

Größentwicklung von Pferdeknochen über den Zeitraum der späten Bronzezeit bis heute

Johanna Sacher

221103072 | johanna.sacher@student.uni-halle.de

Informatik in den Geistes- und Kulturwissenschaften

Veranstaltungsnr.: INF.05370.04 | Dozent: Florian Linsel

— ABSTRACT —

Diese Hausarbeit betrachtet die Entwicklung der Knochengröße von Pferden über einen Zeitraum von etwa 1000 v.Chr. bis heute. Die Ergebnisse zeigen, dass zumindest die Größe des Metatarsal Knochens sich zwischen gewissen Zeitintervallen signifikant verändert hat.

I EINFÜHRUNG

Die Menschheitsgeschichte ist voller Wendungen - Die Entstehung und der Untergang großer Reiche, Kriege und Modernisierungen sind nur einige davon. Mit jeder Wendung ändern sich die Lebensumstände und Bedürfnisse ganzer Bevölkerungsgruppen und damit auch ihre Anforderungen an die Nutzung domestizierter Tiere, beispielsweise als Nahrungslieferant, Fortbewegungsmittel oder Lastenträger. Ein Tier, das den Menschen schon seit langer Zeit begleitet, ist das Pferd. Um die Frage zu beantworten, ob sich *Trends in der Größenentwicklung von Pferden zwischen der späten Bronzezeit und heute erkennen lassen*, werden in dieser Arbeit 3099 Maße von 1038 Pferdeknochen aus 71 archäologischen Fundstellen, datiert auf unterschiedliche Zeiträume zwischen etwa 1000 v.Chr und heute, untersucht und statistisch ausgewertet.

II DATEN UND METHODEN

II.1 Methoden

Die Daten wurden mit Hilfe von Python[4]-Skripten untersucht. Zum Lesen und bearbeiten der Daten wurde das python-package pandas[2] genutzt. Zur übersichtlichen Darstellung der Daten in Diagrammen wurden matplotlib[1], seaborn[1] und ptitprince[3] verwendet. Für die anschließende statistische Auswertung wurde außerdem scipy[5] genutzt. Der Ablauf der Analyse kann im Jupyter-Notebook `ab_analysis.ipynb` nachvollzogen werden. Wenn in der Arbeit auf eine Codezelle `an_<x>` hingewiesen wird, geht es um die entsprechende Zelle in diesem Notebook nach der Ausführung aller Zellen auf einmal (`Run all`). Funktionen wurden größtenteils ausgelagert und sind im `utils` Modul zu finden. Die Plots

wurden im Jupyter-Notebook `ab_plots.ipynb` erstellt. Wenn in der Arbeit auf eine Codezelle `p1_<x>` hingewiesen wird, geht es um die entsprechende Zelle in diesem Notebook nach der Ausführung aller Zellen aufeinmal (`Run all`). Der gesamte Code befindet sich in der beiliegenden .zip Datei und kann jederzeit im GitHub Repository [animal-bones](#) eingesehen werden.

II.2 Daten

Alle untersuchten Daten stammen aus dem [Animal Bone Metrical Archive Project \(ABMAP\)](#). Der Datensatz des ABMAP enthält insgesamt knapp 61 000 Maße von über 24 700 Knochen aus mehr als 100 archäologischen Sammlungen. Alle Knochen wurden in Südengland gefunden und wurden auf verschiedene Zeitintervalle zwischen 1000 v.Chr. und heute datiert. Hauptsächlich sind Knochen von Schafen, Ziegen und Rindern enthalten, aber es sind auch Daten von Schweinen, Pferden, Hunden, Hühnern, Gänsen und Katzen verfügbar. Da die Daten jedoch nur über eine [Online-Datenbank](#) verfügbar sind und pro Anfrage maximal die ersten 10 000 Datenpunkte heruntergeladen werden können, wurde der Fokus dieser Arbeit auf eine Tierart gelegt, zu der es zwar weniger als 10 000 Einträge gibt, aber immer noch genug, um sie statistisch auswerten zu können. Die Spezies 'Horse' (Pferd) bot sich mit 3099 Einträgen an. Ein Problem bei der Untersuchung von Knochenmaßen ist immer, dass häufig weder Alter noch Rasse des Tieres exakt bestimmt werden können. Manche Knochentypen erlauben den Rückschluss eher als andere und bei manchen ist der Einfluss auf die Ergebnisse nur sehr gering, aber generell ist das Ausschließen von Jungtierknochen oft nicht möglich[[7](#)].

