



Abschlussbericht

# Anatomie der Beißkraft

aus der gkf-Info 41 | Juni 2015



## Abschlussbericht

# Anatomie der Beißkraft

*Der Aufbau und die Struktur der Kaumuskulatur von Hunden war bislang ein Stiefkind der Forschung. Ein Team um Kornelius Kupczik und Martin S. Fischer von der Friedrich-Schiller-Universität Jena und dem Max-Planck-Institut Leipzig erforscht in einem langjährigen Projekt die Anatomie der Kaumuskeln sowie die Zusammensetzung und Binnenarchitektur der Muskelfaszikel bei verschiedenen Hunderassen und dem Wolf. Mit Hilfe der Unterstützung der GKF konnten nun erste Ergebnisse erzielt und veröffentlicht werden.*

Unterscheiden sich die Kaumuskeln eines Mops von denen eines Deutschen Schäferhunds und beißt der Haushund anders zu als sein wilder Vorfahr der Wolf? Welche anatomischen und physiologischen Faktoren beeinflussen die Beiß- bzw. Kauleistung? Bislang gab es nur wenige fundierte Studien zu diesem Thema. Ein Team um Kornelius Kupczik und Martin S. Fischer vom Institut für Spezielle Zoologie und Evolutionsbiologie der Friedrich-Schiller-Universität Jena und dem Max-Planck-Institut Leipzig geht nun in einem Langzeitprojekt diesen Fragen nach. Dabei arbeitet das Team mit der Tierärztlichen Klinik für Kleintiere in Jena sowie dem Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung (IZW) in Berlin zusammen.

Nach zwei Jahren Forschungsarbeit gibt es nun erste Ergebnisse zur Beantwortung der folgenden drei Fragen:

- Welche Beziehung besteht zwischen Kaumuskelmasse und Körpergewicht bei Hunden?
- Wie ist die Binnenarchitektur der Kaumuskeln aufgebaut?
- Wie variabel ist die Zusammensetzung der zwei bekannten Muskelfasertypen I (langsam, oxidativ) und IIM (schnell, moderat oxidativ) innerhalb der Hunderassen und im Vergleich zum Wolf?

In den vergangenen zwei Jahren stellte die Tierärztliche Klinik für Kleintiere in Jena den Forschern 24 kürzlich verstorbene Hunde verschiedener Rassen für die Untersuchung zur Verfügung. Die Kaumuskulatur der Tiere wurde anatomisch präpariert, vermessen, fotografiert und gezeichnet.

Darüber hinaus hat das Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung (IZW) in Berlin die Kaumuskeln von 17 Wölfen zur Verfügung gestellt. Die Wölfe wurden tot gefunden und gehören zu der seit dem Jahr 2000 in Deutschland (Lausitz/Sachsen) lebenden Population. Im nachfolgenden Bericht wer-

den die Ergebnisse der Hunde und von drei der Wölfe präsentiert.

### Verhältnis Kaumuskeln zu Körpermasse

Die Kaumuskulatur (Mm. masseter et temporalis) wurde gewogen und ihre Masse mit der Körpermasse des Hundes bzw. des Wolfes ins Verhältnis gesetzt. Dabei kam heraus, dass die Kaumuskelmasse in gleichen Maßen zunimmt wie der Körpergrößenwuchs von

einem kleinen zu einem großen Hund. Man spricht hier von einem isometrischen Verhältnis von Kaumuskelmasse und Körpermasse Abbildung 1.

Im Vergleich zum Hund weist der Wolf eine verhältnismäßig große Kaumuskulatur auf. Auffällig ist auch, dass die Englische und die Französische Bulldogge relativ große Kaumuskeln besitzen, wohingegen Malteser, Cavalier King Charles Spaniel sowie Galgo espanol relativ kleine Muskeln haben.

