

PROZEDURALE GENERIERUNG VON WIRBELTIERSKELETTEN

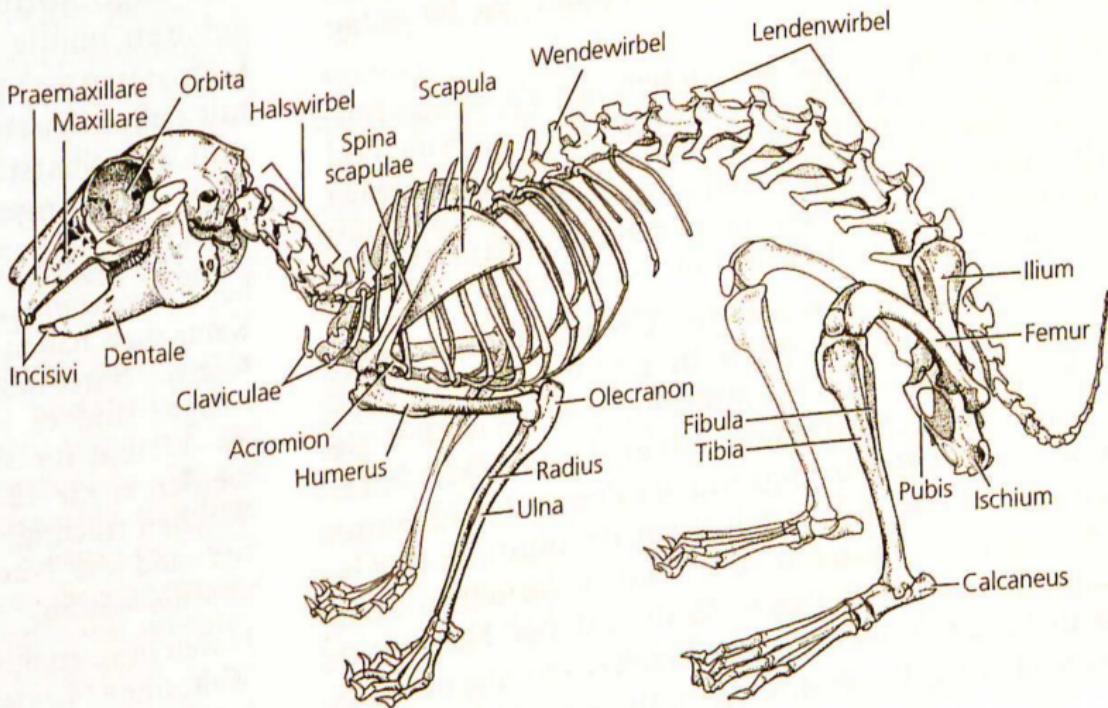
NINA ZIMBEL

KIT – INSTITUT FÜR VISUALISIERUNG UND DATENANALYSE

7. JULI 2020

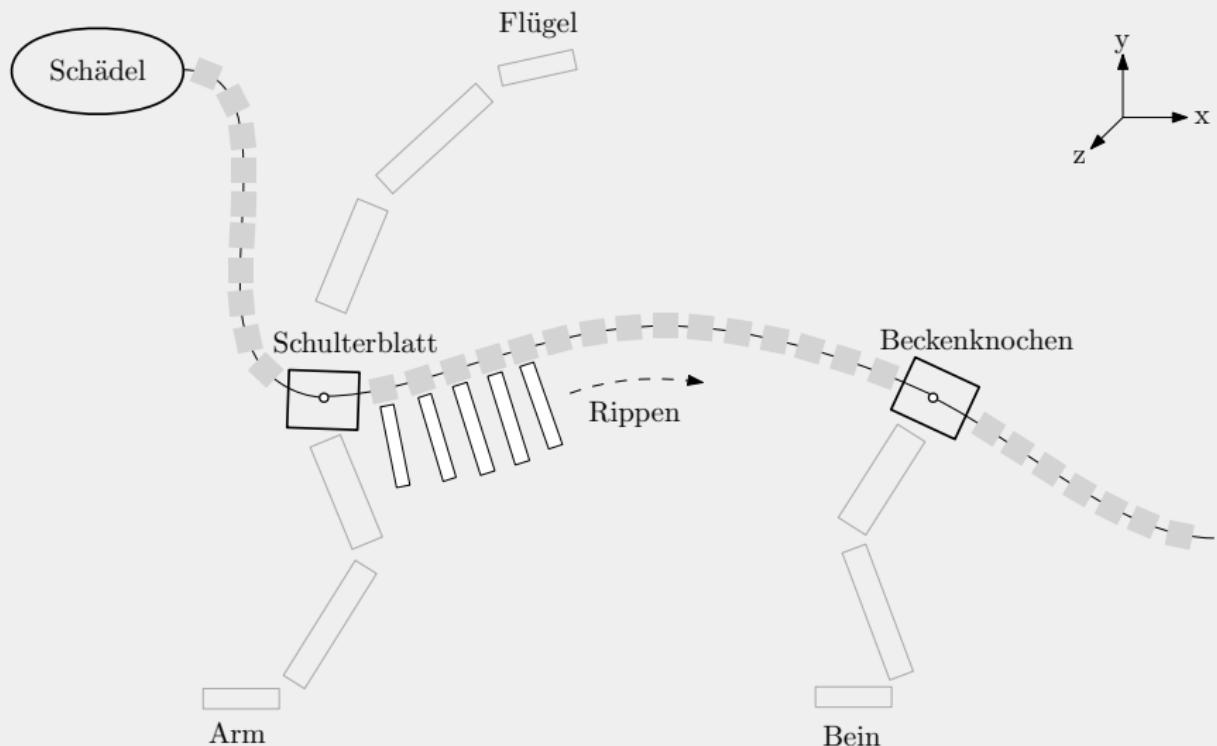


Maya Plugin Ziva, wirklichkeitsgetreues Modell eines Löwen [5]