II.2.1 Erfasste Merkmale

Der Datensatz ist multivariat, d.h. für jeden Knochen wurden mehrere Merkmale erfasst: Jeder Datenpunkt ist ein Maß (MEASURE) in *mm* einer bestimmten Messart (MEASTYPE) und wurde einem Knochen zugeordnet, wobei ein Knochen mehrere Maße haben kann. Jeder Knochen hat eine eindeutige ID (BONEID) und wurde einer Spezies zugeordnet (SPECIES). Außerdem wird angegeben, um welchen Knochentyp es sich jeweils handelt (ELEMENT) und von welcher Körperseite er stammt (SIDE). Jeder Eintrag wurde absolut datiert (RANGE) und einer Periode der Urgeschichte zugeordnet (PERIOD). Zusätzlich wurde jeweils der Fundort verzeichnet (SITECODE, SITE, COUNTY) und woher die ursprünglichen Daten stammen (REFERENCE). Zum Datenmanagement sind noch einige Metadaten verfügbar.

II.3 Knochentypen

Die 1038 Funde umfassen 14 verschiedene Knochentypen, welche in [Abbildung 1](#) [[8](#)] übersichtlich dargestellt sind. Da unterschiedliche Knochen unterschiedlich groß sind, ist ein Vergleich zwischen verschiedenen Knochentypen nicht sinnvoll. Stattdessen müssen die Daten nach den verschiedenen Knochentypen (Attribut ELEMENT) gruppiert und dann innerhalb dieser Gruppen untersucht werden. Die Aufteilung in Gruppen nach Knochentyp geschieht in `an_2`.

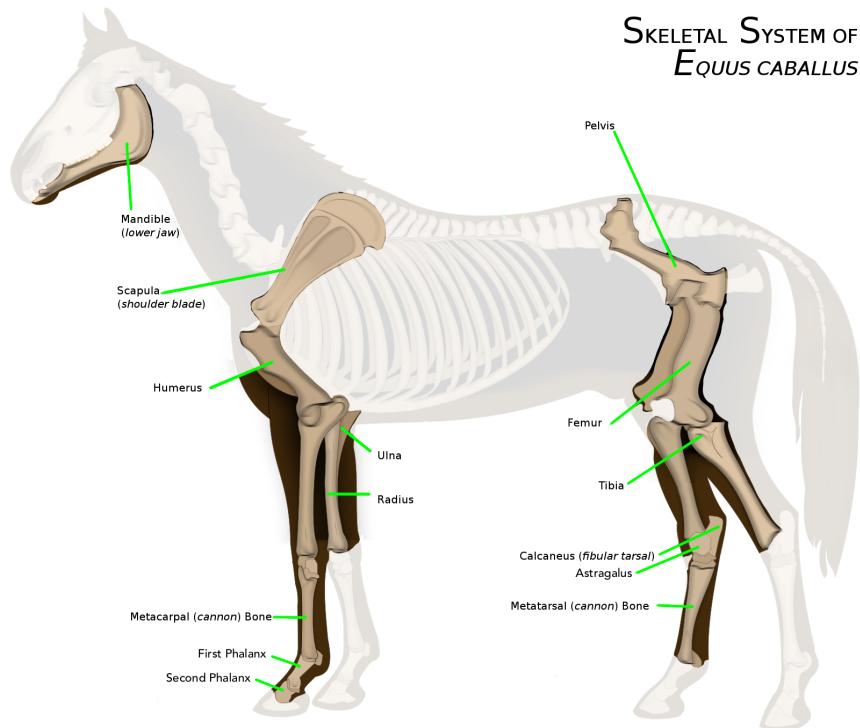


Abbildung 1: Die im Datensatz vorhandenen Knochen sind beschriftet und farblich hervorgehoben

Abbildung 2 zeigt jeweils die Menge an Funden und Messungen pro Knochentyp.