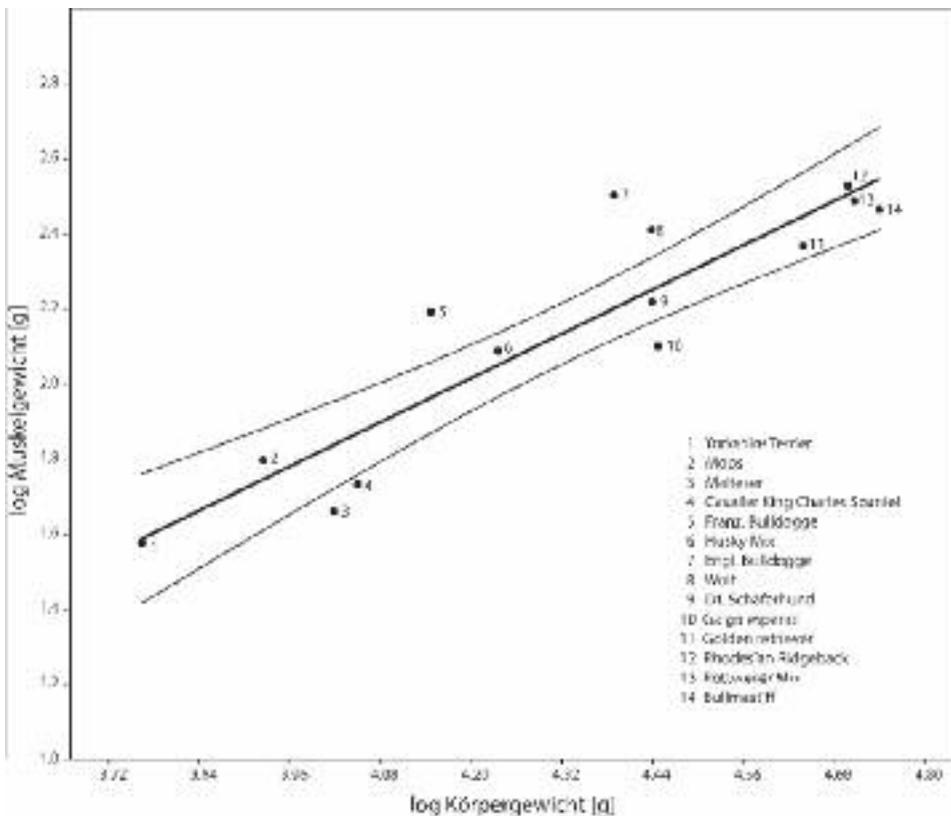


Abb. 1: Beziehung zwischen Kaumuskelgewicht (Temporalis und Masseter) und Körpergewicht beim Hund und Wolf.

## Kaumuskelarchitektur

Unter der Binnenarchitektur eines Muskels versteht man die dreidimensionale Anordnung der Muskelfaserbündel oder Faszikel. Die Muskelfaszikel bestehen aus 20 bis 50 nur mikroskopisch sichtbaren Muskelfasern, die parallel zu einem Bündel zusammengefasst und von einer dünnen bindegewebigen Haut, dem Perimysium, umhüllt sind. Die Muskelfaszikel bestimmen die Richtung der Kraftübertragung.

Im Muskel liegen die Faszikel in der Regel nicht parallel und auch nicht in der Zugrichtung des Muskels, weil die Kraft so auf unterschiedliche Punkte an den beteiligten Sehnen und Knochen verteilt wird. Auf diese Weise können punktuelle Überlastungen vermieden werden. Häufig sind die Faszikel im Muskel schräg zur Zugrichtung ähnlich einer Vogelfeder angeordnet. Man spricht daher auch von der Fiederung eines Muskels. Nach einer mehrwöchigen und aufwändigen Vorbereitung der Hunde- und Wolfspräparate untersuchten die Forscher die Binnenarchitektur mit einem Mikro-Computertomographen (CT). Mithilfe dieses Verfahrens war es erstmals möglich die Binnenarchitektur des oberflächlichen Kaumuskels (*M. masse-*

ter superficialis) in ihrer Gesamtheit darzustellen. Die Länge der Faszikel und ihr Fiederungswinkel (Winkel zu Zugrichtung des Muskels) wurden gemessen. Beide Größen waren variabel, im Durchschnitt waren die Faszikel jedoch 25 Millimeter lang. Die Abbildung 2 unten zeigt die Faszikelarchitektur.

## Muskelfasertypen

Bei 22 Tieren untersuchten die Forscher wie hoch die Anteile der zwei verschiedenen Muskelfasertypen in der Kaumuskulatur sind. Muskelfaser Typ I („rote Muskelfaser“) ist eher langsam aber ausdauernd, Muskelfasertyp II („weiße Faser“) ist schnell aber dafür nur kurzfristig leistungsfähig. Mittels Immunhistochemie können mit einem Mikroskop die Muskelfasern einem Gewebeschnittpräparat unterschieden werden. Die Immunhistochemie macht sich dabei zunutze, dass bestimmte Proteine (Myosinketten) bei allen Muskelfasertypen Unterschiede aufweisen. Spezifische Antikörper gehen mit ausschließlich jeweils einer Sorte dieser Proteine eine Verbindung ein. An diese Verbindungen kann wiederum über mehrere Schritte ein Farbstoff gekoppelt

