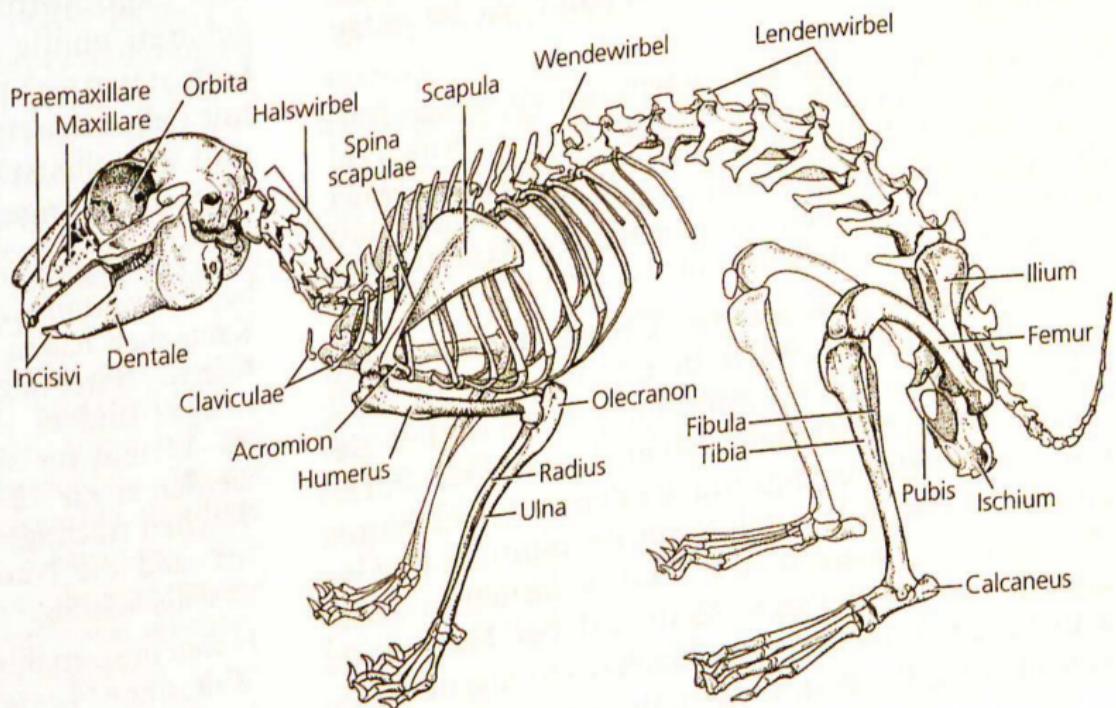


PROZEDURALE GENERIERUNG VON WIRBELTIERSKELETTEN

NINA ZIMBEL

KIT - INSTITUT FÜR VISUALISIERUNG UND DATENANALYSE

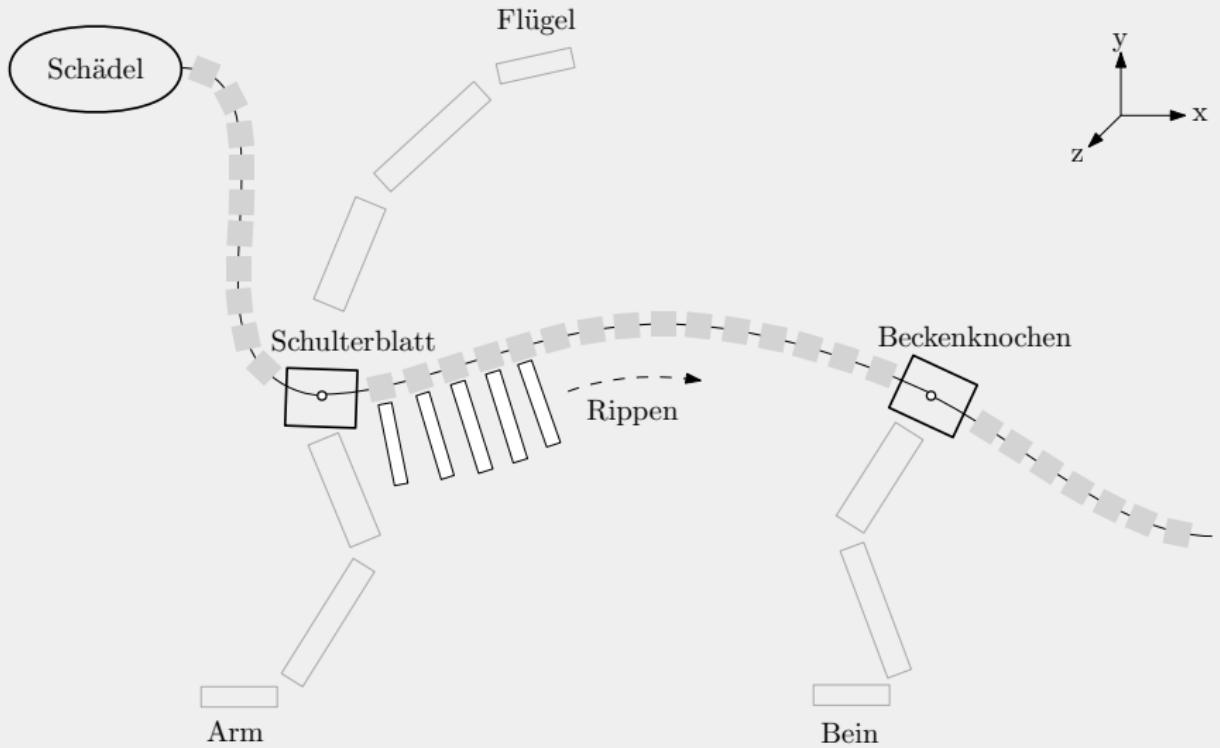
7. JULI 2020



Skelett eines Kaninchens [4]



Maya Plugin Ziva, wirklichkeitstreues Modell eines Löwen [5]

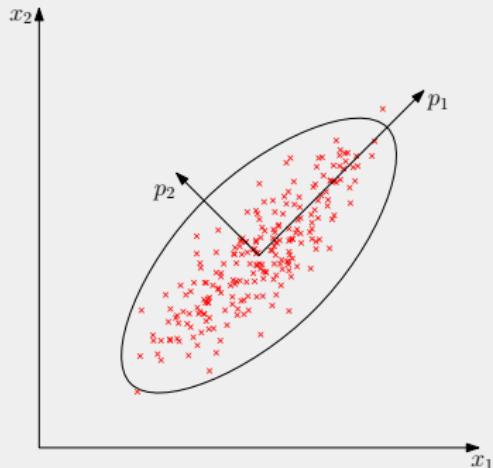


Abstrahierter Grundbauplan eines Wirbeltierskeletts

PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS

PCA

- Gegeben: Menge normalverteilter n -dimensionaler Punkte
- Gesucht: Achsen des Hyperellipsoids → Basis des *Konfigurationsraums*, der durch diese Achsen aufgespannt wird
- Verteilungen entlang der Achsen sind unabhängig voneinander → Erzeugung zufälliger Punkte mit gleicher Verteilung wie Eingabe möglich



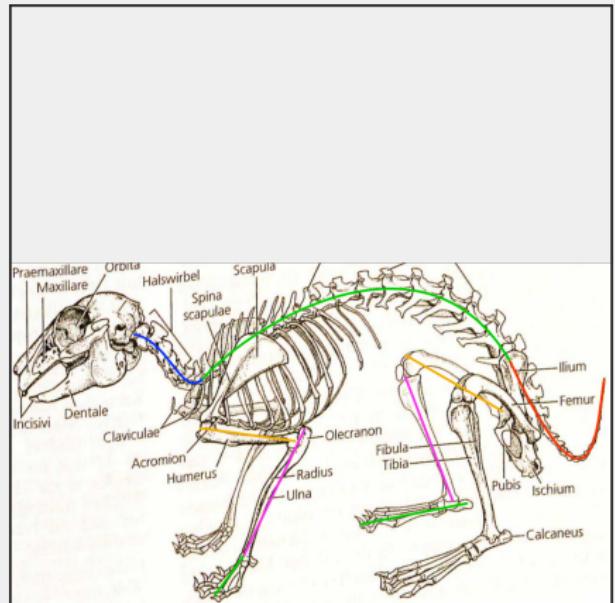
WARUM PCA?



