fünften Halswirbels bei *Canis* (Wolf, Timberwolf und Haushunde) zeigen Überschneidungen mit den Werten der Feliden. Die Werte des Jaguars (*Panthera*) zeigen eine klare Abweichung zu den anderen Gattungen. Hier bleibt der Index und damit das Verhältnis der Breite zur Höhe der Facies articulares craniales im Verlauf der Wirbelsäule nahezu gleich (Abnahme um weniger als 1, s. Abb. 10). Auch die Gattung *Puma* zeigt einen deutlichen Unterschied zu den anderen Gattungen. Vom dritten bis fünften Halswirbel steigt der Indexwert BFcr/HFcr, um posterior stark abzufallen. Bei dem untersuchten Tier ist der fünfte Halswirbel somit der im Verhältnis breiteste (in Bezug auf Halswirbel drei bis sieben). Auch bei *Vulpes* scheint der fünfte Halswirbel verhältnismäßig breiter zu sein als der vierte.

Abb. 10 Zuordnung der Halswirbel drei bis sieben zu den angegebenen Gattungen mit Hilfe des BFcr/HFcr-Index.



Auf eine Angabe der Indexwerte in der Abbildung wird verzichtet, um eine bessere Lesbarkeit zu gewährleisten.

Zuordnung der Halswirbel drei bis sieben zu einer Art

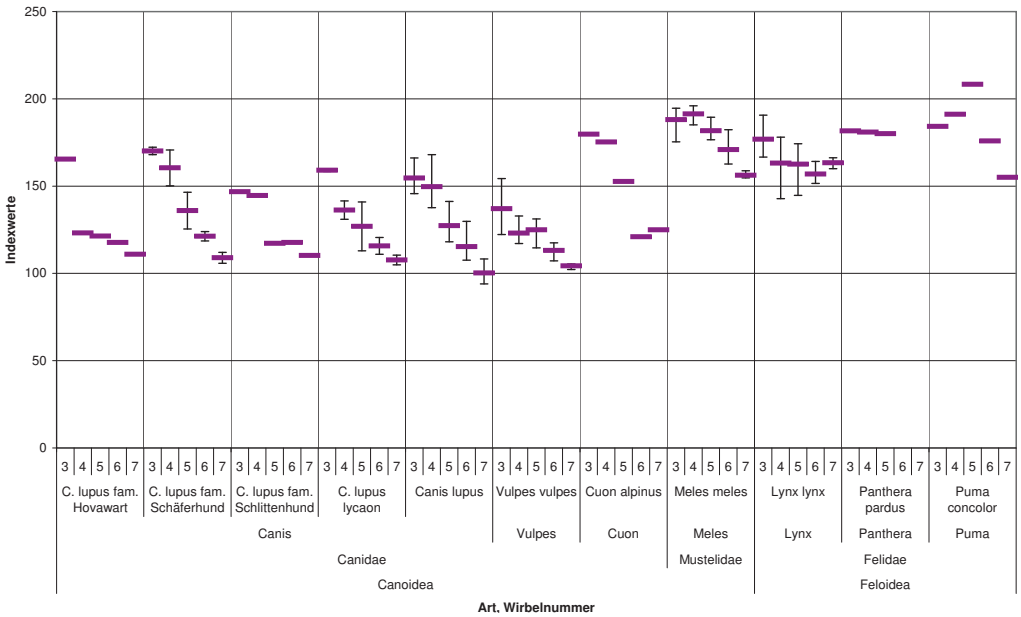
Als Beispiel für die Zuordnung zu einer Art dienen wiederum die Mittelwerte des BFcr/HFcr-Index. In Kombination mit anderen Merkmalen ist es möglich, die Wirbel einer Position und einer Art zuzuordnen. Aufgrund vieler Überschneidungen der Werte gelingt dies jedoch allein anhand des Index nicht. Innerhalb der Gattungen lassen sich an den Mittelwerten der Indices Unterschiede feststellen. Die einzelnen Wirbel der Haushunde (*C. l. familiares*) heben sich deutlich voneinander und von den äquivalenten Wirbeln des Wolfes (*C. lupus*) und des Timberwolfes (*C. l. lycaon*) ab (Abb. 11).

Alle weiteren Tiere (*Vulpes vulpes* = Fuchs, *Cuon alpinus* = Rothund, *Meles meles* = Dachs, *Lynx lynx* = Luchs, *Panthera pardus* = Jaguar, *Puma concolor* = Puma) zeigen das gleiche Bild wie bei der Zuordnung zur Gattung (Abb. 10), da jeweils nur ein Gattungsmitglied in die Studie einbezogen wurde. Die Facies articulares craniales des sechsten und siebten Wirbels des Jaguars (*P. pardus*) konnten aufgrund starker osteologischer Veränderungen nicht in die Analyse aufgenommen werden (z. B. Spondylose, Osteochondrose).

Trennung auf der Artebene anhand des PL-Medians

Nicht nur die Indices, sondern auch die Mediane der Messungen bzw. die Messwerte selbst lassen sich zur Unterstützung der Bestimmungen nutzen. Als Beispiel

Abb. 11 Zuordnung der dritten bis siebten Halswirbel zu einer Art mit Hilfe des BFcr/HFcr-Index.



wird hier der Median der Physiologischen Länge des Wirbelkörpers (PL) aufgeführt.

Die Länge der Cervicalwirbel

Bei den dritten bis siebten Cervicalwirbeln lässt der PL-Median eine kontinuierliche Abnahme der Wirbelkörperlänge erkennen. Ausnahmen bilden hier die Dachse (*Meles meles*), deren siebter Halswirbel ungefähr gleich lang bleibt wie der sechste, und die größeren Katzen *Panthera pardus* (Jaguar) und *Puma concolor* (Puma). Der Verlauf der Wirbellänge des Jaguars konnte nicht vollständig dokumentiert werden, da die Facies articularis der letzten Halswirbel osteologisch verändert sind, so dass eine exakte Messung der PL nicht möglich war. Bei diesem Tier ist der fünfte Halswirbel jedoch länger als der vierte. Beim Puma nimmt die Wirbellänge erst am sechsten Halswirbel nochmals zu, um am siebten Halswirbel wieder geringer zu werden (siehe Abb. 12).

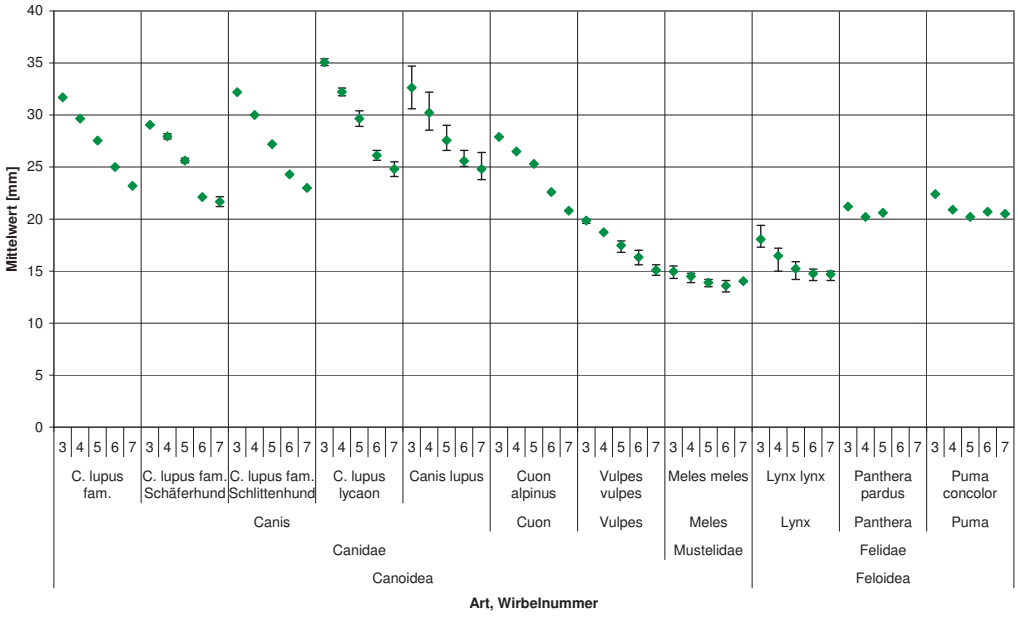
Zusammenfassung der mit Hilfe der Messwerte erzielten Ergebnisse

Das Problem bei der Zuordnung von Wirbeln zu einer systematischen Gruppe oder zu einer Position innerhalb der Halswirbelsäule ist die Überschneidung der Werte. Minimalwerte der einen Gruppe überschneiden sich mit Maximalwerten einer anderen und lassen so keine signifikante Trennung zu. Es ist eine größere Stichprobe erforderlich, um signifikante Werte erreichen zu können.

Bestimmungsschlüssel

Traditionell erfolgt die Orientierung eines Wirbels mit der cranialen Seite nach links weisend, ventral zeigt nach unten. Anhand der Form der Enden des Corpus, den Facies terminalis, lässt sich im Allgemeinen die Ausrichtung der Wirbel recht

Abb. 12 Mittelwerte des PL-Medians der dritten bis siebten Halswirbel auf Artebene.



gut bestimmen: Dorsal „offene“ (nach oben zeigende) Gelenkflächen (Facies articularis) liegen cranial, nach unten zeigende F. articularis nach caudal. Eine Variation bieten hier die Wirbel der Lendenwirbelsäule (Vertebrae lumbales), deren Facies cranial konvex nach oben geöffnet sind und caudal konkav zur Seite zeigen. Ventral („unten“) befindet sich oft eine Leiste, die Crista ventralis, niemals aber ein ausgeprägter Dornfortsatz. Dorsal („oben“) ist die Seite, die nur eine schmale Verbindung zum Corpus vertebrae hat und über dem Foramen vertebrale liegt (= Arcus vertebrae). Meist trägt sie einen mehr oder weniger ausgeprägten Dornfortsatz (Processus spinalis).

Die Zuordnung zu einer bestimmten Art bzw. einem Wirbelsäulenabschnitt erfolgt nach der in der Paläozoologie gängigen Methode des „die-meisten-Treffer-sind das-wahrscheinlichste-Ergebnis“-Prinzips. Hat man beispielsweise sechs mögliche Ergebnisse und vier davon zeigen auf „Canoidea, *Canis* sp. und *Canis lupus*“, so ist davon auszugehen, dass *Canis lupus* das richtige Ergebnis ist. Aufgrund der beschränkten Anzahl von möglichen Bestimmungsmerkmalen und der nicht auszuschließenden Subjektivität kann kein Schlüssel erstellt werden, der nach der Merkmalsabfolge nur einen Schluss zulässt.

