



**University of  
Zurich**<sup>UZH</sup>

**Zurich Open Repository and  
Archive**

University of Zurich  
Main Library  
Strickhofstrasse 39  
CH-8057 Zurich  
[www.zora.uzh.ch](http://www.zora.uzh.ch)

---

Year: 2009

---

## **Untersuchungen zur Bestimmung der mechanischen Eigenschaften von Pferdeknochen**

Blaser, Diana

Posted at the Zurich Open Repository and Archive, University of Zurich  
ZORA URL: <https://doi.org/10.5167/uzh-32334>  
Dissertation

Originally published at:

Blaser, Diana. Untersuchungen zur Bestimmung der mechanischen Eigenschaften von Pferdeknochen. 2009, University of Zurich, Vetsuisse Faculty.

Departement für Pferde der Vetsuisse-Fakultät der Universität Zürich

Direktor: Prof. Dr. med. vet. Dr. h. c. Jörg A. Auer

# **Untersuchungen zur Bestimmung der mechanischen Eigenschaften von Pferdeknochen**

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde der  
Vetsuisse-Fakultät Universität Zürich

vorgelegt von

**Diana Blaser**

Tierärztin  
von Langnau (BE)

genehmigt auf Antrag von  
PD Dr. med. vet. Anton Fürst  
Prof. Dr. med. vet. Hans Geyer

Zürich 2009

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Summary</b> .....	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>Literaturübersicht</b> .....	<b>5</b>
4.1	Knocheneigenschaften .....	5
4.1.1	Aufbau und Besonderheiten des Knochens .....	5
4.1.2	Strain rate .....	7
4.2	Methoden zur Bestimmung mechanischer Eigenschaften von Knochen .....	7
4.3	Einflussfaktoren .....	10
4.3.1	Probenaufbewahrung .....	10
4.3.2	Die Altersabhängigkeit .....	11
<b>5</b>	<b>Material und Methoden</b> .....	<b>12</b>
5.1	Material .....	12
5.2	Vorbereiten der Knochen .....	12
5.3	CT-Daten .....	13
5.4	Nicht-destruktive Torsionstests .....	13
5.5	Drei-Punkt-Biegeversuch .....	16
5.6	Herstellung der Knochenproben für Ultraschall-, Kompressionsversuche und Dichtemessung .....	19
5.7	Ultraschallmessung .....	20
5.8	Dichtemessung .....	21
5.8.1	Dichtebestimmung nach Archimedes .....	21
5.8.2	Helium-Pyknometrie .....	22
5.9	Kompressionstests .....	22
5.10	Statistische Methoden .....	23
<b>6</b>	<b>Resultate</b> .....	<b>24</b>
6.1	Bestimmung der Medianwerte .....	24
6.1.1	Torsionssteifigkeit .....	24
6.1.2	Biegesteifigkeit .....	24
6.1.3	Dichtemessung nach Archimedes und Helium-Pyknometrie .....	25
6.1.4	Dichtebestimmung anhand der Computertomographie .....	26
6.1.5	Ultraschallmessungen .....	26
6.1.6	Kompressionsversuche .....	27
6.2	Einfluss von Richtung und Lokalisation auf die Strukturparameter Archimedesdichte, CT-Dichte, Dichte aus Heliumpyknometrie, Laufgeschwindigkeit und Kompressions-E-Modul .....	28
6.2.1	Dichtemessungen .....	29
6.2.2	Kompressionsversuche .....	30
6.2.3	Ultraschallmessungen .....	30
6.3	Korrelationen .....	30
6.3.1	Biege- und Torsionsmessungen .....	30
6.3.2	Strukturparameter .....	31
<b>7</b>	<b>Diskussion</b> .....	<b>33</b>
7.1	Torsions- und Biegeversuche .....	34
7.2	Dichtemessungen .....	35
7.3	Kompressionsversuche .....	37
7.4	Bestimmung der Laufgeschwindigkeit .....	38

8	Schlussfolgerungen.....	39
9	Literaturverzeichnis.....	41
10	Anhang.....	47
11	Danksagung .....	55