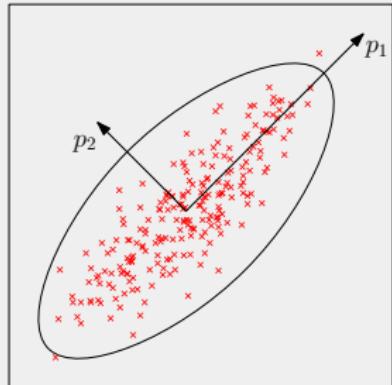


Skelett eines Kaninchens [4]

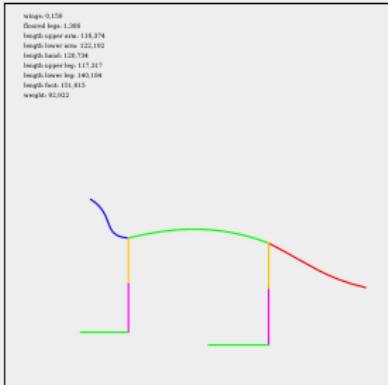
ABSTRAHIERTER GRUNDBAUPLAN



GLIEDERUNG



(1) PCA



(2) Ergebnisse



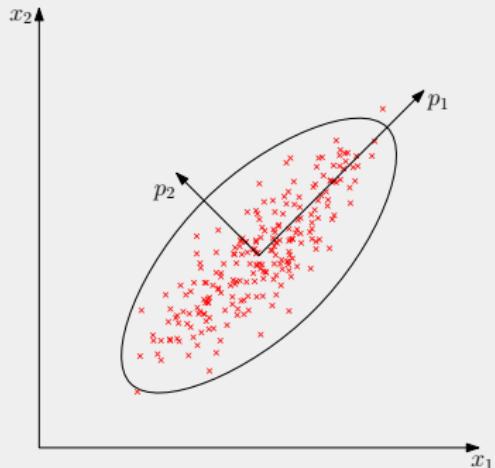
(3) Algorithmus

Als Hintergrund wurde bei allen erzeugten Skeletten [2] verwendet. Die Quellen der verwendeten externen 3D-Modelle sind in der Ausarbeitung zu finden.

PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS

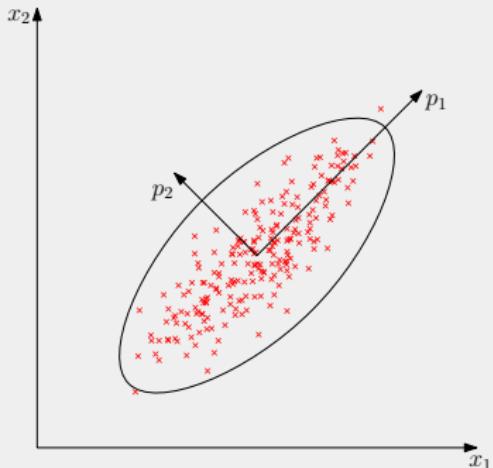
PCA

- Gegeben: Menge normalverteilter n -dimensionaler Punkte
- Gesucht: Achsen des Hyperellipsoids → Basis des *Konfigurationsraums*, der durch diese Achsen aufgespannt wird



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



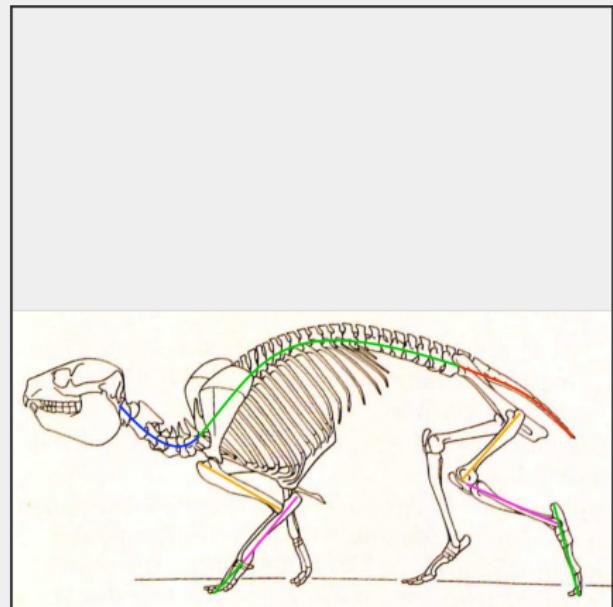
WARUM PCA?