Die Schlüssel richten sich hauptsächlich an Merkmalen aus, die auch bei beschädigten Wirbeln im Normalfall gut erhalten bleiben. Eine Ausnahme bildet die Form des Processus spinalis, der vor allem bei Umlagerung der Wirbel (z. B. durch Wasser oder Tiere) leicht beschädigt wird. Die Beschreibung seiner Form wird nur in Ausnahmefällen und zur Ergänzung der anderen Merkmale im Schlüssel angewendet.

Erklärung der im Schlüssel verwendeten Symbole:

√ = vorangegangene Aussage trifft zu
X = Aussage trifft nicht zu
→ = weiter mit bzw. deutet auf …
♦ = weitere Unterscheidung des vorher genannten Merkmals
+/– = annähernd, in etwa
∅ = Durchmesser

Eine Untergliederung (z. B. 4.1, 4.2, 4.2a) dient der Differenzierung eines Merkmals oder der Unterscheidung zweier sich ähnelnder Arten. Wird keine Angabe zum nächsten zu überprüfenden Merkmal gemacht (z. B. von Merkmal 2) → 4.2), ist nach der Reihenfolge der Nennungen vorzugehen.

Verwendete morphologische Bezeichnungen beziehen sich auf die Ausführungen im einleitenden Teil der Arbeit und sind auch im Glossar (Anhang) nachzuschlagen. Skizzen zu den beschreibenden Begriffen (wie halbnierenförmig) befinden sich ebenfalls im Anhang.

Verwendete Abkürzungen im Schlüssel:

V. = Vertebrales
F. = Foramen
Cran. bzw. crann. / caud. bzw. caudd. = Singular bzw. Plural von cranialis bzw. caudalis
Proc. / Procc. = Singular / Plural von Processus
LCDe/H-Index = Länge des Corpus, inklusive des Dens × 100 geteilt durch die Höhe des gesamten Wirbels

Generell folgt der Schlüssel dem Mehrheitsprinzip. Je häufiger die Zuordnung zu einer Art erfolgt, desto wahrscheinlicher ist dies die korrekte Zuordnung. Dabei wird davon ausgegangen, dass alle Merkmale zunächst gleichwertig zu behandeln sind.

Zuordnung zu den Wirbelsäulenabschnitten

1) Wirbel ohne ventral liegendem Corpus, ohne Processus spinalis, mit Alae atlantis
√ → Atlas
X → alle anderen → 2)
2) Wirbel lang gestreckt mit durchgehendem Processus spinalis, cranial +/- spitz zulaufend, caudal breit mit Facies terminalis und F. articulares caud., Dens vorhanden
√ → Axis
X → *V. cervicales* (ohne Atlas/Axis), *thoracales*, *lumbales*, *sacrales* → 3)
3) Wirbel mit Rippenansatzstellen (Fovea costales crann. + caudd.)
√ → *V. thoracales*
X → *V. cervicales*, *lumbales*, *sacrales* → 4)
4) Wirbel mit mehrteiligem Aufbau auf Arcus dorsalis, meist mehrere Wirbel miteinander verschmolzen, Foramen vertebralis sehr flach, Procc. transversarii bilden breite Fläche neben Corpus (Sichtvergleich hier, ebenso wie bei Atlas und Axis, sinnvoll)
√ → *V. sacrales*
X → *V. cervicales*, *V. lumbales* → 5), *V. thoracales* → 3)
5) Ausgeprägter Dornfortsatz (Processus spinalis), konvex/konkav geformte F. articulares crann./caudd., Processus transversarius +/- nach cranial gerichtet
√ → *V. lumbales*
X → *V. cervicales* → 6), *V. thoracales* → 3)
6) Wirbelbogen breit, flach, F. articulares crann./caudd. nach oben resp. unten zeigend, wenig bis gar keine Neigung, mit kleinem, nach caudal zeigendem oder ganz ohne Proc.transversus
√ → *V. cervicales*
X → *V. lumbales* → 5), *V. thoracales* → 3)
7) Nichts von alledem
→ potentiell Schwanzwirbel (*V. caudales*)

Position innerhalb der Abschnitte

Eine Positionsbestimmung ist innerhalb der drei sich ähnlich sehenden Halswirbel (Atlas, Axis und siebter. Halswirbel ausgenommen) bei den meisten Arten nicht einfach. Einige allgemeine Anmerkungen sollen deshalb hier bei der ersten Einordnung helfen, während die genaue Zuordnung zu einer Position innerhalb des Schlüssels für die Halswirbel durch die Zusammensetzung der Merkmale geschehen muss.

Der dritte bis fünfte Halswirbel der Carnivora trägt normalerweise eine Crista ventralis (kann auch nur cranial oder caudal vorhanden sein), die bei dem sechsten und siebten Halswirbel nicht vorhanden ist. Der Dornfortsatz wird caudad länger, während die Wirbelkörper selbst kürzer werden. Die Procc. transversus werden vom dritten bis fünften Halswirbel deutlich breiter, der sechste Halswirbel besitzt plattenförmig verbreiterte Procc. transversus. Das Foramen transversarium wird im Verlauf der Halswirbelsäule breiter. Der siebte Halswirbel weist allerdings kein Foramen transversarium auf. Dieser Wirbel hebt sich in seiner Form deutlich von den anderen Wirbeln ab. Sein Körper ist sehr schmal und hat einen hohen Dornfortsatz, aber nur sehr kurze und schmale Procc. transversus. Bei einigen Arten trägt der siebte Halswirbel caudal Rippenartikulationsstellen.

Schlüssel für die einzelnen Halswirbel

Atlas

1) Foramen alare vorhanden
√ → Dachs (*Meles meles*) oder Herbivore
X → Weiter mit 2)
2) Foramen transversarium beginnt lateral neben Facies articulares caudales und tritt in der Ala atlantis wieder aus

√ → Feloidea → 3), Mustelidae → 1)
X → *Canis*, *Vulpes* → 6)

3) GL kleiner als 4 cm
√ → *Lynx lynx*, kleinere Katzenartige (*Felis sylvestris* z. B.) → 5)
X → Größere Katzenartige → 4)
(evtl. besser durch Index, wegen Jungtieren)

4) Arcus dorsalis deutlich mit spitzem Fortsatz caudal
√ → *Puma concolor*
X → *Panthera pardus* (→ Überprüfung an anderen Exemplaren wäre notwendig!)

4.1) Mündung des Foramen transversarium innen im Arcus dorsalis > 0,3 mm
√ → *Puma concolor*
X → *Panthera pardus*

4.2) Arcus dorsalis cranial deutlich spitz eingekerbt
√ → *Puma concolor*
X → *Panthera pardus*

4.3) Arcus dorsalis caudal mittig abgerundeter bis zugespitzter Fortsatz
√ → *Panthera pardus*
X → *Puma concolor?*

Insgesamt ist 4.3 als wenig geeignetes Merkmal zu bezeichnen. Die Form des Fortsatzes kann von der physischen Verfassung abhängig sein und der Fortsatz selbst kann bei beschädigten Wirbeln fehlen.

5) Alae atlantis cranial an den Spitzen tiefer gezogen als die Verbindungsstelle mit dem Corpus, z. T. nach medial eingebogen
√ → *Felis sylvestris*
X → +/– eine Höhe mit der Verbindung zum Corpus: *Lynx lynx*

6) Bezieht sich auf Canoidea mit Ausnahme von *Meles* (Dachs):

6.1) GL < 29 mm
√ → *Vulpes vulpes* oder kleiner Haushund
X → Größerer Canoidea

6.2) Foramen transversarium ohne sichtbaren Durchtritt zum Inneren des Arcus dorsalis
√ → *Cuon alpinus*, weiteres Merkmal 6.3e)
X → Alle anderen untersuchten Canoidea → 6.3)

6.3) Das Foramen transversarium:

6.3a) Foramen transversarium deutlich durchgehend von lateral nach dorsal, ∅ mehr als 4 mm, mit leicht cranial liegendem Foramen zur Innenseite des Wirbelkanals
√ → *Canis lupus lycaon*, Timberwolf
X → Andere, → 6.3b, e)

6.3b) Foramen transversarium durchgehend von lateral nach dorsal, bei Aufsicht von dorsal und ventral mehr oder weniger schmaler Durchgang sichtbar, leicht craniad liegendes Foramen zur Innenseite des Wirbelkanals
√ → *Canis lupus familiares*
X → Andere → 6.3c, e)

6.3c) Foramen transversarium durchgehend von lateral nach dorsal, Durchgang nur bei leichter Schräglage des Wirbels von lateral und dorsal sichtbar
√ → 6.3d)
X → 6.3 a, b, e)

6.3d) Foramen transversarium leicht craniad liegend, langgezogen elliptisch; Foramen läuft zur Innenseite des Wirbelkanals
√ → *Canis lupus* (Grauwolf)
(Ausnahme: 18491 sinistral)
X → Andere, 6.3e)

6.3e) Foramen transversarium rund
♦ Kein deutliches Foramen zur Wirbelkanalinnenseite → *Cuon alpinus*
♦ Kleines, aber deutliches Foramen zur Wirbelkanalinnenseite → *Vulpes vulpes*