[1]

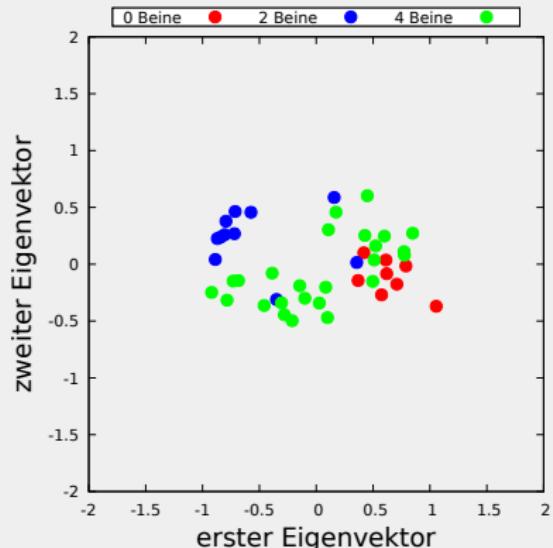
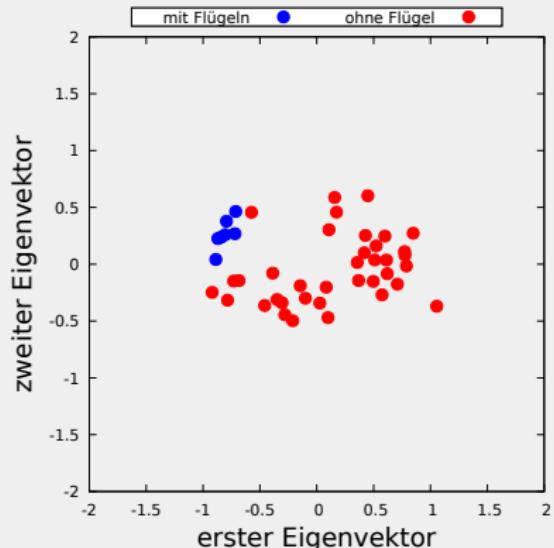
DATENERHEBUNG

- 2D-Skelettbilder, v. a. aus Zoologiebüchern
- Merkmale:
 - ▶ Verlauf der Wirbelsäule (Bézierkurven)
 - ▶ Länge der Knochen der Extremitäten
 - ▶ Anzahl der Flügel
 - ▶ Anzahl der Beine mit Bodenkontakt
 - ▶ Gewicht
- 44 Beispiele



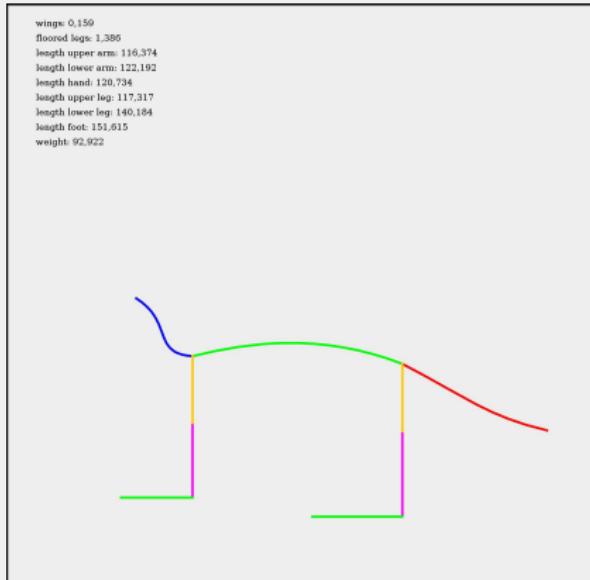
Annotiertes Skelett eines Kaninchens

ANALYSE DER EINGABEDATEN



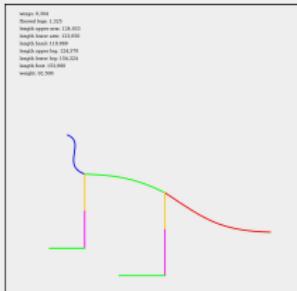
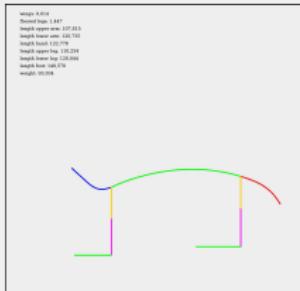
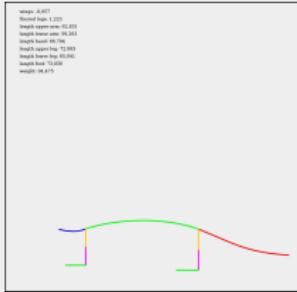
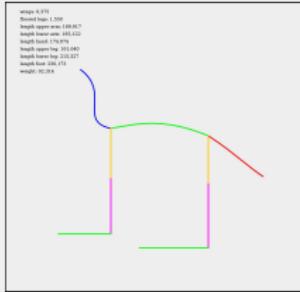
Projektion der Eingabedaten auf die Ebene, die durch die erste und zweite Achse des Hyperellipsoids aufgespannt wird.