[1]

DATENERHEBUNG

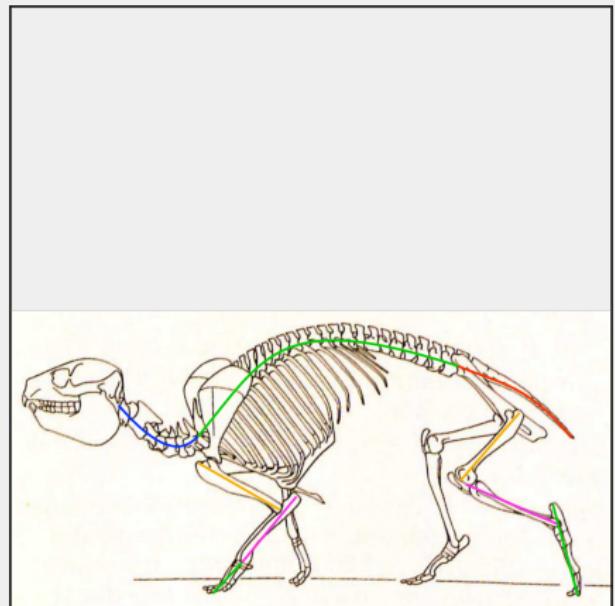
- 2D-Skelettbilder, v. a. aus Zoologiebüchern
- Merkmale:
 - ▶ Verlauf der Wirbelsäule (Bézierkurven)



Annotiertes Skelett eines Klippschließers [4]

DATENERHEBUNG

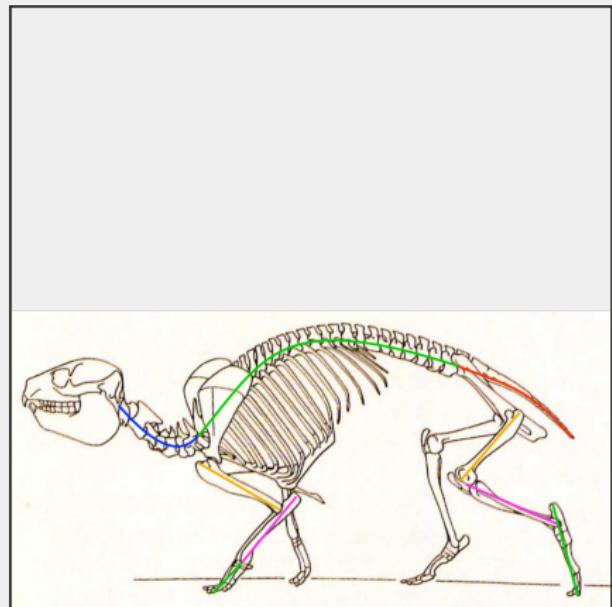
- 2D-Skelettbilder, v. a. aus Zoologiebüchern
- Merkmale:
 - ▶ Verlauf der Wirbelsäule (Bézierkurven)
 - ▶ Länge der Knochen der Extremitäten



Annotiertes Skelett eines Klippschließers [4]

DATENERHEBUNG

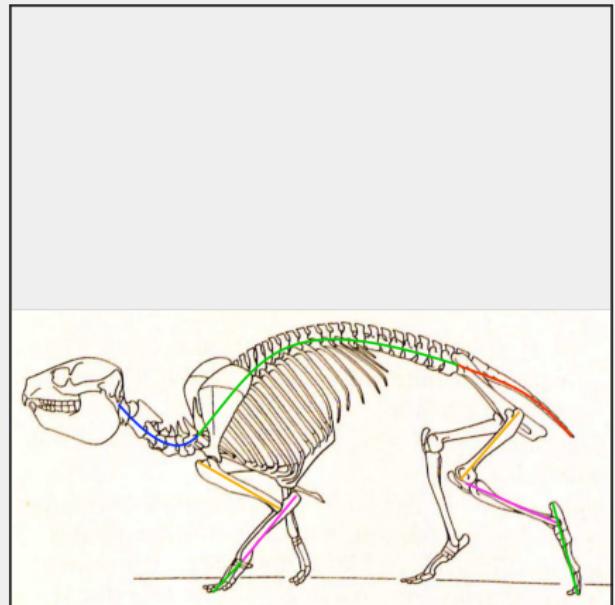
- 2D-Skelettbilder, v. a. aus Zoologiebüchern
- Merkmale:
 - ▶ Verlauf der Wirbelsäule (Bézierkurven)
 - ▶ Länge der Knochen der Extremitäten
 - ▶ Anzahl der Flügel
 - ▶ Anzahl der Beine mit Bodenkontakt



Annotiertes Skelett eines Klippschließers [4]

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



Annotiertes Skelett eines Klippschließers [4]