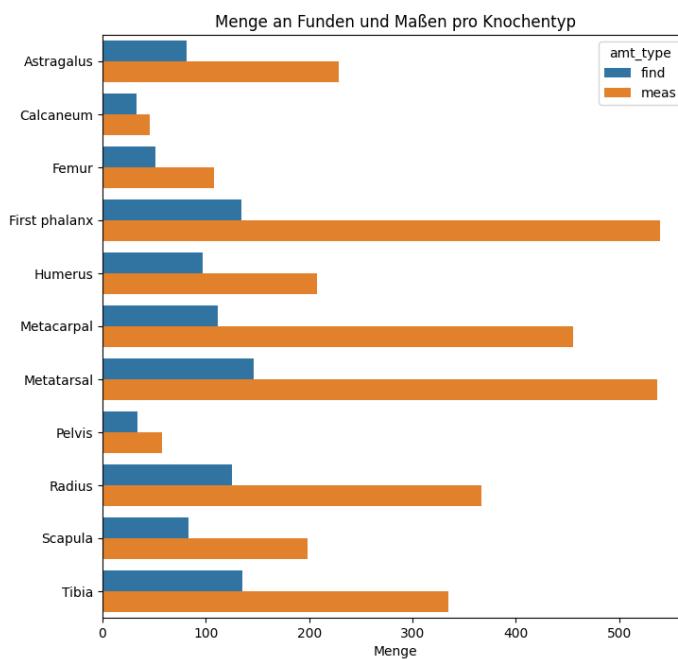


Abbildung 2: Die Menge an Funden und Messungen pro Knochentyp

II.4 Knochenmaße

Jeder Knochen kann auf viele unterschiedliche Weisen vermessen werden, beispielsweise kann man den Umfang an einer bestimmten Stelle bestimmen, die Länge an der längsten Stelle oder die unterschiedlichen Breiten an den jeweiligen Enden oder in der Mitte. Diese verschiedenen »Dimensionen« wurden versucht, möglichst eindeutig zu definieren und damit zu standardisieren, doch »*There will always be discrepancies from one research worker to the next which will influence the final results.*« [7] Im Datensatz wurden die unterschiedlichen Mess-Dimensionen durch das Attribut MEASTYPE gekennzeichnet, die verwendeten Codes beziehen sich größtenteils auf die Arbeit von [7]. Wichtig ist an dieser Stelle vor allem zu beachten, dass auch die Maße für einen Vergleich nicht alle in einen Topf geworfen werden dürfen: Vermischt man Längenmaße mit Breite oder Umfang, verfälscht das das Ergebnis enorm. Der Versuch, wenigstens unterschiedliche Dimensionen der gleichen Obergruppe (Länge, Breite, Umfang, Höhe) zusammenzufassen, wurde in an_9 und an_10 unternommen, doch aufgrund der Vielzahl und Komplexität der unterschiedlichen Messarten (und aufgrund des nicht vorhandenen Vorwissens der Autorin über Knochen, deren Bezeichnungen und Eigenarten) aufgegeben. Stattdessen wurden für jeden Knochentyp die vier Dimensionen mit den meisten Messwerten zur Weiterverarbeitung ausgewählt (s. an_11)

II.5 Datierung

Insgesamt liegen 101 unterschiedliche Zeitintervalle (RANGE) vor, welche insgesamt 21 Perioden zuordnet wurden. Für die Betrachtung eines groben zeitlichen Trends sind 21 Perioden jedoch zu viele (und 101 Zeitintervalle erst recht). In an_6 bis an_8 wurden die Perioden und Ranges näher betrachtet mit der Absicht, die Einteilung zu vergrößern. Hierbei wurde jedoch ein Problem offensichtlich: die Funktionen überlappen sich teilweise in ihrer Datierung, sodass keine klaren Grenzen gezogen werden können, s. Abbildung 3

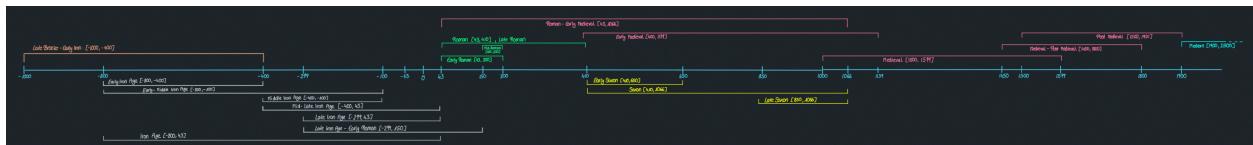


Abbildung 3: Eine Skizze der im Datensatz definierten Perioden

Wenn ein Fund z.B. auf das Intervall zwischen -299 und 150 datiert wurde, ein anderer aber auf zwischen 43 und 200 kann man weder bei 150 noch bei 43 eine Grenze ziehen. Daher werden die Funde wie in Abbildung 4 grob in vier Zeitkategorien eingeteilt, um eine Betrachtung der Größenentwicklung über die Zeit zu ermöglichen. Die Überlappungen wurden in dieser Einteilung möglichst gering gehalten, lassen sich aber natürlich nicht ganz ausschließen.