MITTELWERT



Visualisierung des Mittelwerts der Eingabedaten. Werte, die nicht grafisch visualisiert sind, sind folgende:
Flügel 0,159, Beine mit Bodenkontakt 1,39, Gewicht 93kg

„BEDEUTUNG“ DER ACHSEN



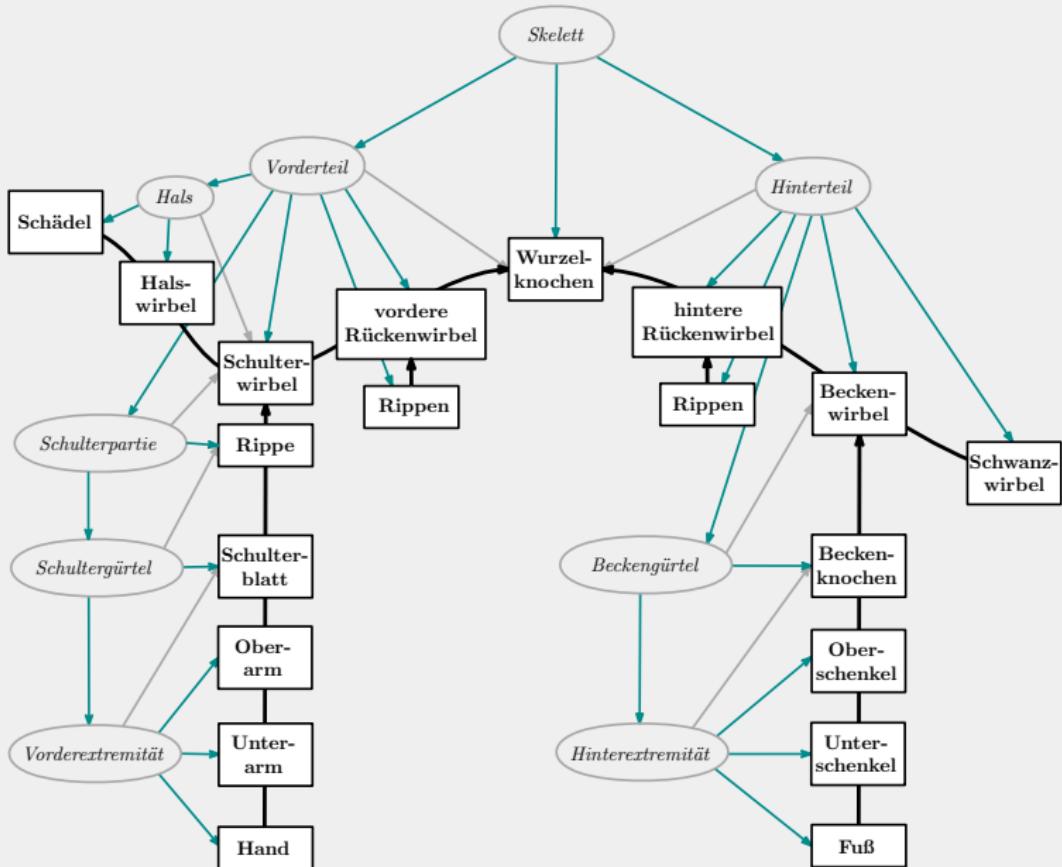
Koordinaten der visualisierten Datenpunkte in Zeile i :

- i -te Koordinate: positive bzw. negative Standardabweichung
- $j \neq i$: 0

DER ALGORITHMUS

ÜBERBLICK ÜBER DEN ALGORITHMUS

0. Benutzereingabe einlesen
1. PCA auf Beispielskeletten durchführen
- 2a. Punkt q im Konfigurationsraum (zufällig) bestimmen
- 2b. Parameter für die kontextfreie Grammatik G aus q und Benutzereingabe bestimmen
3. Bestandteile des Skeletts mit G erzeugen und positionieren
4. Alle Bestandteile, die nicht auf der Wirbelsäule liegen, spiegeln
5. 3D-Modell generieren





Als Hintergrund wurde bei allen erzeugten 3D-Modellen [2] verwendet.