Axis

1) Form der Facies articularis caudalis
♦ Gestreckt fünfeckig → Canoidea außer *Meles meles* und *Cuon alpinus*
♦ Halbnierenförmig → *Lynx lynx*, *Meles meles* und *Panthera pardus*
♦ Gestreckt – sechseckig → *Cuon alpinus*
♦ Leicht gestreckt sechseckig → *Puma concolor*
Insgesamt kein verlässliches Merkmal; weiter mit 2)
2) Beginn des Processus spinalis
♦ +/– auf einer Linie mit dem Dens – leicht caudad des Dens → Canoidea
♦ Caudad – deutlich caudad des Dens → Feloidea
3) Ende des Processus spinalis caudal horizontal abfallend
√ → Canoidea außer *Cuon alpinus*, weiter mit 5)
X → Alle anderen
3a) Mit einer Ausbeulung caudad → √ → *Cuon alpinus*
3b) Spitz, nicht hochgezogen, craniad stark eingebuchtet → √ → *Puma concolor*
3c) Ventrad abgerundet, craniad stark eingebuchtet → √ → *Panthera pardus*
3d) Hochgezogen, spitz, craniad eingebuchtet → √ → *Lynx lynx* und *Meles meles*, weiter mit 4
4) Crista ventralis durchgehend
√ → 4a)
X → 5)
4a) Crista ventralis gut ausgeprägt
√ → *Vulpes vulpes*
X → 4b)
4b) Crista ventralis wenig ausgeprägt
√ → Feloidea, weiter mit 2), 3) oder 7)
5) Crista ventralis unterbrochen oder nur teilweise ausgeprägt
√ → Canoidea außer *Vulpes vulpes*, weiter mit 5a)
X → Feloidea und *Vulpes vulpes* (siehe 4a) und b)
5a) Mittig unterbrochen, cranial und caudal stark ausgeprägt
√ → *C. lupus* sp., weiter mit 6)
5b) Wenig ausgeprägt, caudal vorhanden
√ → *Meles meles*
5c) Nicht ausgeprägt, aber cranial vorhanden
√ → *Cuon alpinus*
6) Aufsicht auf den Processus spinales caudal
♦ Stumpf → weiter mit 6a)
♦ Spitz, nicht gespalten → Feloidea (weiter mit 7) und *Meles meles*
6a) Gespalten → √ → *Canis lupus familiaris*
X → *Canis lupus*, *C. lupus lycaon* und *Cuon alpinus*
7) Bei Feloidea: LCDe/H-Index unter 130
√ → *Lynx lynx*
X → *Panthera pardus* (+/– 130) und *Puma concolor* (+/– 132 beim juvenilen Tier)

Der Axis der *Canis lupus* und der *Canis lupus lycaon* sind jeweils nicht eindeutig anhand der untersuchten morphologischen Merkmale und der Messwerte von der anderen Art zu trennen.

Restliche Halswirbel (außer Atlas und Axis)

3. Cervicalwirbel

1) Aufsicht Arcus vertebrae rechteckig
√ → Canoidea, weiter mit 2)
X → Feloidea und *Meles meles*, weiter mit 3)
2) Aufsicht Arcus vertebrae rechteckig und tailliert
√ → *Canis sp.* weiter mit 4)
X → Mit Ausbuchtung craniad
√ → *Cuon alpinus*
X → *Vulpes vulpes*
3) Aufsicht Arcus vertebrae x-förmig

√ → *Meles meles*
X → Eher quadratisch bis deutlich quadratisch → Feloidea, weiter mit 4)

4) Crista ventralis durchgehend
√ → Weiter mit 4a)
X → Tritt bei den untersuchten Tieren nicht auf
4a) Gut ausgeprägt
√ → *Vulpes vulpes*
X → 4b)
4b) Ausgeprägt
√ → *Canis lupus familiaris*, *Canis lupus lycaon* (caudad stärker)
X → 4c)
4c) Vorhanden (= vorhanden, aber nicht auffällig deutlich oder schwach)
√ → Feloidea
♦ Durchgehend → *Puma concolor*, *Lynx lynx*; weiter mit 6)
♦ Caudal zweigeteilt → *Panthera pardus*
X → Weiter mit 4d)
4d) Kaum vorhanden (= schwach)
♦ Caudad stark, durchgehend → *Canis lupus*
♦ Caudad stärker und dreigeteilt → *Meles meles*

5) Form der Facies articularis caudalis gestreckt sechseckig
√ → *Canis* sp.(*Vulpes*: fünf- bis sechseckig), weiter mit 8)
X → Weiter mit 6)

6) Form der Facies articularis caudalis halbnierenförmig
√ → *Lynx lynx*, *Panthera pardus* und *Meles meles*, weiter mit 6a)
X → Weiter mit 7)
6a) Halbnierenförmig mit 2 Crista ventralis-Enden sichtbar
√ → *Lynx lynx*, *Panthera pardus*
X → *Meles meles* (mit 3 Crista ventralis-Enden)

7) Form der Facies articularis caudalis gestreckt fünfeckig
√ → 7a)
X → Zurück zu 5) oder anderen Punkt wählen
7a) Mit deutlichem Crista ventralis-Ende
√ → *Vulpes vulpes* (kann fünf- oder sechseckig erscheinen)
X → Weiter mit 7b)
7b) Ohne sichtbares Crista ventralis-Ende
√ → *Puma concolor*
X → Zurück zu 5) oder anderen Punkt wählen

8) Form Processus spinalis
♦ Kaum vorhanden bis vorhanden, im Bogen durchgehend → *C .l .familiaris*
♦ Ausgeprägt, durchgehend, ab medial höherer Bogen → *C .l .lycaon*
♦ Ausgeprägt, durchgehend, gleichmäßiger Bogen → *Vulpes vulpes*
♦ Gut ausgeprägt, durchgehend, Bogen ca. medial am höchsten → *C. lupus*
♦ Schwach vorhanden, sehr niedriger Bogen durchgehend → *Cuon alpinus*
♦ Gut ausgeprägt, steigt gleichmäßig caudad an, abruptes Ende caudal → *Meles meles*
♦ Gut ausgeprägt, durchgehend, ab medial steiler Bogen → *Puma concolor* (könnte beschädigt sein)
♦ Gut bis sehr gut ausgeprägt, Haifischflossenartig ab kurz hinter cranial → *Lynx lynx*
♦ Wellenförmig, medial eingebuchtet, sonst ausgeprägt → *Panthera pardus*, möglicherweise beschädigt

Die Form des Processus spinalis kann irreführend sein (Beschädigungen leicht möglich, da fragil).

4. Cervicalwirbel

1) Aufsicht auf den Arcus vertebrae: rechteckig, deutlich tailliert
√ → *Canis* sp., *Vulpes vulpes*; weiter mit 2)
X → Alle anderen, weiter mit 1a)
1a) Rechteckig mit Einbuchtung medial der Procc. articulares craniales
√ → *Cuon alpinus*

X → Anders, weiter mit 1b)
1b) Mehr oder weniger quadratisch bis trapezförmig
√ → Felidae
X → Weiter mit 1c)
1c) Breit x-förmig
√ → *Meles meles*
X → Zurück zu 1) oder weiter mit 2)
2) Merkmal der Processus articulares caudales
2a) Deutlich dorsad hochgezogen
√ → *Canis* sp.
X → Weiter mit 2b)
2b) Dorsad hochgezogen
√ → *ulpes vulpes*
X → Weiter mit 2c)
2c) Wenig dorsad hochgezogen
√ → *Cuon alpinus*, *Meles meles*, *Panthera pardus*; weiter mit 3
X → Weiter mit 2d)
2d) Annähernd flach
√ → *Lynx lynx*, *Puma concolor*
X → Zurück zu 2) oder weiter mit 3)
3) Form und Ausprägung der Crista ventralis
3a) Crista ist vorhanden, caudal dreigeteilt
√ → *Meles meles*
X → Alle anderen, weiter mit 3b)
3b) Crista ist caudal zweigeteilt
√ → *Cuon alpinus*, *Lynx lynx*, *Panthera pardus*, *Vulpes vulpes*;
♦ Crista ist gut ausgeprägt → *Vulpes vulpes*
♦ Crista ist vorhanden, nicht auffällig ausgebildet → *Lynx lynx*, *Panthera pardus*
♦ Crista ist kaum vorhanden → *Cuon alpinus*
X → Weiter mit 3c)
3c) Crista ist nicht geteilt, caudad stark, ansonsten nur gut ausgeprägt
√ → *Canis* sp.
X → Crista ist nicht geteilt, durchgehend vorhanden → *Puma concolor*
4) Form der Facies articulares craniales gestreckt fünf- bis sechseckig
√ → *Canis* sp.
X → Weiter mit 4a)
4a) Form ist fünfeckig
√ → *Cuon alpinus* (oder *Canis sp.*)
X → Weiter mit 4b)
4b) Form ist herzförmig
√ → *Vulpes vulpes*
X → Felidae, *Meles meles*, weiter mit 4c)
4c) Form ist halbnierenförmig
√ → *Puma concolor*, *Lynx lynx*
X → Form ist nierenförmig → *Meles meles*, *Panthera pardus*; weiter mit 5b)
5) Form der Facies articulares caudales
5a) Sechseckig mit einem deutlichem Crista ventralis-Ende
√ → *Canis* sp., manchmal *Vulpes vulpes*
X → Weiter mit 5b)
5b) Sechseckig mit zwei deutlichen Crista ventralis-Enden
√ → *Cuon alpinus*, *Vulpes vulpes*
X → Weiter mit 5c)
5c) Sechseckig ohne sichtbares Crista ventralis-Ende
√ → *Puma concolor*
X → Weiter mit 5c)
5d) Halbnierenförmig mit zwei sichtbaren Crista ventralis-Enden
√ → *Lynx lynx*, *Panthera pardus*
X → Weiter mit 5d)
5e) Halbnierenförmig mit drei sichtbaren Crista ventralis-Enden
√ → *Meles meles*
X → Zurück zu 5)

5. Cervicalwirbel

1) Aufsicht Arcus vertebrae
1a) Rechteckig, tailliert-schmetterlingsförmig, lateral leicht hochgezogen
√ → *Canis* sp.
X → 1b
1b) Rechteckig, tailliert, evtl. lateral

leicht hochgezogen
√ → *Vulpes, Cuon*
X → 1c
1c) Breit x-förmig
√ → *Meles meles*
X → 1d
1d) Mehr oder weniger rechteckig, nicht tailliert
√ → Feloidea
X → Zurück zu 1a oder weiter mit 2

2) Crista ventralis
♦ Nicht vorhanden → *Cuon alpinus*
♦ Vorhanden, weiter mit 2a)
2a) Wenig vorhanden, caudal breit
√ → *Panthera pardus*
X → Weiter mit 2b)
2b) Schwach ausgeprägt, caudad dreigeteilt aber flach
√ → *Meles meles*, z. T. *Vulpes vulpes* → 2c)
X → Weiter mit 2d)
2c) Gut ausgeprägt, caudad zweigeteilt
√ → *Vulpes vulpes*
X → Weiter mit 2d)
2d) Schwach ausgeprägt, caudad zweigeteilt
√ → *Lynx lynx*, evtl. auch *Canis* sp. → weiter mit 2e)
X → Weiter mit 2e)
2e) Ausgeprägt, caudad zweigeteilt
√ → Hovawart, Schäferhund, Wolf
X → Weiter mit 2f)
2f) Ausgeprägt, durchgehend ohne Teilung
√ → *Canis* sp., *Puma concolor*
X → Zurück zu 2) oder weiter mit 3)

3) Form der Facies articularis cranialis annähernd rund
♦ Mit 1 bis 2 Crista ventralis → *Canis* sp.
♦ Mit 3 Crista ventralis → *Vulpes vulpes*
♦ Ohne Crista ventralis → *Cuon alpinus*
X → Weiter mit 3a)
3a) Halbnierenförmig mit dreifacher Crista ventralis
√ → *Meles meles*
X → Feloidea
3b) Breitelliptisch mit zweifacher Crista ventralis
√ → *Lynx lynx*
X → Weiter mit 3c)
3c) Fünf- bis sechseckig ohne Crista ventralis
√ → *Puma concolor*
Dieses Merkmal konnte für *Panthera pardus* aufgrund osteologisch nicht deutbarer Abweichungen am ausgeliehenen Originalmaterial nicht bearbeitet werden, weiter mit 4).