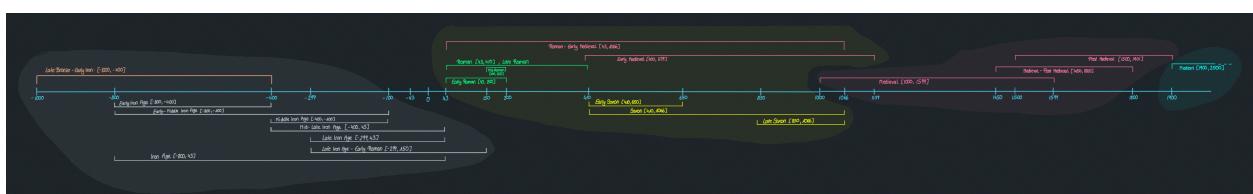


Abbildung 4: Die gewählten vier Gruppen wurden farblich hervorgehoben

In an_7 wurde das PERIOD-Attribut der Funde entsprechend aktualisiert.

III ERGEBNISSE

In dieser Arbeit wurden 14 unterschiedliche Knochentypen mit je vier verschiedenen Mess-Dimensionen über noch einmal 4 Zeitperioden betrachtet. Das sind 14 Diagramme mit je 4 Plots, die an dieser Stelle nicht alle einzeln ausgewertet werden können. Ich konzentriere mich daher in der Auswertung auf den Knochentyp »Metatarsal«. Alle anderen Plots und statistischen Auswertungen finden sich im Ordner `results`.

III.1 Grafische Darstellung der Daten

Die nun vorbereiteten Daten lassen sich wunderbar in Form sogenannter »Raincloud Plots«[\[6\]](#) darstellen. Raincloud Plots sind halbe Violin Plots, ergänzt durch einen Scatterplot der Rohdaten und einen Boxplot für eine einfache Übersicht der Mittelwerte und Ausreißer. Die Raincloud Plots wurden mit Hilfe des interaktiven Tutorials von [\[6\]](#) erstellt, zu sehen im `ab_plots.ipynb`.

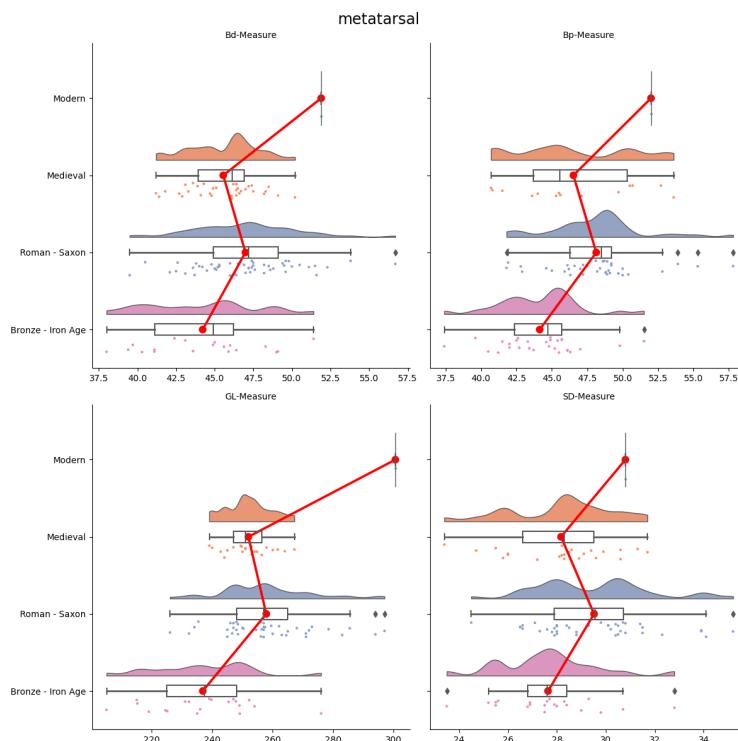


Abbildung 5: Raincloud Plots für die Metatarsal Knochen

An Abbildung 5 lässt sich gut erkennen, dass die Knochengrößen sich bei allen Dimensionen zwischen den einzelnen Perioden unterscheiden. Im Intervall »Roman - Saxon« sind die Knochen in allen vier Dimensionen deutlich größer als sowohl zuvor in der Periode »Bronze - Iron Age« als auch später im »Medieval«. Von »Medieval« zu »Modern« nimmt die Größe bei allen vier Dimensionen wieder zu.