POSITIONIERUNG DER EXTREMITÄTEN

- Längen der Knochen bekannt
- Winkel an Gelenken unbekannt
- keine kanonische Ruheposition
- Unterscheidung anhand der Funktion:
 - ▶ Flügel: zufällige Position
 - ▶ Flossen und Arme: ausgerichtet an globalen Achsen
 - ▶ Beine: eigener iterativer Algorithmus





Känguru



Elefant

BEDINGUNGEN

1. Bedingte Verteilung als Eingabe für PCA
 - ▶ Anzahl Flügel und Beine
 - ▶ Länge des Halses in y-Richtung
 - ▶ Länge des Schwanzes in x-Richtung
2. Vorgegebene Punkte aus Konfigurationsraum laden
(z. B. Eingabebeispiele)
3. Schon einmal generierte Skelette laden

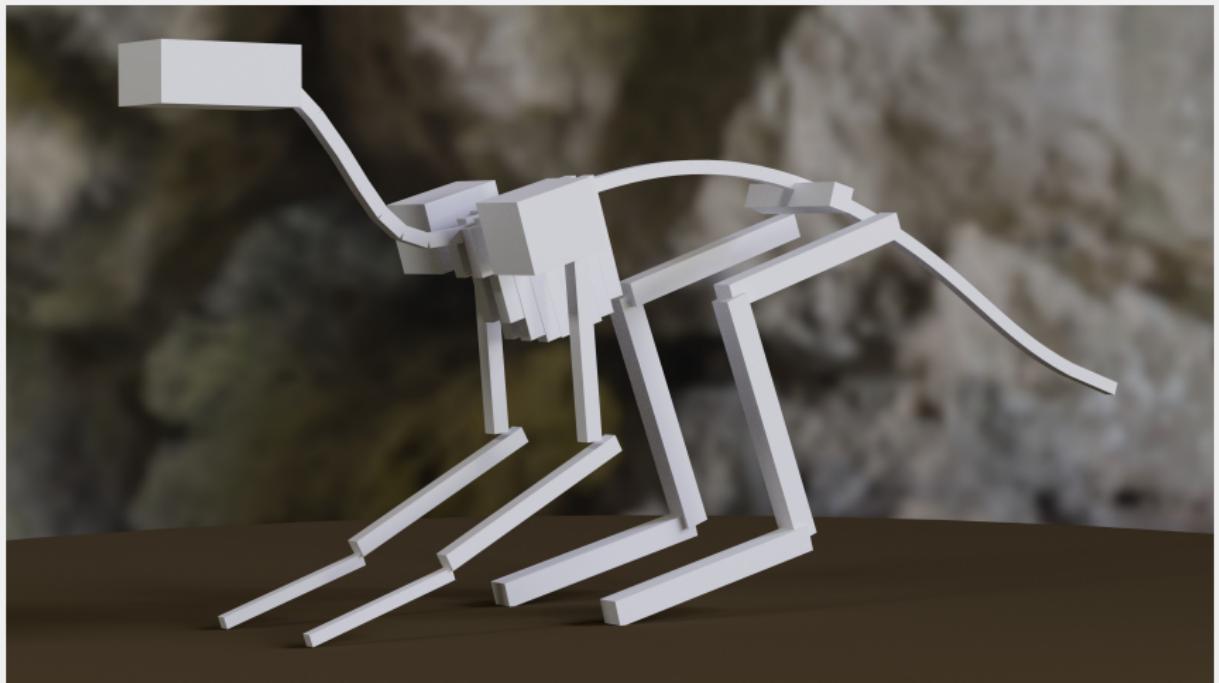
Gegeben

- Punkt q aus dem Konfigurationsraum
- generiertes Skelett S (optional)
- Benutzereingaben B (optional)

Vorgehen (statt den Schritten 1 + 2 des Algorithmus):