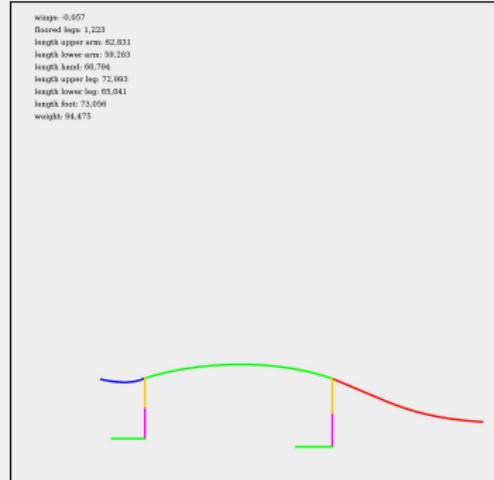
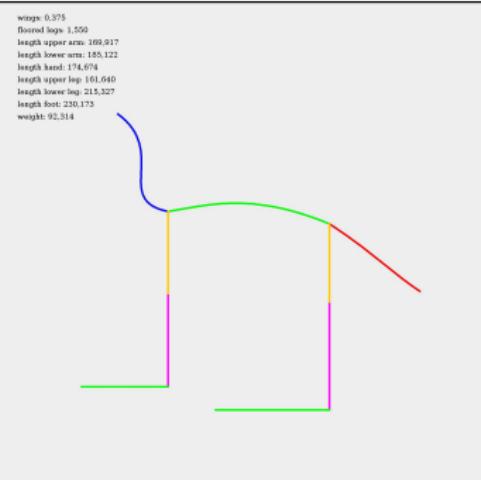
MITTELWERT

```
wings: 0.150  
floored legs: 1.386  
length upper arm: 116.374  
length lower arm: 122.192  
length hand: 120.794  
length upper leg: 117.317  
length lower leg: 140.184  
length foot: 151.615  
weight: 92.922
```



Mittelwert der Eingabedaten
Flügelpaare 0,159, Beinpaare mit Bodenkontakt 1,39, Gewicht 93kg

„BEDEUTUNG“ DER ACHSEN



längste Achse: positive/negative Standardabweichung

DER ALGORITHMUS

ÜBERBLICK ÜBER DEN ALGORITHMUS

- o. Benutzereingabe einlesen
1. PCA auf Beispielskeletten durchführen
- 2a. Punkt q im Konfigurationsraum (zufällig) bestimmen
- 2b. Parameter für das Skelett aus q und Benutzereingabe bestimmen

ÜBERBLICK ÜBER DEN ALGORITHMUS

0. Benutzereingabe einlesen
1. PCA auf Beispielskeletten durchführen
- 2a. Punkt q im Konfigurationsraum (zufällig) bestimmen
- 2b. Parameter für das Skelett aus q und Benutzereingabe bestimmen
3. Bestandteile des Skeletts mit kontextfreier Grammatik G erzeugen und positionieren

