

Was hat das Gebiss mit dem Schädel zu tun?

Obwohl die Anatomie des Hundekopfes gut bekannt ist, wurde bislang kaum erforscht, wie der Schädel mit dem Gebiss strukturell sowie in seiner Entwicklung und Funktion zusammenhängt. In einer von der Albert-Heim-Stiftung unterstützten Studie wurde dieser Frage nachgegangen.

Kornelius Kupczik und Stefan Curth*

Von Chihuahua und Dogge bis Bobtail und Spitz – die schier unendliche Formenvielfalt des Haushundes, die sich aus einem einzigen wilden Vorfahren, dem Wolf, entwickelt hat, ist jedem Hundehalter bestens bekannt. Aufgrund seiner Vielfalt hat der Hund schon seit Charles Darwins Zeiten eine lange Tradition als Untersuchungsobjekt in der evolutionsbiologischen Forschung. Immer wieder wurde er herangezogen, um Menschen die Veränderlichkeit von Organismen vor Augen zu führen, die so zentral für die Evolutionslehre ist. Die heute mehr als 350 von der «Fédération Cynologique Internationale» (FCI) anerkannten Hunderassen zeichnen sich trotz geringer genetischer Unterschiede nicht nur durch verschiedene Körpergrößen oder Fellfarben aus, sondern insbesondere auch durch eine erstaunliche Vielfalt an Kopfformen (Abbildung 1). Diese Variation übersteigt selbst die Variationsbreite aller wildlebenden Hundartigen zusammen.

Kopfform beeinflusst Kauleistung

Innerhalb eines vergleichbar kurzen Zeitraums seit Beginn der modernen Rassezüchtung von vor ungefähr 150 Jahren entstanden, werden die einzelnen Rassen heute durch künstliche Zuchtwahl stetig weiterentwickelt. Rassemerkmale, die auch den Kopf betreffen, wie zum Beispiel ein ausgeprägter Stop, werden durch die Selektion durch den Züchter weiter vorangetrieben und akzentuiert. Obwohl die Anatomie des Hundekopfes gut bekannt ist, wurde bislang kaum erforscht, wie der Schädel mit dem Gebiss strukturell sowie in seiner Entwicklung und Funktion zusammenhängt. Ziel eines auf fünf Jahre angelegten Grossprojektes unter Leitung von Kornelius Kup-



Die heutige Rassen-, Formen- und Farbenvielfalt des Hundes ist höchst eindrücklich. (ZVG)

czik vom Max-Planck-Institut für evolutionäre Anthropologie in Leipzig ist es daher, die funktionsmorphologischen Grundlagen der Kauleistung von Säugetieren am Beispiel des Hundes zu klären. Unter Kauleistung ist die Effizienz des Kauapparates zu verstehen, die aus dem Zusammenspiel von Schnauzengröße, der Kaumuskelatur und der Bezaehlung resultiert, und sich in der Höhe der Kau- und Beisskraft ausdrückt.

Dabei wurde in einem von der Albert-Heim-Stiftung finanziell unterstützten Teilprojekt der Frage nachgegangen, wie die Morphologie des Gebisses mit der des Schädels bei Hunden mit unterschiedlichen Kopfformen (von dolichocephalen bis brachycephalen Rassen) zusammenhängt und ob die Hypothese eines modularen Aufbaus des Kopfes gestützt werden kann. So machte sich Stefan Curth im Rahmen seiner Pro-

motion am Institut für Spezielle Zoologie und Evolutionsbiologie der Friedrich-Schiller-Universität Jena daran, 120 Hundeschädel aus der umfangreichen Sammlung der Albert-Heim-Stiftung im Naturhistorischen Museum der Burggemeinde Bern für dieses Projekt auszuwählen. Dabei wurde insbesondere darauf Wert gelegt, dass das Formenspektrum der verschiedenen Rassen und FCI-Gruppen möglichst gut abgedeckt wurde.

Mit 99 Datenpunkten vermessen

Im Computertomographen (CT) der Veterinär-Fakultät Bern wurden dann die Schädel gescannt und konnten so abgespei-

erfassen und auch statistisch untersuchen zu können, wurden in einer ersten Untersuchung 99 Datenpunkte auf jedem Schädel verteilt (Abbildung 2). Diese wurden in einem Verfahren genutzt, das in den letzten zwei Jahrzehnten mit der sich stetig verbessernden Rechenleistung von Computern einen Aufschwung erlebte: die geometrische Morphometrie. Dahinter verbirgt sich die Erfassung und Analyse komplexer biologischer Formen in ihrer Gesamtheit – ohne beispielsweise den Schädel nur auf wenige Messstrecken zu reduzieren. Direkte Einflüsse von der Gestalt des Schädels und Unterkiefers auf die Zähne und andere Organe des Kopfes lassen sich so sehr viel