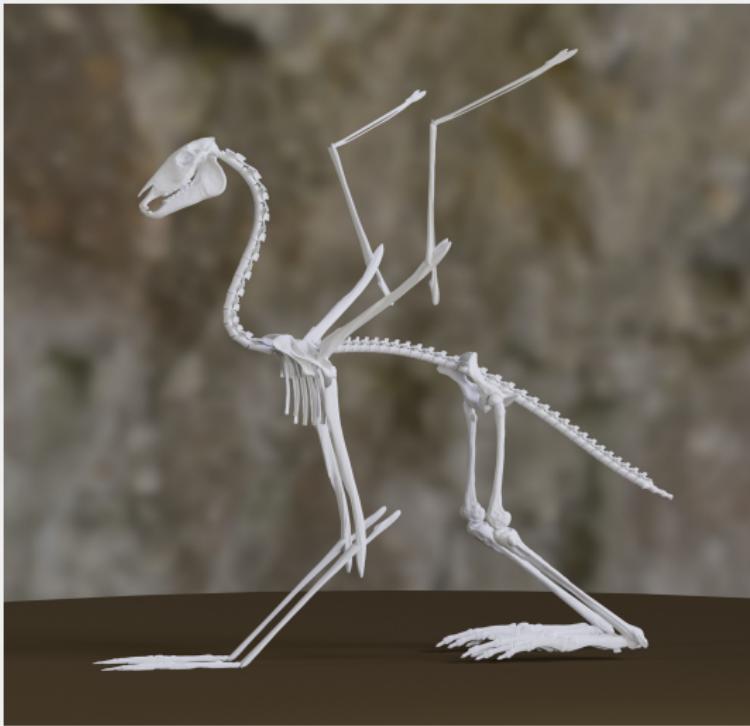
1. zufällig normalverteilten Punkt q' mit Erwartungswert q bestimmen
2. Parameter p für die Grammatik G aus q' und B und S bestimmen, falls vorhanden
3. Parameter p variieren (v. a. Anzahl, Art und Position der Extremitäten)

ERZEUGUNG EINES 3D-MODELLS



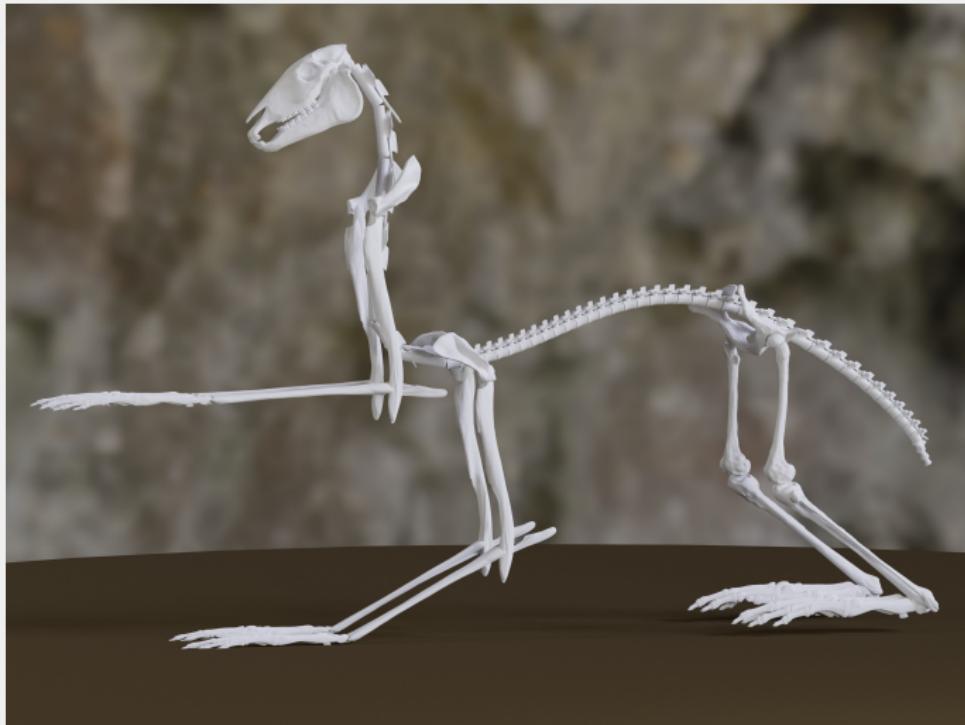
FANTASTISCHE TIERE

PEGASUS – 2 EXTREMITÄTENPAARE PRO GÜRTEL



Bedingungen: 4 Beine, 2 Flügel

ZENTAUR – ZWEITER SCHULTERGÜRTEL



Bedingungen: 4 Beine, 2 Flügel

AUSBLICK

- Auch Skelette mit sehr aufrechter Wirbelsäule wie beim Menschen generierbar?
- Gewicht der Tiere verwenden z. B. als Einfluss auf Größe der Tiere oder Dicke der Knochen
- mehr verschiedene und leichter austauschbare Knochenmodelle
- interaktiver Algorithmus
- Muskeln und Haut generieren

VIELEN DANK FÜR DIE
AUFMERKSAMKEIT!