4) Form der Facies articulares caudales fünfeckig bis herzförmig
√ → *Canis* sp.
X → Weiter mit 4a)
4a) Herzförmig
√ → *Vulpes vulpes*
X → Weiter mit 4b)
4b) Sechseckig
√ → *Cuon alpinus*
X → Weiter mit 4c)
4c) Nierenförmig
√ → *Meles meles*, *Panthera pardus*, weiter mit 2)
X → Weiter mit 4d)
4d) Halbnierenförmig
√ → *Lynx lynx, Puma concolor, Cuon alpinus*; weiter mit 2) oder 3)
X → Zurück zu 4 oder 1

Die Spitze des Processus spinalis ist bei *Vulpes* und *Panthera* verbreitert bzw. höckerartig verdickt.

6. Cervicalwirbel

Beim sechsten und siebten Halswirbel ist eine Zuordnung aufgrund der dorsalen Form des Arcus dorsalis oder anderer zuvor benutzter Merkmale nicht mehr sicher möglich.

1) Form und Ausprägung der Procc. art. caudd.: Mit Protuberanz dorsad
√ → Canidae und Mustelidae ohne *Cuon alpinus*

X → Weiter mit 1a)
1a) Annähernd flach
√ → *Cuon alpinus*, *Panthera pardus*
X → flach → Felidae ohne *Panthera pardus*
2) Form des Arcus dorsalis cranial (Negativform) ausgerandet
√ → *Canis lupus familiares*
X → Weiter mit 1a)
2a) Abgerundet
√ → *Canis lupus lycaon, Canis lupus,* evtl. *Cuon alpinus*
X → Weiter mit 1b)
2b) An den Ecken abgerundetes Quadrat
√ → *Lynx lynx*
X → Weiter mit 1c)
2c) Zugespitzt
√ → *Meles meles*
X → Weiter mit 1d)
2d) Trapezförmig
√ → *Vulpes vulpes*
X → Weiter mit 1e)
2e) Ungefähr trapezförmig, mit durchhängender Längsseite
√ → *Panthera pardus*
X → 1f
2f) Ungefähr fünfeckig
√ → *Puma concolor*
X → Zurück zu 1) oder weiter mit 3)
3) Form Arcus dorsalis caudal (Negativform) nahezu flach
√ → *Lynx lynx*
X → Weiter mit 3a)
3a) Wellenförmig
√ → *Puma concolor*
X → Alle anderen, von V-förmig über spitz eingekerbt bis abgerundet; Keine sichere Zuordnung zu einer Gattung oder Art möglich
4) Crista ventralis vorhanden, sichtbar und tastbar, durchgehend
√ → *Vulpes vulpes*, Felidae, *Canis lupus lycaon*
X → Weiter mit 4a)
4a) Durchgehend, aber nur schwach vorhanden (wenig sichtbar, aber tastbar)
√ → *Meles meles*, *Canis lupus familiares*, *Canis lupus*, *Cuon alpinus*
5) Facies articulares craniales :
♦ Apfelförmig → *Canis* sp.
♦ Annähernd rund → *Cuon alpinus*
♦ Halbnierenförmig → Felidae (für *Panthera pardus* kein Urteil möglich)
♦ Nierenförmig → *Meles meles*
♦ Herzförmig → *Vulpes vulpes*
6) Facies articulares caudales annähernd rund
√ → Alle außer *Meles meles* (diese haben eine halbnierenförmige F. art. caud.)

Die Spitze des Processus spinalis ist bei den Canoidea und *Panthera pardus* caudad verbreitert (lanzettlich, pfeil- oder löffelförmig), bei den anderen Felidae ist keine auffällige Verbreiterung festzustellen. Bei *Meles meles* kann die Spitze auch undifferenziert höckerig verdickt sein. Bei *Puma concolor* fällt die starke Biegung des Processus (konkav nach cranial, konvex nach caudal) auf.

7. Cervicalwirbel

1) Facies articulares craniales:
♦ Herzförmig → Canoidea ohne *Meles meles* und *Cuon alpinus*
♦ Halbnierenförmig → *Meles meles*, *Lynx lynx*
♦ Apfelförmig bis rund → *Cuon alpinus*
♦ Ungefähr fünfeckig → *Puma concolor*

Für *Panthera pardus* kann keine Aussage getroffen werden.
2) Facies articulares caudales:
♦ mit deutlicher Rippenartikulationsfläche → *Meles meles, Puma concolor* → Form ist elliptisch → 3)
♦ Rippenartikulationsfläche vorhanden → *Canis lupus familiares*, teilweise *Vulpes vulpes* (nicht Nr. 17217) → 2a)
♦ Keine Rippenartikulationsfläche →

Alle anderen → 2a)
2a) Form der Facies:
♦ Elliptisch → *Vulpes vulpes, Meles meles, Puma concolor*
♦ Rund bis annähernd elliptisch → *Canis* sp., *Cuon alpinus*, *Lynx lynx, Vulpes vulpes* Nr. 17217

3) Crista ventralis:
♦ deutlich ausgebildet, durchgehend, caudal breiter werdend → *Vulpes vulpes*
♦ Wenig vorhanden, aber durchgehend → Felidae, *Meles meles*, ein *Canis lupus lycaon* (Nr. 19813)
♦ Nur cranial bis medial vorhanden, schwach ausgeprägt → *Canis lupus*
♦ Nur cranial vorhanden, schwach ausgeprägt → *Canis lupus familiares, Canis lupus lycaon* (Nr. 17913)
♦ Nicht vorhanden → *Cuon alpinus*

4) Form und Ausprägung der Processus articulares caudales:
♦ Mit kleiner Protuberanz dorsal → *Canis* sp.
♦ Kleine Protuberanz dorsal Richtung medial → *Vulpes vulpes*, *Meles meles*
♦ Keine Protuberanz → *Lynx lynx*, *Panthera pardus*
♦ Nur eine Aufrauung dorsal → *Cuon alpinus*, *Puma concolor*

Anhand der anderen morphologischen Merkmale ist keine sichere Zuordnung möglich.

Nachbestimmung der Sammlungsstücke

Die in der Sammlung des NLMH enthaltenen Halswirbel von Carnivoren sind aufgrund der oben erwähnten taphonomischen Begleiterscheinungen des eiszeitlichen Kiestransports größtenteils stark beschädigt.

- Atlas: SaNr. 1054 (Abb. 13), SaNr. 2483 (Abb. 14)
- Axis: SaNr. 293 (Abb. 15)
- Restliche Halswirbel (Abb. 16): SaNr. 5101, SaNr. 419, SaNr. 3100, SaNr. 3101, SaNr. 3333



Abb. 13 Atlas. SaNr. 1054 Dorsalansicht, Pfeil = Richtung cranial; Maßstab 1 cm.

Abb. 14 Atlas. SaNr. 2483 Dorsalansicht, Pfeil = Richtung cranial; Maßstab 1 cm.

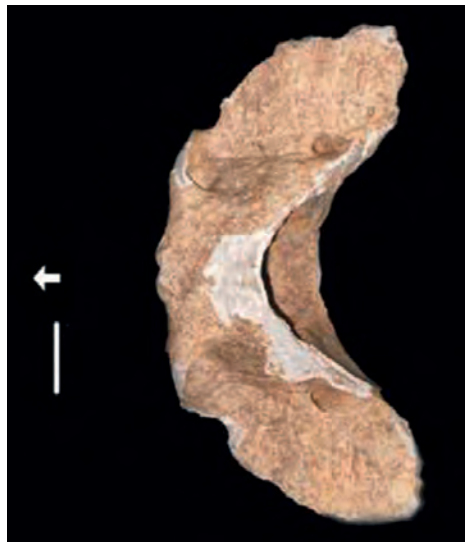




Abb. 15 Axis aus der Sammlung. SaNr. 293. Lateralansicht. Pfeil = Richtung cranial, Maßstab 1 cm.

Bestimmungsschlüssel Atlas

Messwerte, Indices

Der Atlas mit der Sammlungsnummer 2483 ist stark beschädigt. Die Messwerte erlauben aus diesem Grund keine Zuordnung.

Der Atlas mit der SaNr. 1054 dagegen ist nahezu vollständig erhalten und hat nur leichte Beschädigungen an den Foveae articulares craniales. Die aus den Messwerten (Einzelmessung) errechneten Indices sind annähernd gleich denen der rezenten Schäferhunde. Der GLF/H (Gesamte Länge von der Facies articularis cranialis zur Facies articularis caudalis mal 100 geteilt durch die Gesamthöhe) Indexwert liegt zwischen dem des Schäferhundes und des Hovawarts.