ÜBERBLICK ÜBER DEN ALGORITHMUS

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

ÜBERBLICK ÜBER DEN ALGORITHMUS

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





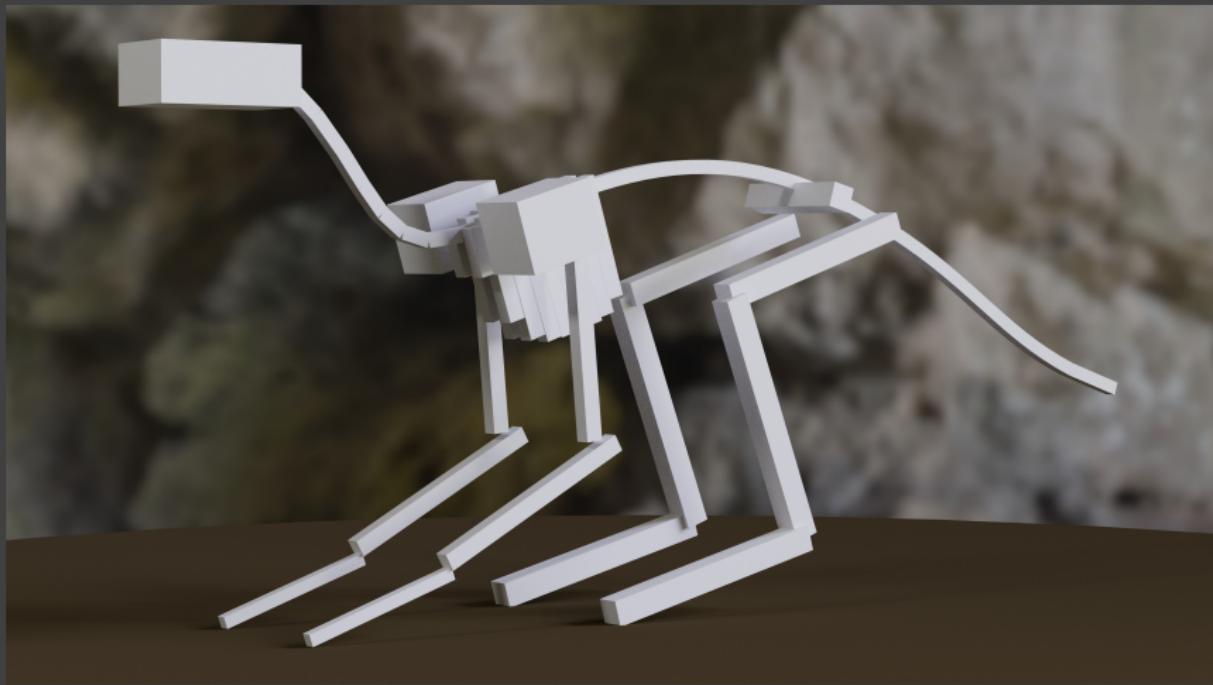
Elefant



Känguru



3D-MODELLE ERSTELLEN



BEDINGUNGEN

1. Vorgegebene Punkte aus Konfigurationsraum laden
(z. B. Eingabebeispiele)



(1) Känguru

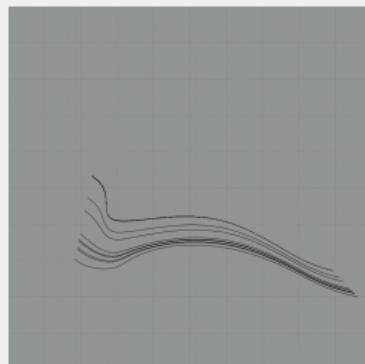


(2) Elefant

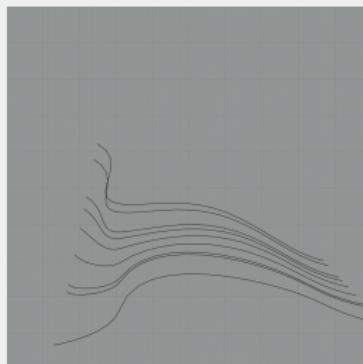
BEDINGUNGEN

2. Bedingte Verteilung als Eingabe für PCA

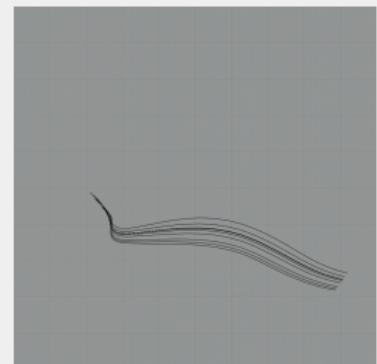
- ▶ explizite Merkmale (z. B. Anzahl Flügel und Beine)
- ▶ implizite Merkmale (z. B. Länge des Schwanzes in x-Richtung)



(1) 0 Flügel



(2) 0 Flügel $\pm 0,5$



(3) 1 Paar Beine $\pm 0,5$

BEDINGUNGEN

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

BEDINGUNGEN

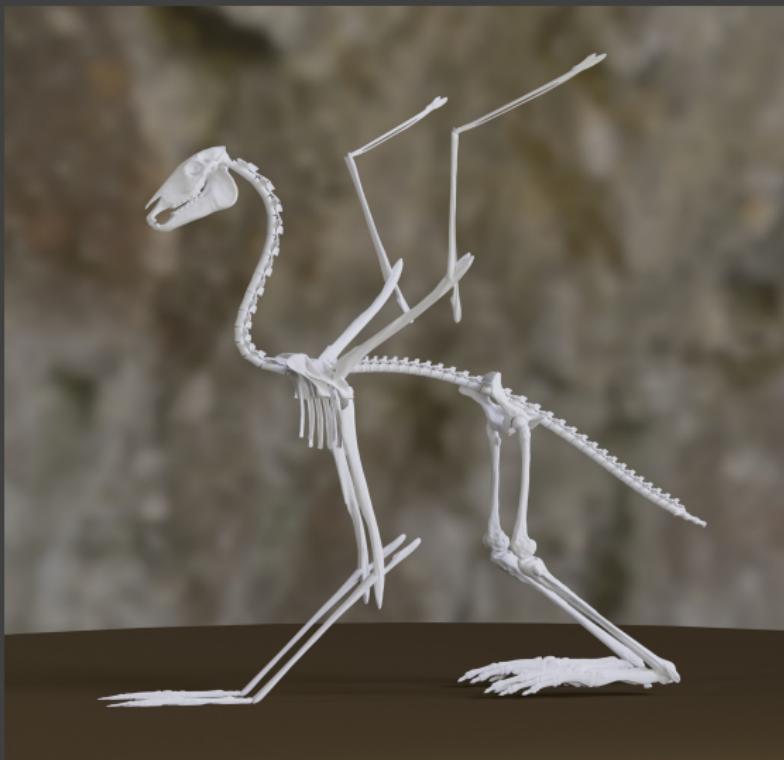
1. Vorgegebene Punkte aus Konfigurationsraum laden
(z. B. Eingabebeispiele)
2. Bedingte Verteilung als Eingabe für PCA
 - ▶ explizite Merkmale (z. B. Anzahl Flügel und Beine)
 - ▶ implizite Merkmale (z. B. Länge des Schwanzes in x-Richtung)
3. Schon einmal generierte Skelette laden

