

# Ein Knochen reicht!?

## Mit selbst präparierten Knochen auf die Gesamtkörperlänge von Tieren schließen

H. Mertens  
Nebelthau-Gymnasium Bremen

Der Beitrag beschreibt einen Unterrichtsvorschlag in dem Schülerinnen und Schüler über die Präparation, Konservierung und Vermessung von Geflügelknochen modellhaft erfahren wie Längenschätzungen von Tierarten anhand einzelner Knochen abgegeben werden können.

**Stichwörter:** Präparieren, Untersuchen, Knochen, Vögel, Diagrammerstellung

## 1 Einführung

Nur hin und wieder werden bei Ausgrabungen vollständige Skelette verstorbener Lebewesen gefunden. Wesentlich häufiger sind es nur einzelne Knochen – und dennoch können recht präzise Schätzungen der Körpermaße vorgenommen werden [3]. Wie das möglich ist, wird Lernenden in diesem Beitrag nahegebracht indem sie modellhaft einen möglichen wissenschaftlichen Erkenntnisweg selbsttätig nachvollziehen.

## 2 Didaktische Überlegungen

Der Unterrichtsvorschlag beinhaltet das Erstellen eines Präparates, eine Präparation. Präparate sind nach Gropengießer et al. „Organismen(teile) oder andere Naturobjekte, die durch verschiedene Techniken vor- und zubereitet werden – zum Anschauen oder zur späteren Verwendung im Unterricht“ [5:350]. Die Präparation als solche ist nach Killermann et al. als Untersuchung einzuordnen. Beim Untersuchen wird „in das Objekt eingegriffen, Hilfsmittel finden Verwendung. Ein Naturobjekt wird zerlegt [und] zerschnitten“; das Untersuchen „dient dem genaueren Kennenlernen von Strukturen“ [6:144-145].

Für die Präparation ist es notwendig, Materialien vorzubereiten bzw. zu besorgen. Kasten 1 zeigt eine Übersicht der benötigten Materialien – abgesehen vom Präparationsobjekt „Geflügelschenkel“ werden die meisten in der schuleigenen Sammlung zu finden sein. Die im Handel erhältlichen Geflügel(teile) sind – bedingt durch die Standardisierung in der Fleischproduktion – oftmals ähnlich in Gewicht und Größe. Eine Folge davon ist, dass die entsprechend enthaltenen Knochen recht einheitlich lang sind. So ist zu erwarten, dass die von den Schülerinnen und Schülern gemessenen Werte ähnlich mit den hier aufgezeigten sind (vgl. Abb. 1).

Es könnten unterschiedlichste Knochen zum Präparieren und Vergleichen genutzt werden – für Dinosaurier, die im Einstieg den Aufhänger bilden, wird beispielsweise der Femur (Oberschenkelknochen) genutzt [10:282]. Es hat sich jedoch als für den avisierten Zweck passenderer Knochen der Tibiotarsus (Unterschenkelknochen) herausgestellt. Zwar sind beide zusammen als „Schenkel“ von Geflügel im Handel leicht zu erhalten und lassen sich beide recht leicht präparieren. Der Tibiotarsus ist jedoch länger als der Femur, Unterschiede werden so deutlicher und die

Handhabbarkeit für die Lernenden ist erhöht. Zudem wird er ebenso für wissenschaftliche Untersuchungen – etwa an Vögeln – herangezogen [7:357] und gelegentlich sogar als besonders geeignet hervorgehoben [9:672].

- Schenkel von Gans, (Ente\*), Huhn und Wachtel (für letztere meist nur ganze Tiere erhältlich) → Anzahl je nach Gruppengröße (Vorschlag: pro 3 Lernende einen Schenkel)
- Topf und Wasser
- Spülmittel
- Präparierbesteck (Pinzette, Schere, Skalpell, ggf. Präpariernadel)
- Krepppapier
- Einmal-Handschuhe, Kittel und Schutzbrille
- Bleistift und Lineal

Kasten 1: Für den Unterrichtsvorschlag notwendiges Material (\*Es wird nur ein Schenkel benötigt, der von der Lehrkraft vor dem Unterricht präpariert und konserviert wird)



Abb. 1: Tibiotarsus von a) Gans, b) Ente, c) Huhn, d) Wachtel (Foto: H. Mertens)

Das Bearbeiten des Arbeitsblattes zielt im Wesentlichen darauf ab, die ermittelten Messwerte strukturiert festzuhalten und ein einfaches Diagramm zu erstellen. Beide Kompetenzen sind in dieser oder ähnlicher Art und Weise in den Lehrplänen der meisten Bundesländer verankert (vgl. beispielhaft [8:78]: „Die Schülerinnen und Schüler [...] veranschaulichen einfache Messdaten in Grafiken mit vorgegebenen Achsen“).