SaNr. 1054

1) Kein Foramen alare vorhanden.
2) Foramen transversarium beginnt nicht lateral neben den Facies articulares caudales
6.1) GL > 29 mm
6.2) Foramen transversarium mit sichtbarem Durchtritt zum Inneren des Arcus dorsalis
6.3a) Foramen transversarium im Durchmesser nicht größer als 4 mm
6.3b) Foramen transversarium durchgehend von lateral nach dorsal, bei Aufsicht von dorsal und ventral mehr oder weniger schmaler Durchgang sichtbar, leicht cranial liegendes Foramen zur Innenseite des Wirbelkanals
√ → *Canis lupus familiares*

SaNr. 2483

1) Kein Foramen alare vorhanden
2) Foramen transversarium beginnt nicht lateral neben den Facies articulares caudales
6.1) GL > 29 mm, trotz Beschädigung deutlich länger
6.2) Foramen transversarium mit sichtbarem Durchtritt zum Inneren des Arcus dorsalis
6.3a) Foramen transversarium im Durchmesser nicht größer als 4 mm

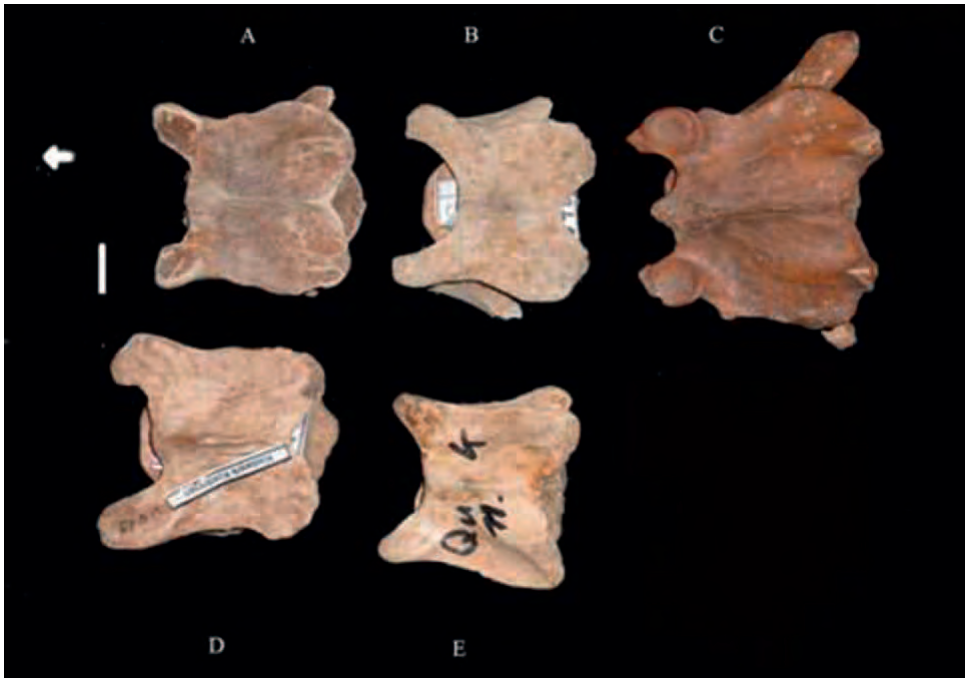


Abb. 16 Restliche Halswirbel aus der Sammlung. Dorsalansichten. A = Nr. 3101; B = Nr. 3100; C = Nr. 3333; D = Nr. 419; E = Nr. 421; Pfeil = Richtung cranial; Maßstab 1 cm.

6.3c) Foramen transversarium durchgehend von lateral nach dorsal, Durchgang nur bei leichter Schräglage des Wirbels von lateral nach dorsal sichtbar
6.3d) Foramen transversarium (von ventral gesehen) langgezogen elliptisch, Foramen zur Innenseite des Wirbelkanals
√ → *Canis lupus*
Da die Ausmaße dieses Atlas nicht an die der adulten rezenten Wölfe heranreichen und die Facies articulares craniales und caudales stellenweise (ebenso wie die Substantia compacta an anderen Stellen) abgeplatzt ist, wäre es möglich, dass dieser Atlas zu einem Jungtier gehört.

Zuordnung Axis, SaNr. 293

Der Wert des SBV/LCDe-Index (kleinste Breite des Wirbelkörpers x 100 geteilt durch die Länge des Corpus inkl. des Dens, der einzige der hier zu berechnen ist, da der Knochen stark beschädigt ist) liegt mit 39,1 zwischen dem des Pumas (35,59) und des Timberwolfes (41,42).
1) Die Form der Facies articularis caudalis ist gestreckt fünfeckig → Canoidea
2) Der Beginn des Processus spinalis liegt leicht caudad des Dens → Canoidea
3) Ende des Processus spinalis schwer zu beurteilen, da dorsaler Teil stark beschädigt
4) Crista ventralis ist nicht durchgehend → Canoidea
5a) Crista ventralis ist mittig unterbrochen, cranial und caudal stark ausgeprägt → *Canis* sp.
6) Aufsicht auf den Processus spinalis caudal (von dorsal) ist 6a), gespalten
√ → *Canis lupus familiares*

Zuordnung Restliche Halswirbel

Die Wirbel mit den Nummern 3100, 419, 3101, 421 und 3333 wurden anhand des Verlaufes ihrer *Crista ventralis* und des *Processus spinalis* als 3. Halswirbel eingestuft. Als Bestimmungsbeispiel wird hier der Wirbel 3333 herangezogen.

Sa.Nr. 3333

Der BFcr/HFcr-Index des Wirbels 3333 liegt mit 162,5 zwischen dem Hovawart (165,44) und dem Timberwolf (159,06). Der BFcd/HFcd-Index liegt mit 143,08 zwischen dem Schäferhund (147,3) und dem Timberwolf (138,9).
Der PL-Wert liegt mit 28,8 mm dem PL-Median des Schäferhundes am nächsten (29,05 mm).

1) Aufsicht Arcus vertebrae rechteckig
√ → Canoidea
2) Aufsicht Arcus vertebrae rechteckig und tailliert
√ → *Canis* sp
4) Crista ventralis durchgehend
√ → Weiter mit 4a
4a) Gut ausgeprägt
X → 4b
4b) Ausgeprägt
X → 4c) → X → 4d
4d) Kaum vorhanden (=schwach)
→ Caudad stark, durchgehend → *Canis lupus*
5) Form der Facies articularis caudalis gestreckt sechseckig
√ → *Canis* sp.
8) Form Processus spinalis
♦ Kaum vorhanden bis vorhanden, im Bogen durchgehend → *C .l. familiaris*
♦ Gut ausgeprägt, durchgehend, Bogen ca. medial am höchsten → *C. lupus*
→ Schlecht zu beurteilen, da möglicherweise beschädigt. Die Form der Crista ventralis spricht eher für einen Wolf, die Messwerte eher für einen Haushund.
Ergebnis: *Canis* sp.

Ergebnisse der Nachbestimmung

SaNr. 1054: *Canis lupus familiares*
SaNr. 2483: *Canis lupus*
SaNr. 293: *Canis lupus familiares*
SaNr. 421: *Canis lupus familiares* (juvenil)
SaNr. 3100: *Canis lupus familiares*
SaNr. 419: *Canis lupus*
SaNr. 3101: *Canis lupus* subadult oder kleinerer Haushund ohne Crista ventralis.
SaNr. 3333: *Canis sp*

Diskussion

Die Erstellung des Schlüssels hat einige Fakten zu Tage gebracht, die nicht in den zu Rate gezogenen Anatomiebüchern erwähnt werden. Ein Beispiel hierfür ist die Unterscheidungsmöglichkeit von Canidae zu Felidae und Melinae anhand des Verlaufes des Foramen transversarium.

Merkmale, die häufig zur Bestimmung herangezogen werden, wie z. B. die Alae atlantis, haben sich zur Bestimmung als ungeeignet herausgestellt. Sie sind ebenso wie die Form der Processus und die Ausprägung von Protuberanzen eher individual- und nicht speziesspezifisch. Ihr Aussehen scheint mit der individuellen „Fitness“ und Körperform zusammenzuhängen (Abb. 17). Abgesehen von der Abhängigkeit der Perspektive (wie auf Abb. 17; Wolfswirbel = leicht dorsolaterale Ansicht, Wirbel in der Mitte des Bildes = dorsal) zeigen die Tiere z. B. unterschiedlich breite Wirbelbögen (z. B. Q, R) und unterschiedlich hohe Proccessus transversus (C–E).

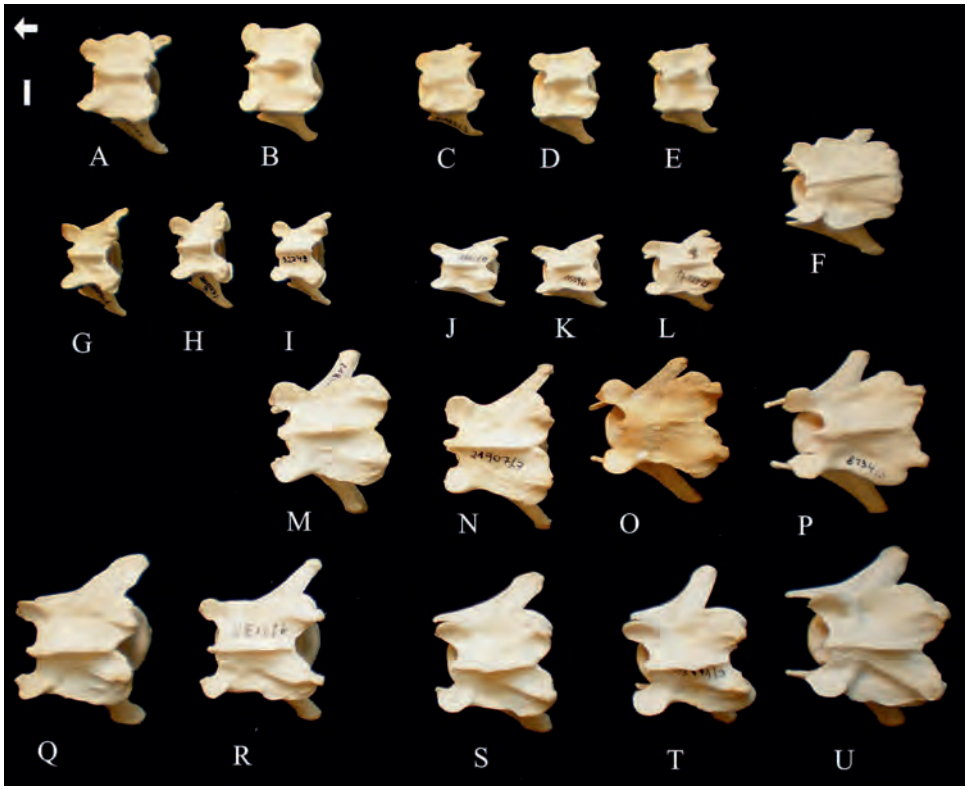


Abb. 17 Dritter Cervicalwirbel, Aufsicht von dorsal. Beispiel der unterschiedlichen Ausprägungen von Merkmalen. A = *Panthera pardus*; B = *Puma concolor*; C - E = *Lynx lynx*; F = *Cuon alpinus*; G - I = *Meles meles*; J - L = *Vulpes vulpes*; M, N = *C. l. familiares*, Schäferhund; O = *C. l. familiares*, Hovawart; Q, R = *C. l. lycaon*; S - U = *C. lupus*. – Pfeil = Richtung cranial; Maßstab 1 cm.