Variationen

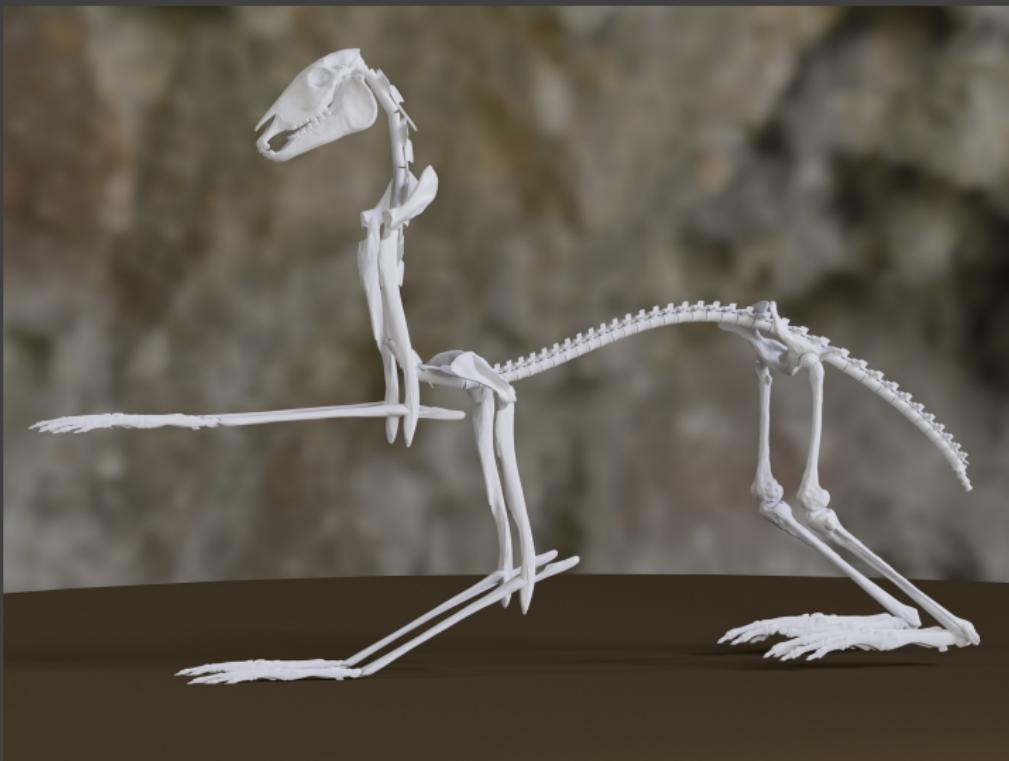
- Gegeben: Punkt q im Konfigurationsraum
- Bestimme Punkt q' zufällig normalverteilt mit Erwartungswert q

FANTASTISCHE TIERE

PEGASUS – 2 EXTREMITÄTENPAARE PRO GÜRTEL



ZENTAUR – ZWEITER SCHULTERGÜRTEL



AUSBLICK

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

VIELEN DANK FÜR DIE
AUFMERKSAMKEIT!

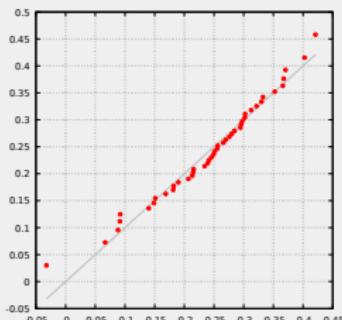
WEITERE INFORMATIONEN UNTER
<https://github.com/Zimmt/skeleton-generation>

QUELLEN

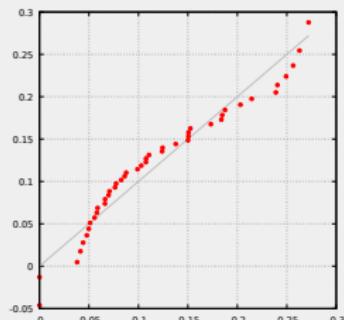
-  *Halloween Skeleton Set.* URL: <https://de.aliexpress.com/item/4000127246703.html> (visited on 06/25/2020).
-  *HDRI Haven. 360°-Bild einer kleinen Höhle.* URL: https://hdrihaven.com/hdri/?c=nature&h=small_cave (visited on 05/20/2020).
-  Rüdiger Wehner and Walter Gehring. *Zoologie*. 24th ed. Stuttgart: 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

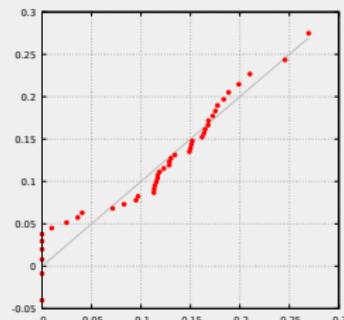
Quantil-Quantil-Diagramme



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

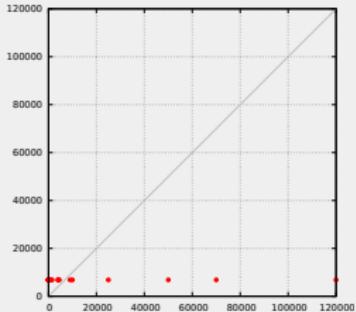


(2) Länge der Hand

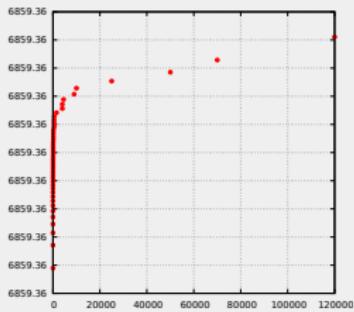


(3) Länge des
Oberschenkels

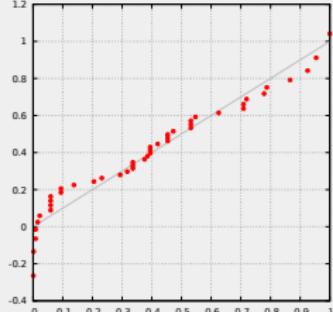
NORMALVERTEILUNG DES GEWICHTS



(1) linear



(2) linear (Ausschnitt)