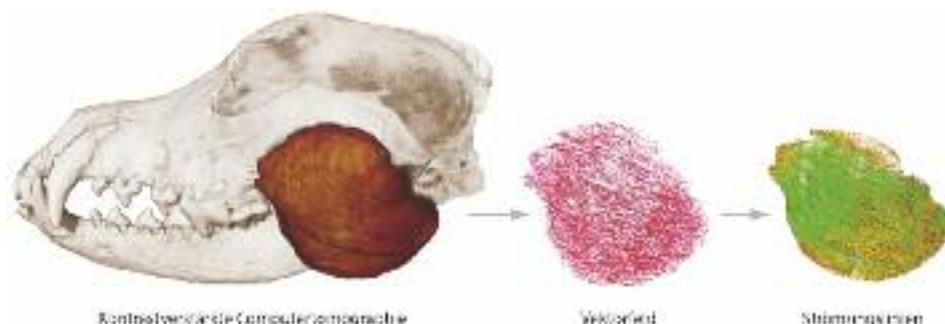


Abb. 2: Rekonstruktion der Faszikelarchitektur des oberflächlichen Kaumuskels (*M. masseter superficialis*)

werden, so dass die Muskelfaser gefärbt wird. Je nachdem welcher Antikörper zur Probe gegeben wurde, wird also nur ein Fasertyp gefärbt. Durch die Färbung kann nicht nur die relative Menge der Fasertypen ermittelt werden, auch der Verlauf der Fasern im Präparat wird dargestellt.

Die bisher einzige Studie, die sich mit der Muskelfaserzusammensetzung bei Fleischfressern beschäftigt hat, gibt einen Anteil des Typ I von 0 bis 50 Prozent im Kau- und im Schläfenmuskel (Mm. masseter et temporalis) beim Hund an. Allerdings wird in dieser Studie nicht erwähnt, welcher Rasse die untersuchten Hunde angehörten. Darüber hinaus fehlt ein Vergleich mit dem Wolf. Die Daten, die die Forscher in der aktuellen Studie an 16 verschiedenen Hunderassen erhoben haben, zeigen, dass sich in den beiden wichtigsten Kaumuskeln (Masseter und Temporalis) zwischen 14 und 15 Prozent Typ I-Fasern befinden. Wölfe haben einen leicht höheren Anteil an Typ I-Fasern. Die Zusammensetzung der Muskelfasertypen in den Kaumuskeln unterscheidet sich auch nach der Rasse des Hundes: kurzschnäuzige Hunde (Boxer, Bullmastiff, Mops) weisen tendenziell einen höheren Typ I-Anteil auf als eher langschnäuzige Rassen wie Galgo, Retriever oder Schäferhund.

Der höhere Anteil an Typ I-Fasern bei den Wölfen lässt sich eventuell durch die unterschiedlichen Anforderungen an den Kauapparat erklären. Da der Wolf sein Futter erjagen, die Beute greifen und festhalten muss, ist für ihn der präzise Kieferschluss und die stabilisierende Wirkung der Muskelfasern vom Typ I von überlebenswichtiger Bedeutung, wohingegen der Haushund bei komfortabler Napffütterung auch mit einem weniger effizienten Kauapparat satt werden kann.

## Ausblick

Die Forscher haben vor, die Stichprobe um langschnäuzige Hunderassen wie Whippet und andere Windhunde sowie um Terrier zu erweitern. Darüber hinaus ist geplant, weitere Wolfsproben aus der deutschen Population zu untersuchen und diese mit Proben von schwedischen Wölfen zu vergleichen. Die Darstellung der Muskelfaszikelarchitektur mittels Mikro-CT hat sich in der Pilotstudie hervorragend bewährt und soll auch bei anderen Muskeln zur Anwendung kommen. Aus den dreidimensionalen Aufnahmen soll ein Computermodell erstellt werden, das es ermöglicht, Kau- und Beißbewegungen naturnah zu simulieren. Auf diese Weise können Tierversuche reduziert werden.

*Barbara Welsch*

## Titel der Studie

**Die funktionsmorphologischen Grundlagen der Beißkraft bei Hunden: Vergleichende Untersuchungen zum Aufbau**

## Kontakt

PD Dr. Kornelius F. Kupczik  
 Prof. Dr. Martin S. Fischer  
 Friedrich-Schiller-Universität Jena  
 Institut für spezielle Zoologie und Evolutionsbiologie mit Phyletischem Museum  
 Erbertstr. 1, 07743 Jena  
 Tel.: 03641 / 949140  
 k.kupczik@uni-jena.de  
 martin.fischer@uni-jena.de  
 www.uni-jena.de/szeb.html

# Gesellschaft zur Förderung Kynologischer Forschung



Forschung  
für den Hund

## **Gesellschaft zur Förderung Kynologischer Forschung e.V.**

Postfach 14 03 53

53058 Bonn

Service-Telefon 0180/3 34 74 94

[info@gkf-bonn.de](mailto:info@gkf-bonn.de)

[www.gkf-bonn.de](http://www.gkf-bonn.de)