Stefan Curth fand nun heraus, dass sich bei Hunden drei zentrale Variablen der Schädelformvariation ausmachen lassen. Die augenfälligste und gleichzeitig bedeutendste von ihnen ist die Länge der Schnauzenregion relativ zum Hirnschädel (Abbildung 3). So gibt es kurzschnäuzige Rassen, wie die Mopsen und Bulldoggen, oder langschnäuzige Rassen, wie die Windhunde. Ein zweites Charakteristikum des Hundeschädels ist die Abknickung der Schnauzenregion gegenüber dem Hirnschädel. Ein prominentes Beispiel hierfür sind die Bullterrier mit stark nach unten abgeknickten Schnauzen, während es Rassen wie Französische Bulldoggen sind, die sich durch eine



Abbildung 2: 99 Datenpunkte auf Cranium, Unterkiefer und Zähnen ermöglichen die Analyse der Schädelgestalt.

(Curth u. Kupczik)



Abbildung 1: Beispiele für die Gestaltvariation von Schädel und Gebiss beim Hund: Berner Sennenhund, Barsoi, Boxer, Chinesischer Schopfhund (von links).

(Curth u. Kupczik)



Der Bullterrier zeichnet sich durch seine nach unten abgeknickte Schnauze aus. (ZVG)

chert bequem nach Jena transportiert werden. Das CT-Verfahren ermöglicht es, nicht nur das Äußere des Schädels zu studieren, sondern auch in die Tiefe zu gehen und die inneren Strukturen darzustellen. So können die Zähne und Zahnwurzeln untersucht werden, ohne den wertvollen Schädeln der Museumssammlung Schaden zuzufügen. Um nun die Form und Gestalt der einzelnen Zähne und des Schädels zu

einfacher ausmachen und interpretieren. Nicht zuletzt sind die erhobenen Daten auch für die beteiligten Museen ein Gewinn – 3-D-Rekonstruktionen und CT-Daten der Schädel werden in die dortigen Sammlungen eingehen, wo sie für künftige Forschungen am Hundeschädel zur Verfügung stehen und auch den Besuchern in verschiedenen Ausstellungen präsentiert werden können.

eher nach oben abgeknickte Schnauze auszeichnen. Als dritter wichtiger Einflussfaktor ist die Variation des Schädels von sehr robust und breit bis zu eher grazilen, schlanken Formen mit kugelförmigem Hirnschädel zu nennen. Die Kombination dieser verschiedenen Faktoren führt zur scheinbar unendlichen Vielfalt der Kopf- und Schädelform beim Hund. Das breiteste Formenspektrum im Bereich des Schädels

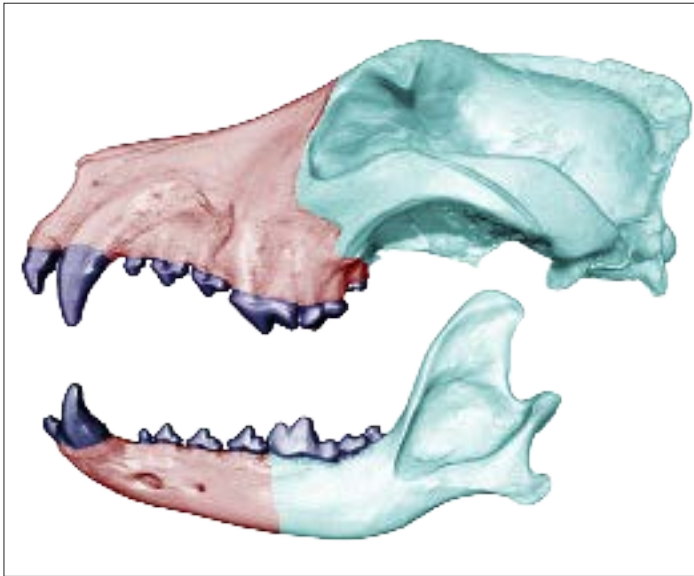


Abb. 3: Das Cranium lässt sich in die Module Schnauzenregion (rot), Hirnschädel, Unterkiefer und Bezahnung auftrennen. (Curth u. Kupczik)



120 Hundeschädel aus der Sammlung der Albert-Heim-Stiftung wurden für diese Studie untersucht und vermessen. (AHS)

finden wir vor allem bei den Gesellschafts- und Begleithunden, die, anders als etwa Jagdhunde, ihren Kauapparat nicht mehr zum Erfüllen einer speziellen Funktion für den Menschen benötigen.