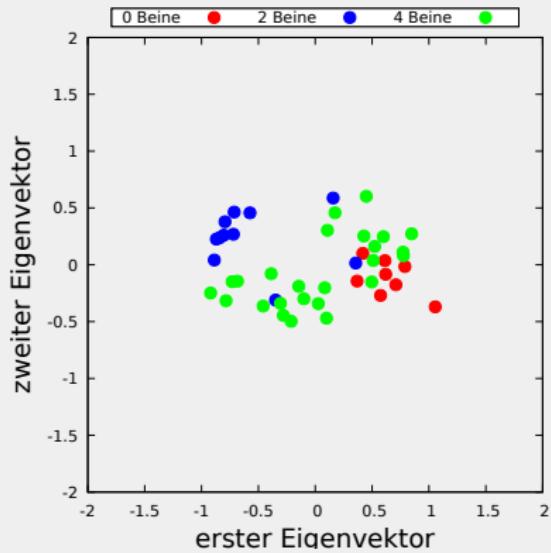
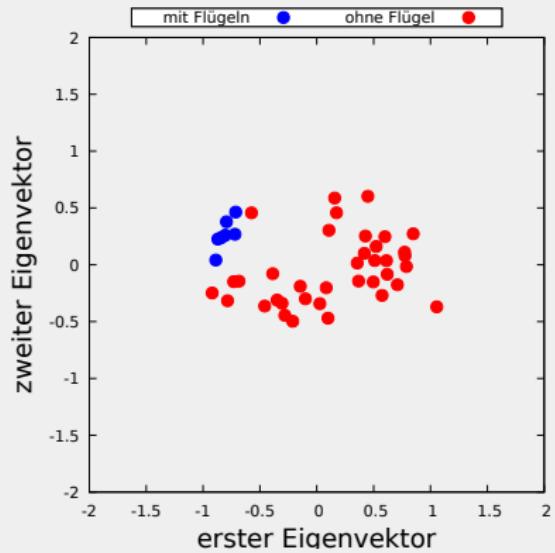
(3) logarithmisch

⇒ Das logarithmische Gewicht wird verwendet.

GEWICHTUNG DER MERKMALE

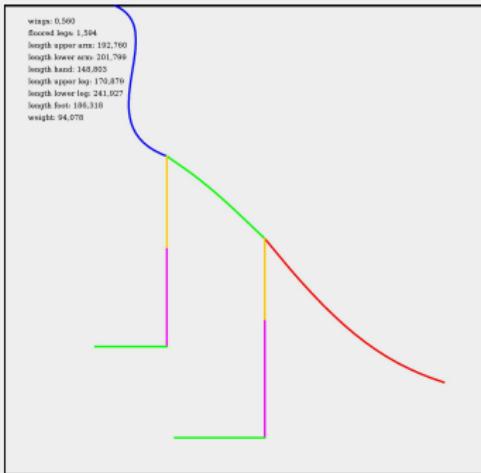
- Alle Merkmale zunächst auf $[0, 1]$ skaliert
- Diskrete Merkmale (Anzahl Flügel und Beine) nicht normalverteilt, liefern aber hilfreiche Informationen → kleiner skalieren
- Gewicht nicht Hauptmerkmal → kleiner skalieren

ANALYSE DER EINGABEDATEN

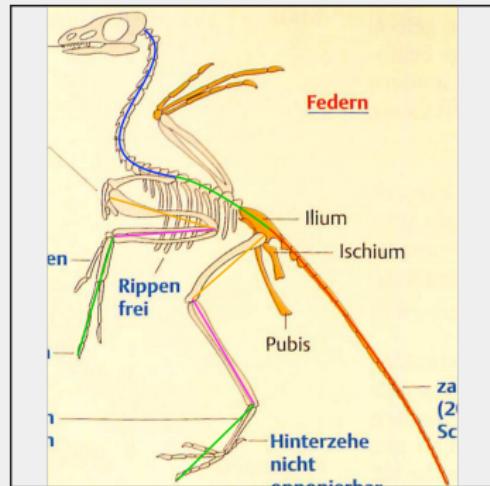


Projektion der Eingabedaten auf die Ebene, die durch die erste und zweite Achse des Hyperellipsoids aufgespannt wird.