III.2 Statistische Auswertung

Um zu prüfen, ob die auf Grundlage des Plots aufgestellten Vermutungen statistisch relevant sind, wird ein Hypothesentest durchgeführt. Dazu werden Nullhypothese und Gegenhypothese aufgestellt:

H_0 : Die absolute Datierung eines Knochens ist kein Indikator für dessen Größe.

H_1 : Die absolute Datierung eines Knochens ist ein Indikator für dessen Größe.

Die Messdaten sind metrische Daten auf einer Verhältnisskala, die Perioden sind metrische Daten auf einer Intervallskala. Die Stichprobe ist unabhängig, da die Knochen aus jeder Periode distinkt sind - kein Knochen wurde zweimal für unterschiedliche Perioden datiert und hat auf dem Weg dorthin seine Größe verändert. Um die Nullhypothese H_0 zu testen, wurde mit Hilfe von Welch's T-Test der p-Wert ermittelt und gegen das Signifikanz-Niveau von $\alpha = 0.05$ getestet. Ein p-Wert, der größer ist als α suggeriert, dass der Zusammenhang zwischen Datierung und Größe sehr wahrscheinlich zufällig ist. Ist der p-Wert hingegen kleiner als α , kann die Nullhypothese abgelehnt und ein Zusammenhang zwischen Alter des Knochens und Größe als wahrscheinlich angenommen werden.

```
"Bd": {
    "Bronze – Iron Age": {
        "Roman – Saxon": [0.0081097311360068, "signifikant"]
    },
    "Medieval": {
        "Roman – Saxon": [0.01957716814744559, "signifikant"]
    }
},
"Bp": {
    "Bronze – Iron Age": {
        "Roman – Saxon": [4.058879790458863e-06, "signifikant"]
    },
    "Medieval": {
        "Roman – Saxon": [0.2240527912842772, "nicht signifikant"]
    }
},
"GL": {
    "Bronze – Iron Age": {
        "Roman – Saxon": [3.490911064447034e-05, "signifikant"]
    },
    "Medieval": {
        "Roman – Saxon": [0.04593427102041022, "signifikant"]
    }
},
"SD": {
    "Bronze – Iron Age": {
        "Roman – Saxon": [0.002333876973557466, "signifikant"]
    },
    "Medieval": {
        "Roman – Saxon": [0.0241568475475013, "signifikant"]
    }
}
```

Abbildung 6: P-Werte für Metatarsal Knochengröße und Perioden

Abbildung 6 zeigt die p-Werte für die Metatarsal Knochen im Vergleich zwischen den relevanten Perioden. Der Hypothesentest bestätigt, was zuvor bereits anhand des Raincloud Plots vermutet wurde: Die Größenunterschiede zwischen den einzelnen Perioden sind signifikant. Der p-Wert ist für alle Vergleiche zwischen aufeinander folgenden Perioden signifikant.

IV SCHLUSSFOLGERUNG & AUSBLICK

In dieser Arbeit wurde die Python-Programmiersprache genutzt, um einen großen Datensatz zu beschreiben und eine Forschungsfrage anhand von grafischen Darstellungen und statistischen Tests zu beantworten. Die Gründe für eine Veränderung der Größe von Pferdeknochen über die Zeit hinweg können mit diesen Betrachtungen nicht geklärt werden, dazu müsste man sich mit den Ereignissen in den jeweiligen Zeitperioden beschäftigen und Parallelen aufstellen. Deutlich wird aber, dass sich die Größe signifikant geändert hat.

LITERATUR

- [1] Matplotlib — Visualization with Python. URL <https://matplotlib.org/>.
- [2] Pandas - Python Data Analysis Library. URL <https://pandas.pydata.org/>.
- [3] Ptitor: A Python implementation of Rainclouds, originally on R, ggplot2. Written on top of seaborn. URL <https://github.com/pog87/Ptitor>.
- [4] Welcome to Python.org. URL <https://www.python.org/>.
- [5] SciPy. URL <https://scipy.org/>.
- [6] M Allen, D Poggiali, and K Whitaker. Raincloud plots: A multi-platform tool for robust data visualization [version 2; peer review: 2 approved]. 4(63). doi: 10.12688/wellcomeopenres.15191.2.
- [7] Angela von den. Driesch. *A Guide to the Measurement of Animal Bones from Archaeological Sites*. Peabody Museum Bulletin ; 1. Peabody Museum of Archaeology and Ethnology, Harvard University. ISBN 978-0-87365-950-5.
- [8] WikipedianProlific. Morphology and Locomotive system of Equus Callibus (a common horse). URL https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Skeletal_system_of_the_horse&oldid=1118575393.