Die im Arbeitsblatt angegebenen Körperlängen sind vom Autor gebildete Durchschnittswerte verschiedener Quellen (siehe Kasten 2). Die Angaben sind in der Literatur insgesamt uneinheitlich – was einerseits auf verschiedene Messmethoden bzw. ungenaue Nutzung des Begriffs „Totallänge“ [vgl. „TL1“ bzw. „TL2“ in 4:64] zurückzuführen sein könnte und andererseits darauf, dass häufig lediglich ein Bereich möglicher Körperlängen im Sinne der natürlichen Schwankungsbreite angegeben ist. Die Angabe dieser Schwankungsbereiche jedoch würde gerade jüngere Schülerinnen und Schüler möglicherweise verwirren, weshalb darauf verzichtet wird. Stattdessen wird hinter dem Wert die Durchschnittsbildung auf dem Arbeitsblatt angegeben und könnte insofern als Gesprächsanlass genutzt werden, dass es innerhalb einer Art noch Unterschiede zwischen den Individuen gibt – obgleich diese bei Masttieren wie bereits beschrieben vergleichsweise gering ausfallen.

### 3 Unterrichtliches Vorgehen

Vor der Unterrichtsstunde ist von der Lehrkraft ein Entenknochen (Tibiotarsus) in der im Folgenden geschilderten Art und Weise vorzubereiten. Er dient später als der „gefundene“ Knochen, von dessen Länge auf die Körperlänge einer Ente geschlossen werden soll.

Als Einstieg in die eigentliche Unterrichtsstunde kann der cartoonartige Kurzdialog in Material 1 dienen. Er soll bewirken, dass bei den Schülerinnen und Schülern die Frage entsteht, wie es sein kann, dass ein einziger Knochen ausreicht, um auf die Gesamtlänge eines Tieres schließen zu können. Die Schülerinnen und Schüler werden in der gemeinsamen Besprechung dazu angehalten, die Fragestellung herauszuarbeiten und so exakt wie möglich zu formulieren. Diese sollte zunächst an der Tafel festgehalten und später auf dem Arbeitsblatt notiert werden.

Beispiel: *Weshalb reicht ein Knochen aus, um die Körperlänge eines Tieres ziemlich genau zu bestimmen?*

Es kann sich hiernach eine Phase der Hypothesenbildung anschließen. Diese wird – je nach Vorwissen der Schülerinnen und Schüler – unterschiedlich ergiebig bzw. zielführend sein.

Mögliche Hypothesen könnten sein:

- *Es könnte (mathematische) Formeln zum Berechnen geben.*
- *Man könnte mit vollständigen Skeletten vergleichen.*
- *Eventuell gibt es eine Größenbeziehung zwischen allen Knochen.*
- ...

Um geschickt überzuleiten – insbesondere wenn keine brauchbaren Hypothesen vorliegen – kann es hilfreich sein, den Hinweis zu geben, dass man nahe verwandte, noch lebende Tierarten, von denen man umfassende Daten vorliegen hat, mit dem Knochenfund in Beziehung setzen könnte. Mit diesem

Hinweis wird es den Schülerinnen und Schülern gegebenenfalls möglich sein, eine mit dem avisierten Experiment überprüfbare Hypothese zu bilden, die – zunächst an der Tafel festgehalten – später aus dem Arbeitsblatt notiert werden kann.

Die Lerngruppe wird sodann in Kleingruppen eingeteilt. Es bietet sich an, jeweils maximal drei Schülerinnen und Schüler pro Gruppe zu haben, da ansonsten nicht jeder die Möglichkeit erhält wirklich selbst mit Skalpell, Schere, Pinzette usw. die Knochen freizulegen. Gleichzeitig könnten Lernende, bei denen besonders ausgeprägte Ekelgefühle beim Präparieren auftreten auch eine in Teilen passive, zuschauende Rolle einnehmen.