REDUZIERUNG DER DIMENSIONALITÄT MIT PCA



(1) Rekonstruktion aus 6 Eigenvektoren

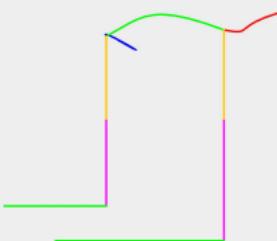


(2) Eingabebild [3]

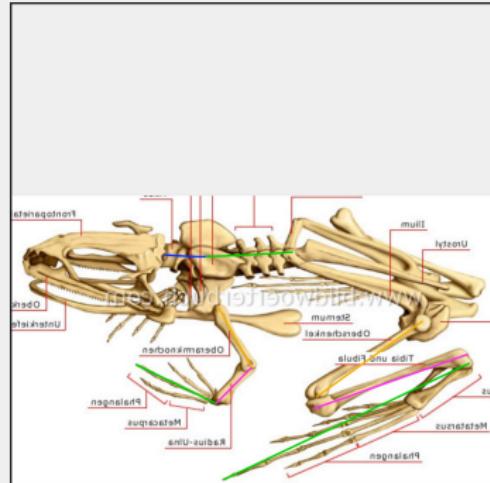
Nicht visualisierte Daten der Rekonstruktion: *Flügel 0,56, Beine mit Bodenkontakt 1,594, Gewicht 94,1kg; Originalwert für das Gewicht: 1kg*

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
```

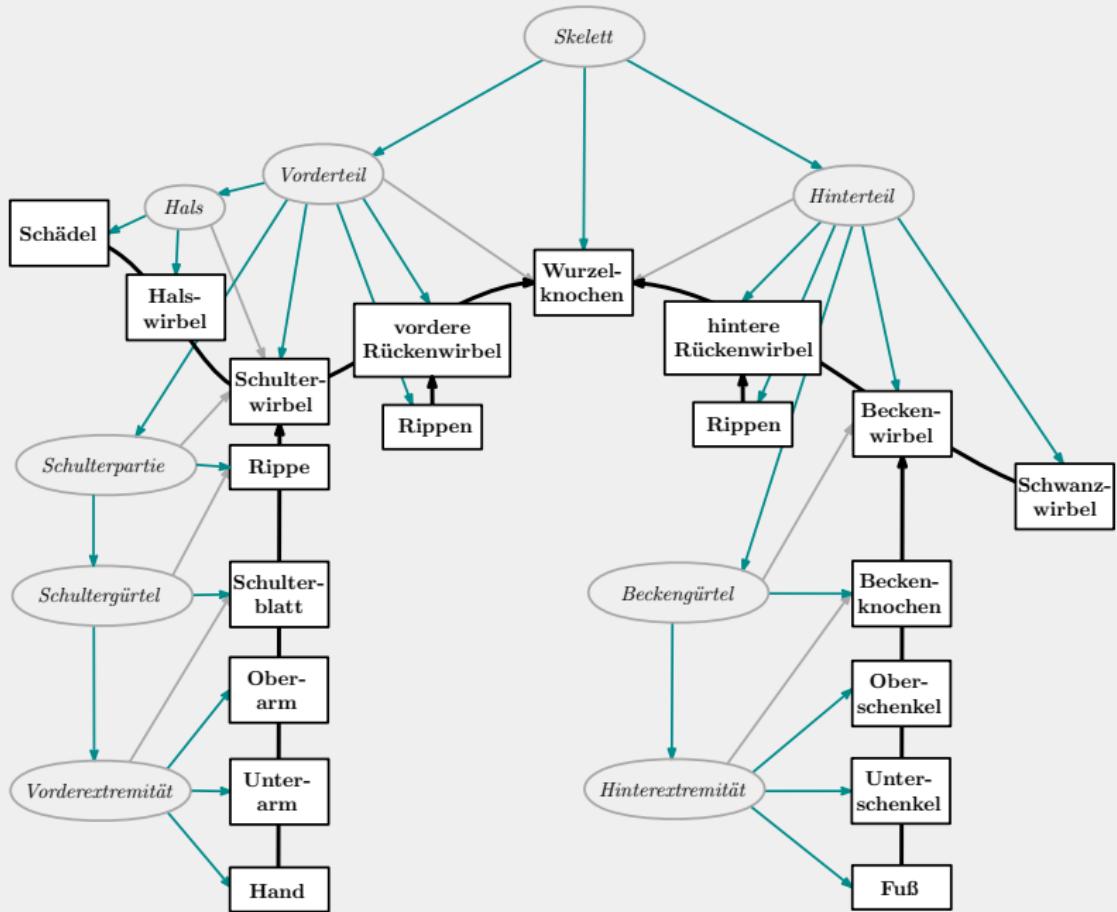


(1) Rekonstruktion aus 6 Eigenvektoren

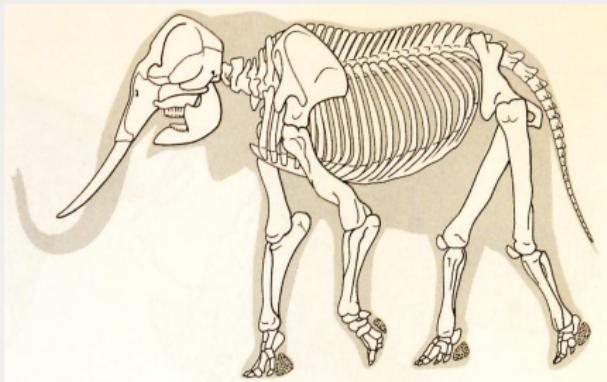


(2) Eingabebild [4]

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]