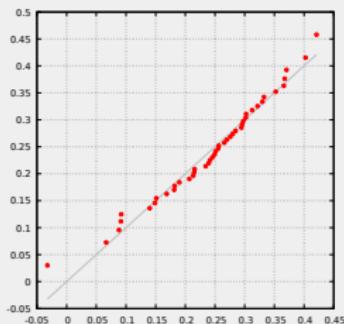
WEITERE INFORMATIONEN UNTER
<https://github.com/Zimmt/skeleton-generation>

QUELLEN

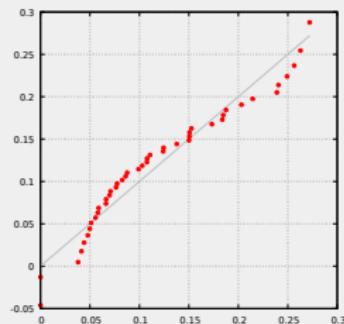
-  *Halloween Skeleton Set.* URL: <https://de.aliexpress.com/item/4000127246703.html> (visited on 06/25/2020).
-  *HDRI Haven. 360°-Bild einer kleinen Höhle.* URL: https://hdrihaven.com/hdri/?c=nature&h=small_cave (visited on 05/20/2020).
-  Rüdiger Wehner and Walter Gehring. *Zoologie*. 24th ed. Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 2007. ISBN: 978-3-13-367424-9.
-  Wilfried Westheide and Reinhard Rieger. *Spezielle Zoologie. Teil 2: Wirbel- oder Schädeltiere*. München: Spektrum Akademischer Verlag, 2004. ISBN: 3-8274-0307-3.
-  *Ziva, Case Study: Zeke the Lion.* Bildquelle: <https://www.animationmagazine.net/wordpress/wp-content/uploads/ziva-post2.jpg>. URL: <https://zivadynamics.com/case-study/lion> (visited on 06/25/2020).

UNTERSUCHUNG AUF NORMALVERTEILUNG

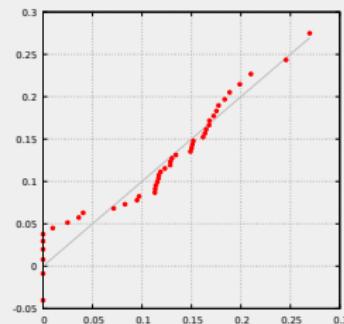
Quantil-Quantil-Diagramme



(a) x-Wert der 3.
Koordinate des Halses

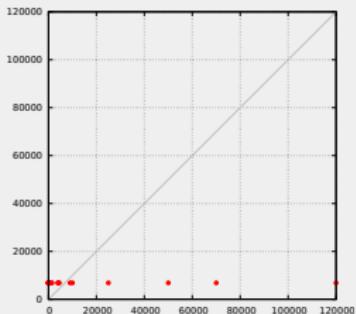


(b) Länge der Hand

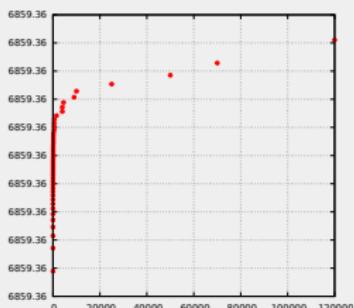


(c) Länge des
Oberschenkels

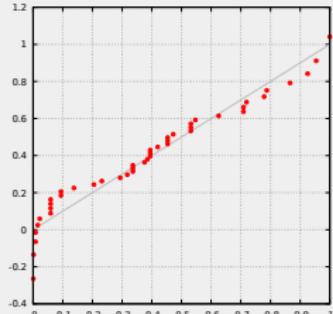
NORMALVERTEILUNG DES GEWICHTS



(a) linear



(b) linear (Ausschnitt)



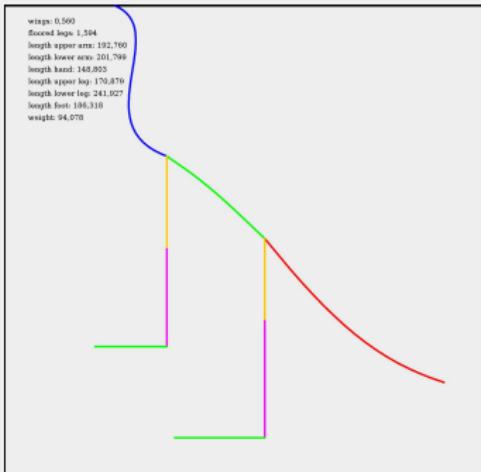
(c) logarithmisch

⇒ Das logarithmische Gewicht wird verwendet.