Der Schädel ist modular

Weite Teile der Gestaltvariation im Bereich des Kopfes lassen auf eine hochgradige Beeinflussung der Organe des Kopfes untereinander schließen. Sie alle tragen in ihrem einzigartigen Zusammenspiel zur unverwechselbaren Gestaltvariation eines jeden Hundekopfes bei. Einzelne Organkomplexe lassen sich in der Biologie als Module beschreiben. Diese zeichnen sich dadurch aus, dass sie sich relativ unabhängig von anderen Modulen entwickeln und auch evolvieren können, selbst wenn sie am Ende ein funktionierendes Ganzes wie den Kopf bilden müssen. Beim Hund sind zum Beispiel der Hirnschädel und die Schnauzenregion zwei solche Module. Sie alle tragen in ihrem einzigartigen Zusammenspiel zur unverwechselbaren Gestaltvariation eines jeden Hundekopfes bei. Ein Grossteil der feststellbaren Variation des Hundeschädels lässt sich durch die relativ entkoppelte Entwicklung dieser beiden Schädelanteile erklären.

Die Forschungen von Curth und Kupczik deuten ebenso auf eine Zweiteilung des Unterkiefers in einen vorderen zahntragenden und einen hinteren, die Brechschere und Muskeln tragenden, Teil hin. Diese Aufteilung ermöglicht eine differenzierte Reaktion des Unterkiefers auf Formverän-

derungen im oberen Schädel und ist vielleicht der Schlüssel für den bekannten Unterbiss bei besonders kurzschnäuzigen Rassen wie der Englischen Bulldogge. Wie steht es nun um die Beziehung zwischen Gebiss und Schädel? Die Ergebnisse von Curths Arbeit zeigen, dass sich die Zähne relativ entkoppelt vom umgebenden Schädel in ihrer Grösse und Gestalt entwickeln und auch die Anzahl der Zähne unabhängig davon ist. So kann es in ungünstigen Fällen auch dazu kommen, dass kleine und kurzschnäuzige Hunde für ihre Körpergrösse überdimensional grosse Zähne aufweisen oder sich im umgekehrten Fall bei langschnäuzigen, grossen Hunden Zahnlücken zeigen, die von den relativ kleinen Zähnen nicht ausgefüllt werden.

Kaufunktion weiter untersuchen

Lenkt man nun jedoch den Blick auf die Zahnbögen in Ober- und Unterkiefer in ihrer Gänze, so zeigt sich, dass die Zähne dem Auswachsen der Knochen folgen. Bei kurzschnäuzigen Rassen führt dies zum seitlichen und nach oben gerichteten Verbiegen der Zahnreihe, während sie bei langschnäuzigen Rassen einer starken Streckung unterliegen. Trotz des unterschiedlich aufgebauten Ober- und Unterkiefergebisses ist es die sogenannte Okklusion, also der Kieferschluss, die die Koordination von Schädel und Bezahnung gewährleistet. Die in dieser Studie gewonnenen Erkenntnisse legen den Grundstein für weiterführende Untersuchungen zur Kaufunktion bei Hunden und anderen Säugetieren. So

werden bei verschiedenen Hunderassen die Kaumuskulatur bis hin zur Muskelfaserverteilung studiert sowie bei ausgewählten Rassen experimentelle Messungen der Beisskraft und der Kaubewegung vorgenommen. Die dabei gewonnenen Erkenntnisse werden nicht nur das Wissen um den Kauapparat und die Nahrungsaufnahme von Hunden erweitern, sondern auch das allgemeine Verständnis der Evolution von Zähnen und Kiefern verbessern. Durch ihre Arbeit mit dem Modellorganismus Hund erhoffen sich die Leipziger und Jenaer Forscher nämlich ebenso neue Erkenntnisse rund um die Evolution der Schädelgestalt des Menschen, der in vielerlei Hinsicht dem Hund in seiner Biologie ähnelt.

Die Autoren:

Stefan Curth; Institut für Spezielle Zoologie und Evolutionsbiologie mit Phyletischem Museum, Jena; PD Dr. Kornelius Kupczik (Projektleiter), Max-Planck-Weizmann-Center für Integrative Archäologie u. Anthropologie, Max-Planck-Institut f. Evolutionäre Anthropologie, Leipzig



Albert-Heim-Stiftung
der Schweizerischen Kynologischen Gesellschaft
mit Sitz im Naturhistorischen Museum in Bern

Die Albert-Heim-Stiftung unterstützt die wissenschaftliche Forschung auf dem Gebiet der Kynologie. Sie leistet damit einen wesentlichen Beitrag zur Erhaltung und Förderung gesunder Rassehunde. Die Zusammenarbeit mit der Schweizerischen Kynologischen Gesellschaft und den Universitäten ermöglicht immer wieder die Erarbeitung von Grundwissen für die Züchter. Dazu trägt auch die kynologische Sammlung mit unter anderem über 2500 Hundeschädeln, Fellen und Skeletten bei (www.albert-heim-stiftung.ch).