Das bedeutet also z.B. bei 27 Lernenden in der Lerngruppe neun Kleingruppen. Man benötigt entsprechend drei Keulen bzw. Schenkel pro Geflügel. Das mehrfache Präparieren des Schenkels der gleichen Tierart bietet sich auch deshalb an, weil man mit den Lernenden später reflektieren kann, dass die Bildung eines Mittelwertes aufgenommener Daten dazu dienen kann, einzelne Abweichungen zu nivellieren. Auf Begriffe wie Standardabweichung und dergleichen kann im Sinne einer didaktischen Reduktion für jüngere Lernende verzichtet werden.

Die Präparation ist in dieser Unterrichtsidee Mittel zum Zweck, da letztlich nur Knochen in präpariertem und konserviertem Zustand benötigt werden. Die Präparation selbst bietet jedoch wunderbar die Gelegenheit den Lernenden anschaulich den Aufbau von Muskeln, Gelenken und Sehnen näher zu bringen und könnte sich daher harmonisch in die Unterrichtsidee einfügen (vgl. Abb. 2 a) und b)). An dieser Stelle sei diesbezüglich als Vorschlag für eine Präparationsanleitung auf ein leicht verständliches Video-Tutorial in zwei Teilen verwiesen [1,2].

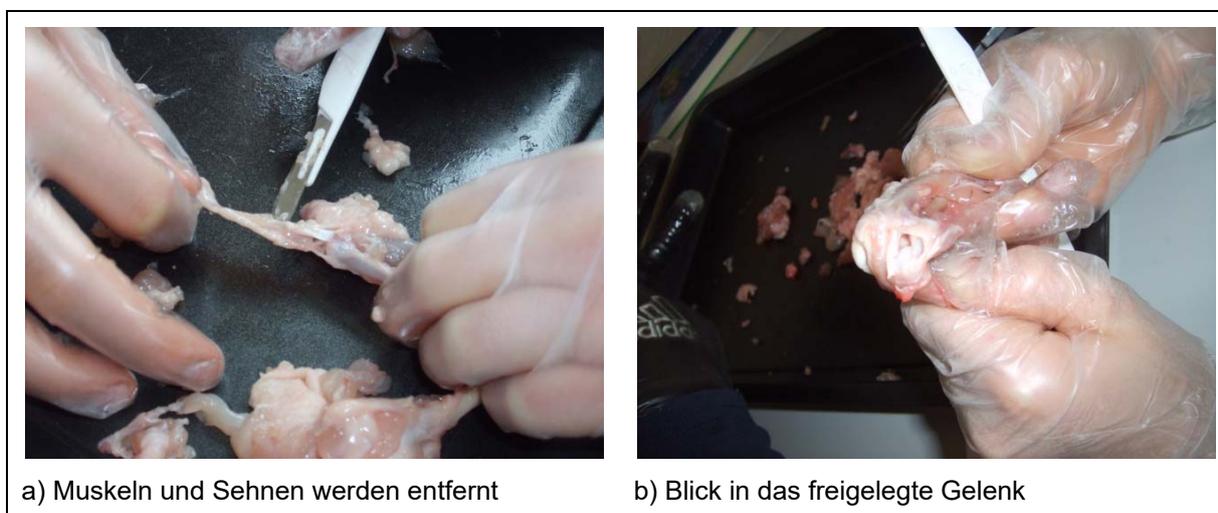


Abb. 2: SchülerInnen und Schüler beim Präparieren eines Geflügelschenkels (Fotos: H. Mertens)

Sobald die Schülerinnen und Schüler die Knochen freipräpariert haben, können diese zentral auf dem Pult – besser unter dem Abzug – in mit einigen Tropfen Spülmittel versetztem Wasser mehrere Minuten – etwa über eine ggf. einzulegende kurze Pause hinweg – abgekocht werden. Die eventuell noch anhaftenden Fleisch- bzw. Gewebereste sollen sodann von den Gruppen entfernt und die Knochen mit Krepppapier grob getrocknet werden. Je besser die Knochen gesäubert wurden, desto haltbarer sind sie.