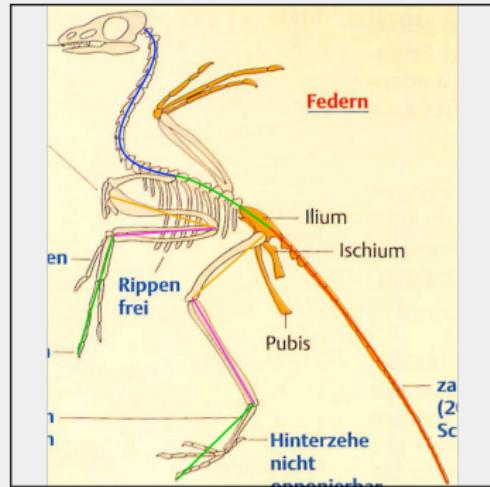
GEWICHTUNG DER MERKMALE

- Alle Merkmale zunächst auf $[0, 1]$ skaliert
- Diskrete Merkmale (Anzahl Flügel und Beine) nicht normalverteilt, liefern aber hilfreiche Informationen → kleiner skalieren
- Gewicht nicht Hauptmerkmal → kleiner skalieren

REDUZIERUNG DER DIMENSIONALITÄT MIT PCA



(a) Rekonstruktion aus 6 Eigenvektoren

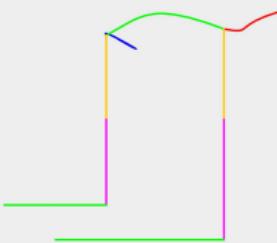


(b) Eingabebild [3]

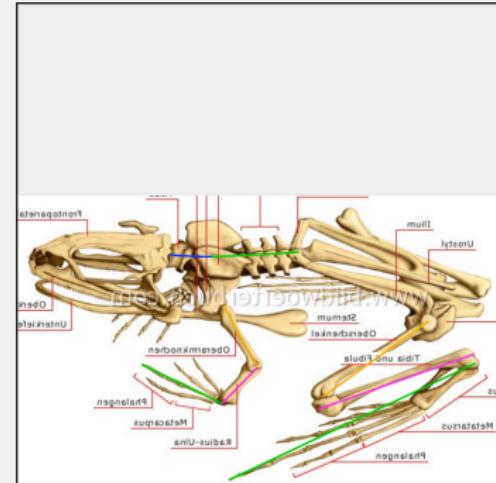
Nicht visualisierte Daten der Rekonstruktion: Flügel 0,56, Beine mit Bodenkontakt 1,594, Gewicht 94,1kg; Originalwert für das Gewicht: 1kg

REDUZIERUNG DER DIMENSIONALITÄT MIT PCA

```
wingspan: 0.400  
flapped wings: 1.272  
length upper arm: 174.767  
length lower arm: 177.113  
length hand: 210.948  
length upper leg: 188.056  
length lower leg: 248.059  
length foot: 349.080  
weight: 90.322
```



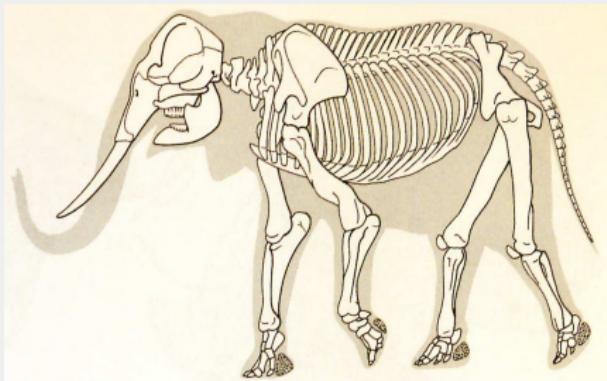
(a) Rekonstruktion aus 6 Eigenvektoren



(b) Eingabebild [4]

Nicht visualisierte Daten der Rekonstruktion: *Flügel 0,4, Beine mit Bodenkontakt 1,27, Gewicht 90,2kg; Originalwert für das Gewicht: 0,01kg.*

ELEFANT: VERGLEICH MIT DEM ORIGINALBILD



[4]