Bei der Zuordnung der Dachs-Wirbel traten bemerkenswerte Charakteristika zu Tage. Der in der aktuellen Systematik mit den Hundeartigen in eine Überfamilie gestellte Dachs weist häufig den Feloidea deutlich ähnlichere Charakteristika auf als hundeartige Merkmale. Die Autapomorphien, die er außerdem zeigt, sind weniger überraschend. Er hat nicht nur eine andere Ernährungsweise, sondern auch eine vollständig andere Lebensart als die Hundeartigen. Für die z. T. hohe Ähnlichkeit mit den Katzenartigen (beispielsweise die Form der Facies articulares caudales der Halswirbel, die häufig mit der der Katzenartigen übereinstimmt) hat sich jedoch noch keine Erklärung gefunden. Weitere osteologische Studien wären hier sinnvoll.

Die Rassezuordnung der Wirbel von wolfsähnlichen Haushunderassen mit ungefähr gleicher Größe ist, soweit in dieser Studie ersichtlich, nahezu unmöglich. Die Morphologie der Wirbel gleicht sich

in vielen Charakteristika sehr und ist auch innerhalb der Rassen sehr verschieden. Eine Unterscheidung vom Wolf ist ebenfalls in vielen Fällen zumindest schwierig und fällt mit fossilen, abgerollten oder auf sonst eine Weise beschädigten Knochen noch schwerer. Dieses Ergebnis stimmt mit der Studie von Wayne (1986) überein, der anhand morphologischer Maße von Extremitätenknochen keinen signifikanten Unterschied zwischen Wolfsartigen Caniden und Haushunden gleicher Größe feststellen konnte. Hunde anderer Größen und stärker herausgezüchteten Formen als die untersuchten besitzen möglicherweise genügend eigenständige Charakteristika für eine Artbestimmung. Ein Chihuahua, Bernhardiner, Dackel oder eine Dogge sind vermutlich aufgrund der Größenunterschiede nicht so schwer vom Wolf oder untereinander zu unterscheiden. Allerdings wäre die Frage nach den genauen morphologischen Merkmalen sehr interessant. Für andere Skelettelemente wurden durchaus Variationen belegt, die eine Unterscheidung möglich machen (z. B. Schädel, Fossa temporalis; Kostadinov et al. 2006).

Eine sichere Zuordnung von *Canis lupus* sp. zu Haushund oder Wolf wird weiterhin hauptsächlich von Schädelmerkmalen und vor allem dem allgemeinen Umfeld des Fundes abhängig sein. Sind an der Fundstelle Hinweise vorhanden, die auf eine enge Beziehung des gefundenen Tieres zum Menschen schließen lassen, liegt der Schluss nahe, dass es domestizierte Tiere waren. In Pompeji beispielsweise wurden diverse Überreste von Caniden gefunden und verschiedenen Haushundtypen zugeordnet (Zedda et al. 2006). Eine relativ sichere Bestimmung ist allerdings beim *Cuon alpinus* möglich, der sich in vielen Merkmalen nicht nur stark von den Katzen-, sondern auch von den Hundeartigen unterscheidet. Als Beispiel sei hier der Verlauf des Foramen transversarium beim Atlas, die caudale Form des Processus spinalis des Axis und das Fehlen oder die nur sehr schwache Ausprägung des Processus spinalis beim dritten bis fünften Halswirbel erwähnt.

Der geringe Probenumfang und die geringe Diversität der in dieser Pilotstudie aufgenommenen Spezies stellen ein Problem dar. Es ist möglich, dass andere Arten ähnliche Merkmale aufweisen wie die der beschriebenen. Um diese Möglichkeit bzw. dieses Risiko auszuschließen, müssten viele Exemplare aller mit den Studienobjekten in näherer und weiterer Verwandtschaft stehenden Arten untersucht werden. Es ist zu hoffen, dass die vorliegende Arbeit nur der erste Schritt zu umfangreicheren, vollständigeren Schlüsseln darstellt. Durch eine unwillkürliche Wahl der zwei bzw. drei verschiedenen Individuen wird ein Einblick in die intraspezifische Diversität der Arten Wolf, Timberwolf, Schäferhund, Fuchs, Luchs und Dachs gewonnen. Um mittels der Messwerte oder der Beschreibungen einen exakten, objektiven Schlüssel erstellen zu können, müssten sehr viel mehr Exemplare unterschiedlicher Habitate, Fitnesszustände und Alterstufen untersucht werden. Trotz der nur geringen Verwendbarkeit der Messwerte in dieser Studie bilden sie eine Basis für weitere Studien. Durch die Erhöhung der Probenzahl könnten signifikante Unterschiede anhand der Messwerte herausgearbeitet werden. Einige der berechneten Indices, Mini- und Maximalwerte geben zumindest Anhaltspunkte für die Bestimmung. Hierin rechtfertigt sich der hohe Zeitaufwand, der für die Messungen erforderlich war. Die Indices sind nützlich, um eine Zuordnung durch eine Bestimmung mit anderen Merkmalen zu unterstützen. Auch zeigen sie einige Merkmale auf, die ohne die Messungen und Berechnungen schwieriger zu

entdecken wären. Ein Beispiel hierfür ist die Abnahme des Verhältnisses der Breite zur Höhe der Facies articulares craniales der Gattung *Canis*. Im Unterschied zu den anderen Gattungen verläuft diese Abnahme nahezu linear von cranial nach caudal, während bei den anderen Gattungen (*Vulpes*, *Cuon*, *Lynx* und *Puma*) einer der mittleren Halswirbel noch einmal ein deutlich verändertes Verhältnis zeigt. Auffällig ist die deutliche Verbreiterung der Facies articulares caudales des siebten Halswirbels, die bei allen Arten auftritt. Dieses Merkmal ist durch den Übergang zu den breiteren Brustwirbeln zu erklären und bildet einen guten Anhaltspunkt für die Zuordnung dieses Wirbels, wenn mehrere Halswirbel des gleichen Tieres vorliegen.

Aufgrund der kleinen Stichprobe ist keine Aussage zu der Richtung der jeweiligen Abweichungen möglich, d. h., es ist nicht möglich zu entscheiden, ob der Maximalwert beispielsweise der Dachse ungewöhnlich hoch oder der Minimalwert besonders niedrig ist. Diese bei dem geringen Stichprobenumfang als „Ausreißer" erscheinenden Proben (die sich in ihren Werten deutlich von denen anderer Tiere unterscheiden) verändern die Mittelwerte dahingehend, dass keine deutliche Trennung der Familien möglich ist. Dennoch bilden sie in Kombination mit anderen Werten und morphologischen Charakteristika einen Anhaltspunkt für die Bestimmung.

Es ist davon auszugehen, dass Wildtiere mit mehr Bewegung und damit stärkerer Muskulatur und anderen Ernährungsmöglichkeiten sich zumindest in der Ausprägung der Merkmale von den Zootieren unterscheiden. Eine interessante Frage hierbei wäre, wie stark sich die Wirbel von Zootieren mit oder ohne Bewegungsmöglichkeiten und verschiedenen Ernährungsmethoden von denen wildlebender Tiere der gleichen Altersstufe unterscheiden und ob es möglicherweise charakteristische Merkmale gibt, die eine der Gruppen von den anderen unterscheidet.

Die Schwierigkeiten eines Schlüssels für rezente und fossile Wirbel liegen nicht nur in der hohen intraspezifischen Variabilität, sondern auch in dem Beschädigungsgrad der fossilen Wirbel. Viele Werte können bei den Wirbeln der NLMH-Sammlung nicht gemessen werden, da die entsprechenden Bereiche beschädigt sind oder fehlen. Bei Fossilien aus Lagerstätten, in denen die Überreste gar nicht oder nur wenig bewegt wurden, ist dieses Problem zu vernachlässigen. Bei den Fundstücken aus den Leinekiesen ist es aber die Regel. Der Schlüssel ist deshalb so aufgebaut, dass auch stark beschädigte Wirbel möglichst sicher zugeordnet werden können. Dafür wurde auf die Einbeziehung sehr fragiler Wirbelbereiche weitestgehend verzichtet. Dies schränkt die Möglichkeiten ein, macht die Bestimmung allerdings auch sicherer, da diese Merkmale intraspezifisch oftmals variieren (z. B. Form der Processus transversales).

Die vorliegende Arbeit zeigt, dass ein Schlüssel für die Bestimmung von carnivoren Halswirbeln möglich ist. Der vorliegende Bestimmungsschlüssel ist noch nicht ausgereift. Es sind einige Ergänzungen nötig, das Grundgerüst aber steht und führt bei der Bestimmung von Wirbeln verschiedener Carnivorenarten aus dem Holozän und späten Pleistozän unter Berücksichtigung der im Schlüssel enthaltenen und der im Fundgebiet zu erwartenden Arten zum Erfolg. Der Schlüssel bietet Möglichkeiten zur Erweiterung und Optimierung.

Literaturverzeichnis

Bergmann, Philipp J.; Melin, Amanda D.; Russell, Anthony P. (2006): Differential segmental growth of the vertebral column of the rat (Rattus norvegicus). – Zoology 109(1): 54–65.

Blohm, Ingrid (1984): Altersbestimmungen und Wachstumsmessungen beim Rotfuchs (Vulpes vulpes). – Unveröffentlichte Diplomarbeit, Christian-Albrechts-Ludwigs Universität Kiel.