Die Knochen werden anschließend vermessen und die Werte sowie der Mittelwert pro Geflügelsorte an der Tafel festgehalten. Typische Werte sind etwa: Wachtel 6cm, Huhn 8cm, Gans 18cm; vgl. auch

Abb. 1. Dann werden die Knochen gesammelt und ausgelegt auf Krepppapier bei Raumtemperatur für mindestens 24 Stunden getrocknet. Auf diese Weise können sie problemlos aufbewahrt und immer wieder im Unterricht eingesetzt werden.

Sodann legt jeder Lernende mit Hilfe der Körperlängenangaben auf dem Arbeitsblatt ein Diagramm an, das die Körperlänge in Abhängigkeit von der Knochenlänge zeigt und verbindet die Punkte zu einer Kurve. Dabei werden zunächst nur die Werte von Wachtel, Huhn und Gans berücksichtigt.

Nun wird der vorbereitete Entenknochen (in Abb. 1 der einer Warzenente, im Handel gelegentlich als Barbarie-Ente erhältlich) von der Lehrkraft präsentiert und dessen Vermessung demonstriert oder der Knochen wird von ein oder zwei Lernenden vermessen (typischer Wert etwa 14 cm, vgl. auch Abb. 1). Sodann schätzen die Schülerinnen und Schüler mit Hilfe ihrer selbsterstellten Kurve die Körperlänge der Ente. Daraufhin präsentiert die Lehrkraft einen realen Durchschnittswert (bei der Warzenente etwa 75 cm) und vergleicht diesen gemeinsam mit den Lernenden mit den aus der Kurve abgeleiteten Schätzungen. In einer abschließenden Diskussion der Ergebnisse reflektiert man das gemeinsame Vorgehen nochmals im Hinblick auf die Ausgangsfrage und formuliert gemeinsam ein Fazit, welches auf dem Arbeitsblatt festgehalten wird.

*Beispiel: Vergleicht man die Länge eines gefundenen Knochens mit Knochenlängen von Tieren, deren Körperlänge bekannt ist, kann eine grobe Schätzung über die Körperlänge des Tieres abgegeben werden, dessen Knochen man gefunden hat.*

Wesentlich ist hierbei insbesondere die Klärung der Frage, welche Genauigkeit solche Schätzungen besitzen und dass diese mit steigender Zahl der Knochen und Tierarten, die in die Kurvenerstellung eingebracht werden, genauer werden müssten.

Als schöner Abschluss könnte ein Foto in der Art der Abbildung 1 von den Schülerinnen und Schülern mit ihrem jeweiligen Smartphone angefertigt werden – die Erfahrung zeigt, dass zumindest ein Teil gerade der jüngeren Lernenden daran Interesse hat und – seltener – auch zuhause einmal zeigen möchte, was im Unterricht bearbeitet wurde. Sobald die Knochen ganz getrocknet sind, könnte auch ein Ausstellungsstück für die ggf. vorhandene naturwissenschaftliche Schauvitrine oder den Fachraum erstellt werden.

- <https://books.google.de/books?id=PNHhBgAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=de#v=onepage&q&f=false>
- <http://www.biologie-schule.de/huhn-steckbrief.php>
- <http://www.wachteln-info.de/wachtelzucht-haltung/wachteln/allgemeines/>
- <https://www.wildtiermanagement.com/wildtiere/federwild/graugans/biologie/>
- [https://www.medienwerkstatt-online.de/lws\\_wissen/vorlagen/showcard.php?id=16855](https://www.medienwerkstatt-online.de/lws_wissen/vorlagen/showcard.php?id=16855)
- <http://tierdoku.com/index.php?title=Moschusente>
- <https://www.primolo.de/content/das-huhn-0>

Kasten 2: Quellen für die Bildung der Durchschnittswerte der Körperlängen der Vogelarten (Zugriff bei allen: 12.11.2018)

Henning Mertens  
Stellv. Schulleiter  
Fachlehrkraft für Biologie und Geographie  
Nebelthau-Gymnasium Bremen  
Charlotte-Wolff-Allee 12, 28717 Bremen  
henningmertens@googlemail.com (privat)