Brohmer, Paul; Schaefer, Matthias; Bohlken, H.; Reichstein, H.; Sattler, K. (2000): Fauna von Deutschland. Ein Bestimmungsbuch unserer heimischen Tierwelt. – Quelle und Meyer Verlag. 19. Auflage.

Castle, P. H. J.; Böhlke, J. E. (1976): Sexual dimorphism in size and vertebral number in the Western Atlantic Eel Moringua Edwardsi (Anguilliformes, Moringuidae). – Bulletin of Marine Science 26: 615–619.

Cavallini, Paolo (1995): Variation in the body size of the red fox. – Annales Zoologici Fennici 32: 421–427.

Culver, M.; Johnson, W. E.; Pecon-Slattery, J.; O'Brian, S. J. (2000): Genomic ancestry of the American puma (Puma concolor). – Journal of Heredity 91(3): 186–197.

du Boulay, G. H.; Hime, J. M.; Verity, P. M. (1972): Spondylosis in captive wild animals. A possible relationship with nutritional osteodystrophy. – British Journal of Radiology 45(539): 841–847.

Fitschen, Jost (2002): Gehölzflora. Ein Buch zum Bestimmen der in Mitteleuropa wildwachsenden und angepflanzten Bäume und Sträucher. Mit Knospen- und Früchteschlüssel. – Quelle und Meyer Verlag.

France, D. L. (2008): Human and nonhuman bone identification: A colour atlas on DVD. – CRC Press.

Galis, Frietson (1999): Why do almost all mammals have seven cervical vertebrae? Developmental constraints, Hoxgenes and cancer. – Journal of Experimental Zoology (Mol. Dev. Evol.) 285: 19–26.

Gottlieb, H. (1915): Die Antikline der Wirbelsäule der Säugetiere. – In: Gegenbauers morphologisches Jahrbuch: eine Zeitschrift für Anatomie und Entwicklung, 49; Geest und Portig, 179–220; Leipzig.

Herre, Wulf; Röhrs, Manfred (1990): Haustiere zoologisch gesehen. 412 S. – Stuttgart, New York.

Hildebrand, Milton; Goslow, George E. (2003): Vergleichende und funktionelle Anatomie der Wirbeltiere. – Berlin, Heidelberg, New York.

Iuliano-Burns, S.; Hopper, J.; Seeman, E. (2009): The age of puberty determines sexual dimorphism in bone structure: A Male/Female Co-Twin Control Study. – Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism 94(5): 1638–1643.

Kahlke, Ralf-Dietrich (1994): Die Tierwelt im quartären Eiszeitalter. – In: Die Eiszeit. Urania-Verlag: 92–113; Leipzig.

Kahlke, Ralf-Dietrich (2009): Das Leichenfeld im Werratal – Europäischer Faunenwandel vor einer Million Jahren. Natur und Museum. – Die Senckenberg-Naturzeitschrift 139, (5/6): 146–159.

Kolmstetter, Christine; Munson, Linda; Ramsay, Edward C. (2000): Degenerative spinal disease in large felids. – Journal of Zoo and Wildlife Medicine 31: 15–19.

König, Horst E.; Liebich, Hans-Georg (2001): Anatomie der Haussäugetiere. Bd.1 Bewegungsapparat. – Stuttgart, New York.

Kostadinov, G.; Dechev, A.; Vodenicharov, A. (2006): Osteological investigations upon the external surface of tempral fossa in dogs from various breeds and crossbreed dogs. – Bulgarian Journal of Veterinary Medicine 4: 251–255.

Kurten, Björn (1968): Pleistocene mammals of europe. – Aldine publishing.

Kyle, C. J.; Johnson, A. R.; Patterson, B. R.; Wilson, P. J.; Shami, K.; Grewal, S. K.; White, B. N. (2006): Genetic nature of eastern wolves: Past, Present and Future. – Conservation Genetics 7: 273–287.

Li, Yu; Qing-wei, Li; Ryder, O. A.; Ya-ping, Zhang (2004): Phylogenetic relationships within mammalian order Carnivora indicated by sequences of two nuclear DNA genes. – Molecular Phylogenetics and Evolution 33: 694–705.

McShea, Daniel W. (1993): Evolutionary change in the morphological complexity of

the mammalian vertebral column. – Evolution 47 (3): 730–740.
Michel, Gunther; Salomon, Franz-Viktor; Gutte, Gerda (1986): Morphologie landwirtschaftlicher Nutztiere. – Heidelberg, Wiesbaden.
Milenkovic, M.; Habijan-Mikes, V.; Matic, R. (2006): Cases of spontaneous interbreeding of wolf and domestic dog in the region of southast Banat (Serbia). – Archives of Biological Sciences 58 (4): 225–231.
Narita, Yuichi; Kuratani, Shigeru (2005): Evolution of the vertebral formulae in mammals: A perspective on developmental constraints. – Journal of Experimental Zoology (Mol Dev Evol) 304 B: 91–106.
Nickel, Richard; Schummer, August; Seiferle, Eugen (1954): Anatomie der Haussäugetiere. Bd. I Das Skelettsystem. – Berlin.
Nickel, Richard; Schummer, August; Seiferle, Eugen (1992): Anatomie der Haussäugetiere. Bd. I Das Skelettsystem. Hrsg. Frewein J., Wille K.-H., Wilkens H. – Berlin
O'Higgins, P.; Milne, N.; Johnson, D. R.; Runnion, C. K.; Oxnard, C. E. (1997): Adaptation in the vertebral column: a comparative study of patterns of metameric variation in mice and men. – Journal of Anatomy 190: 105–113.
Onar, Vedat; Belli, Oktay; Owen Pamela (2005): Morphometric examination of red fox (Vulpes vulpes) from the Van-Yoncatepe necropolis in eastern Anatolia. – International Journal of Morphology 23 (3): 253–260.
O'Regan, Hannah J.; Kitchener, Andrew C. (2005): The effects of captivity on morphology of captive, domesticated and feral mammals. – Mammal Review 32 (3 & 4): 215–230.
Ostrander, Elaine A.; Wayne, Robert K. (2005): The canine genome. – Genome Research 15: 1706–1716.
Ostrom, J. H. (1969): „Osteology of Deinonychus antirrhopus, an unusual theropod from the Lower Cretaceous of Montana." – Bulletin of the Peabody Museum of Natural History 30:1–165.
Pales, L.; Lambert, Ch. (1971): Atlas Ostéologiqe pour servir à l'identification des Mammifères du quaternaire. – Editions du centre national de la recherche scientifique 15, quai Anatole-France, Paris VII.
Parker, Heidi G.; Ostrander, Elaine A. (2005): Canine genomics and genetics: Running with the pack. – PLoS (Public Library of Science) Genetics 1 (5): e58.
Robert, G. T. (2007): Costal process of the first sacral vertebra: Sexual dimorphism and obstetrical adaptation. – American Journal of Physical Anthropology 132(3): 395–405.
Roth, V. Louise (1984): On homology. – Biological Journal of the Linnaean Society 22: 13–29.
Salomon; Franz-Viktor; Geyer, Hans; Gille, Uwe (Hrsg.) (2005): Anatomie für die Tiermedizin. – Stuttgart.
Schmidt, Elisabeth (1967): Atlas of animal bones. – Amsterdam.
Schmeil, Otto; Fitschen, Jost (2003): Flora von Deutschland und angrenzender Länder. – Wiebelshausen.
Slijper, E. J. (1946): Comparative biologic-anatomical investigations on the vertebral column and spinal musculature of mammals. – Verhandelingen der Koninklijke Nederlandsche Akademie van Wetenschappen, Afd. Natuurkunde, Tweede Sectie, Deel XLII (5), 1–128.
Suminski, P. (1975): Morphologische Unterscheidungsmerkmale zwischen Wolfs- (Canis lupus L.) und Hundeschädel (Canis familiares L.) I. Subjektive Merkmalserfassung. – Zeitschrift für Jagdwissenschaft 21: 227–232.
Suminski, P.; Kobryn, K. (1980): Auswertung der Brauchbarkeit einer Diskriminationsanalysenmethode zur Geschlechtsbestimmung der Wolfsschädel (Canis lupus L. 1758). – Zeitschrift für Jagdwissenschaft 26: 121–126.
Trut, Ludmilla N.; Kharlamova, Anastasia V.; Kukekova, Anna V.; Acland, Greg M.; Carrier, David R.; Chase, Kevin; Lark, Karl G. (2006): Morphology and behavior: Are they coupled at the genome level? - In: Ostrander E. A., Giger, U., Lindblad-Toh K. (Hrsg.): The dog and its genome. Cold Spring Harbor Laboratory Press, 81–93; Woodbury, NY.
Van Valen, Leigh M. (1982): Homology and causes. – Journal of Morphology 173: 305–312.

Vilà, Carlos; Maldonado, J. E.; Wayne, R. K. (1999): Phylogenetic relationships, evolution, and genetic diversity of the domestic dog. – The Journal of Heredity 90 (1): 71–77.
Vilà, Carlos; Seddon, Jennifer; Ellegren, Hans (2005): Genes of domestic mammals augmented by backcrossing with wild ancestors. – Trends in Genetics 21 (4): 214–218.
von den Driesch, Angela (1976): A guide to the measurement of animal bones from archaeological sites. – Peabody Museum Bulletin 1. Peabody Museum Press, Harvard University.
von Königswald, Wighart (2007): Lebendige Eiszeit. Klima und Tierwelt im Wandel. – Darmstadt.
Wayne, R. K. (1986): Limb morphology of domestic and wild canids: The influence of development on Morphologic change. – Journal of morphology 187: 301–319.
Westheide, Wilfried; Rieger, Reinhard M. (2004): Spezielle Zoologie Bd. 2, Wirbeltiere: Wirbel- oder Schädeltiere. – Heidelberg.
Williams, Ernest E. (1959): Gadow's arcualia and the development of the tetrapod vertebrae. – The Quaterly Review of Biology 34 (1): 1–32.
Zedda, M.; Manca, P.; Chisu, V.; Gadau, S.; Lepore, G.; Genovese, A.; Farina, V. (2006): Ancient pompeian dogs – Morphological and morphometric evidence for different canine populations. – Anatomia, Histologia, Embryologia 35: 319–324.

Danksagung

Mein besonderer Dank geht an meine Betreuerinnen Frau Dr. Annette Richter und Frau Dr. Ute Radespiel, die sich auf dieses Unternehmen eingelassen und die Fortschritte jederzeit mit großem Interesse verfolgt haben. Frau Dr. Richter übernahm auch die Betreuung dieser Publikation. Herzlich bedanke ich mich hiermit auch bei der Master-Geologie- und Paläontologiestudentin Sashima Läbe (B. Sc.), die viele der Kontroll-Messungen durchgeführt und sich damit ehrenamtlich überaus intensiv eingebunden hat. Ohne die AZA (Archäologisch-Zoologische Arbeitsgruppe) Kiel und die NGH (Naturhistorische Gesellschaft Hannover) wäre diese Studie nicht möglich gewesen – die einen stellten das Material, die anderen die Möglichkeit, dieses Material nach Hannover zu bringen und es in ihrer Schriftenreihe einem breiten Publikum zugänglich machen zu können. Ein großes Dankeschön auch dafür.

Dem NLMH (Niedersächsisches Landesmuseum Hannover) gilt mein Dank für die Überlassung des Arbeitsplatzes und der Gewährung des Zugangs zu der Quartärknochensammlung. Bei meiner Familie und meinen Freunden bedanke ich mich herzlich, sie haben mich während der Masterarbeit verpflegt, in jeder Weise unterstützt und mich gelegentlich in den Alltag zurückgeholt.

Und, last but not least, sage ich meinem Freund Mario Hönemann für seine unendliche Geduld und seine Hilfe bei der Bildbearbeitung vielen Dank.

Kurzfassung der Masterarbeit im Studiengang Animal biology and biomedical sciences, Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover, in Kooperation mit dem Landesmuseum Hannover.
Arbeit eingereicht: 28.06.2010
Arbeit angenommen: 31.08.2010

Korrespondenz: Dr. Annette Richter, Oberkustodin Geowissenschaften und Paläontologie, Landesmuseum Hannover; Willy-Brandt-Allee 5, 30169 Hannover; annette.richter@nlm-h.niedersachsen.de

Anschrift der Verfasserin:
Anna-Dinah Eßer
Gießener Straße 79
35415 Pohlheim
DinahEsser@gmx.net

Anhang

Beschreibende Begriffe für Formen der Wirbel

Aufsicht von dorsal auf den Wirbelkörper

quadratisch



rechteckig



rechteckig tailliert



schmetterlingsförmig



X-förmig



W-förmig



Negativform des Wirbelkörperrandes

trapezförmig



trapezförmig mit durchhängender Längsseite



flach



Aufsicht auf die F. articularis cran./caud.

wellenförmig



V-förmig



spitz eingekerbt



apfelförmig



herzförmig



nierenförmig



halbnierenförmig



fünfeckig



gestreckt fünfeckig



sechseckig



gestreckt sechseckig



breit elliptisch



pfeilförmig



Glossar

Adult erwachsen
Alae sacralis Kreuzbeinflügel
Alae atlantis Atlasflügel (Pl.) (verbreiterte *Processus*)
Antikliner Wirbel der Thorakalwirbel, an dem sich die Neigung der *Procc. spinales* ändert und der selbst nahezu senkrecht nach dorsal steht
Arcus vertebrae Wirbelbogen
Atlas 1. Halswirbel
Autapomorphie ein abgeleitetes Merkmal, das nur bei einer Gruppe von Lebewesen im Laufe der Evolution aufgetreten ist; „Alleinstellungsmerkmal"
Axis alt: *Epistropheus*; 2. Halswirbel
Canalis vertebralis Wirbelkanal, verbreitert sich deutlich im Lendenwirbelbereich (Intumescentia lumbalis)
Carnivora Fleischfresser
Caudad zum Schwanz hin
Caudal schwanzseitig
Chorda dorsalis ursprünglicher stützender Knorpelstab
Chordata Chordatiere
Cervicalwirbel Halswirbel
Corpus vertebrae Wirbelkörper
Craniad zum Kopf hin
Cranial kopfseitig
Craniolateral Ansicht von cranial auf den rückenwärtigen Teil des Wirbels
Crista ventralis Knochenleiste an der Ventralseite des Wirbelkörpers
Dens „Zahn" des Axis (knöchener Vorbau in Richtung des Kopfes)
Diaphragmatischer Wirbel der Thorakalwirbel, an dem die *Procc. art. cran.* nach oben (dorsal), die der *Procc. art. caud.* jedoch lateral gerichtet sind
Disartikulierte/ dislokalisierte Knochen Einzelfunde, die nicht im Verbund (z. B. Elle, Speiche, Oberarm) gefunden werden
Disci intervertebrales Zwischenwirbelscheiben („Bandscheiben")
Dorsad zum Rücken hin
Dorsal rückenseitig
Dorsolateral Ansicht von seitlich auf den rückenwärtigen Teil des Wirbels
Eem letzte Warmzeit vor der heutigen (Holozän); Beginn vor ca. 126 000 Jahren, Ende vor ca. 115 000 Jahren; im Alpenraum auch als Riß/Würm-Interglazial bekannt
Epiphysenfuge Wachstumsfuge zwischem dem End- und Mittelstück eines Röhrenknochens
Epi-Villafranchian Phase im frühen Pleistozän
Extremitas caudales Wirbelpfannen
Extremitas craniales Wirbelköpfe
Facies articulares … Gelenkfläche, oft mit entspr. Zusatz verwendet (cranial, caudal); meist für die Verbindungsstelle zweier Wirbel verwendet; dort auch als *Facies terminales* bezeichnet
Facies dorsalis dorsale Fläche des Kreuzbeines
Feloidea katzenartige, umfassen 7 rezente Familien
Flandrisches Interglazial auch Flandrische Warmzeit oder Holozän genannt; derzeitige Warmzeit; seit ca. 10 000 Jahren bis heute
Foramen Loch, Durchlass
Foramen alare Flügelloch
Foramen transversarium Loch in der Basis des Querfortsatzes der Halswirbel; bietet Durchlass für die Arteriae vertebrales sowie ihren Begleitvenen und Nervenfasern
Foramen vertebrale laterale seitliches Wirbelloch
Fossa atlantis Atlasgrube
Fossa temporalis Schläfengrube
Fovea dentis Einstülpung caudal des Atlas, trägt die *Foveae articulares caudales*
Foveae articulares caudales caudale Gelenkflächen des Atlas
Foveae articulares craniales craniale Gelenkflächen des Atlas
Foveae costales Gelenkflächen zur Rippenartikulation

Herbivor pflanzenfressend
Holozän → Flandrisches Interglazial; Warmzeit, seit ca. 10 000 Jahren
Hox-Gene Gruppe von Genen, die wichtige Vorgänge während der Embryonalentwicklung steuern
Incisura vertebralis cranialis/caudalis Einschnitt, der den Wirbelkörper vom *Arcus dorsalis* trennt; tritt statt eines Foramens auf
Juvenil Jungtierstadium bis zum Erreichen der Geschlechtsreife
Konkav nach innen gewölbt
Konvex nach außen gewölbt
Lamina ventralis ersetzt ab dem 6. Halswirbel das *Tuberculum ventrale*
Lateral außen (seitlich)
Lumbalwirbel Wirbel im Bereich der Lendenwirbelsäule
Mediad zur Mitte hin
Medial mittig
Metapodium Mittelhand bzw. Mittelfuß
Monophyletisch Gruppe von Organismen aus einem unmittelbaren gemeinsamen Vorfahren und allen seinen Nachfahren.
Neonatal Neugeboren
Omnivor allesfressend
Ossa brevia kurze Knochen
Osteoarthritis Entzündung des Knochens; Abbau des Gelenkknorpels, Veränderung der angrenzenden Knochenstrukturen
Osteochondrose Veränderung des Bandscheibenknorpels, in dessem Zuge sich auch der knöcherne Teil des Wirbelkörpers verändert (erhöhte Knochendichte, Knochenwucherungen)
Pleistozän „Eiszeit", Erdzeitalter vor dem Holozän; Beginn vor ca. 2,6 Mio. Jahren, Ende vor ca. 10 000 Jahren
PL Median Median der physiologischen Länge des Wirbelkörpers
Pleurozentrum der kleinere Teil der heute bestehenden Wirbelkörper
Processus accessorius Hilfsfortsatz, zwischen den *P. transversus* und *P. articulares* caudales, nur bei Schwein und Fleischfressern; bei Flfr. an den letzten *V. thoracales* und allen *V. lumbales*
Processus articulares cranial/caudal Gelenkfortsätze kopfseitig/schwanzseitig
Processus spinalis Dornfortsatz
Processus transversus Querfortsätze, seitlich des *Corpus vertebrae*
Processus vertebrae Wirbelfortsatz
Scapula Schulterblatt
Spondylose Sammelbegriff für degenerative Veränderungen an Wirbelkörpern (z. B. Wülste, Zacken, Erhebungen)
Stratum Geologie: eine räumlich-zeitliche Gesteinsschicht
Substantia spongiosa schwammartige Gerüststruktur des Knochens
Substantia compacta dichter Knochenmantel
Taphonomie, taphonomisch Wissenschaft von den Prozessen, die vom Tod bis zur abgeschlossenen Fossilierung auf ein Lebewesen einwirken (Verwesung, Transport etc.)
Thorakalwirbel Wirbel im Bereich der Brust
Tuberculum dorsale/ventrale eine erhabene, höcker- oder knötchenförmige Struktur; entweder dorsal (auf der Rückenwärts gewandten Seite) oder ventral (Bauchwärts)
ventrad zum Bauch hin
ventral bauchseitig
Vertebra anticlinalis Antikliner Wirbel, diaphragmatischer Wirbel; der Brustwirbel, an dem der Dornfortsatz senkrecht nach dorsal zeigt. Hier ändert sich die Ausrichtung der Dornfortsätze.
Vertebrae Wirbel (Pl.)
Vertebrae cervicales Halswirbel
Vertebrae lumbales Lendenwirbel
Vertebrae sacrales Kreuzwirbel
Vertebrae thoracales Brustwirbel
Wirbelkanal *Canalis vertebralis*

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Naturhistorica - Berichte der Naturhistorischen Gesellschaft Hannover

Jahr/Year: 2010

Band/Volume: 152

Autor(en)/Author(s): Eßer Anna-Dinah

Artikel/Article: Wolf, Luchs & Co. – Ein Bestimmungsschlüssel für Carnivoren anhand der Halswirbel 69-112