## Literaturverzeichnis

- [1] Biology Tutorials (2017): Praeparation Huehnerbein Teil 1. [YouTube-Video] <<https://www.youtube.com/watch?v=zJwmD6wTxvk>>. Zugriff am: 13.11.2018.
- [2] Biology Tutorials (2017): Praeparation Huehnerkniesgelenk Teil 2. [YouTube-Video] <<https://www.youtube.com/watch?v=KZkfCeLdsSc>>. Zugriff am: 13.11.2018.
- [3] Bynum, W. (2014): Die kürzeste Geschichte der Wissenschaft (übersetzt von Klöhn, I. & T. Pfeiffer). <[https://books.google.de/books?id=ulLZAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=editions:Gj\\_LdlPc5ZMC&hl=de&sa=X&ved=0ahUKEwjtbKjh9LeAhUusaQKHsX9DqgQuwUJKzAA#v=onepage&q=urzeitwesen&f=false](https://books.google.de/books?id=ulLZAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=editions:Gj_LdlPc5ZMC&hl=de&sa=X&ved=0ahUKEwjtbKjh9LeAhUusaQKHsX9DqgQuwUJKzAA#v=onepage&q=urzeitwesen&f=false)>. Zugriff am: 13.11.2018.
- [4] Deutsche Ornithologen-Gesellschaft (Hrsg.) (2011): Measuring Birds – Vögel vermessen. <[https://www.researchgate.net/profile/Wolfgang\\_Fiedler/publication/235921988\\_Measuring\\_Birds\\_-\\_Vogel\\_Vermessen/links/584063c408aeda696811763c/Measuring-Birds-Voegel-Vermessen.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Wolfgang_Fiedler/publication/235921988_Measuring_Birds_-_Vogel_Vermessen/links/584063c408aeda696811763c/Measuring-Birds-Voegel-Vermessen.pdf)>. Zugriff am: 29.03.2019.
- [5] Gropengießer, H., Harms, U. & Kattman, U. (Hg.) (2013): Fachdidaktik Biologie. Aulis Verlag, Hallbergmoos.
- [6] Killermann, W., Hering, P. & B. Starosta (2016): Biologieunterricht heute. Eine moderne Fachdidaktik. AAP Lehrerfachverlage, Augsburg.
- [7] Louchart, A. & C. Mourer-Chauviré (2011): The dodo was not so slim: leg dimensions and scaling to body mass. In: Naturwissenschaften, 98. Springer Verlag Berlin, S.357-358.
- [8] Niedersächsisches Kultusministerium (Hrsg.) (2015): Kerncurriculum für das Gymnasium Schuljahrgänge 5-10. Naturwissenschaften. <[http://www.nibis.de/uploads/1gohrgs/kc\\_2015/NW\\_Gym\\_SI\\_KC\\_Druck.pdf](http://www.nibis.de/uploads/1gohrgs/kc_2015/NW_Gym_SI_KC_Druck.pdf)>. Zugriff am: 20.11.2018.
- [9] Rising, J. D. & K. M. Somers (1989): The Measurement of Overall Body Size in Birds. In: The Auk, 106, 4. American Ornithological Society Chicago (Illinois), S. 666-674. <<https://sora.unm.edu/sites/default/files/journals/auk/v106n04/p0666-p0674.pdf>>. Zugriff am 29.03.2019.
- [10] Sander, P.M. et al. (2011): Sauropod Bone Histology and Its Implication for Sauropod Biology. In: Klein, N. et al. (2011): Biology of the Sauropod Dinosaurs: Understanding the Life of Giants. Indiana University Press Bloomington (Indiana), S. 276-304. <[https://www.researchgate.net/profile/Oliver\\_Wings/publication/260539929\\_Sauropod\\_bone\\_histology\\_and\\_its\\_implications\\_for\\_sauropod\\_biology/links/0deec5383254a76787000000/Sauropod-bone-histology-and-its-implications-for-sauropod-biology.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Oliver_Wings/publication/260539929_Sauropod_bone_histology_and_its_implications_for_sauropod_biology/links/0deec5383254a76787000000/Sauropod-bone-histology-and-its-implications-for-sauropod-biology.pdf)>. Zugriff am: 29.03.2019.

## Material 1: Professor Paläo berichtet

Quellen: <https://openclipart.org/detail/166745/face-boy>;  
<https://openclipart.org/detail/303809/cartoon-scientist>;  
<https://openclipart.org/detail/250794/a-human-humerus-arm-bone>



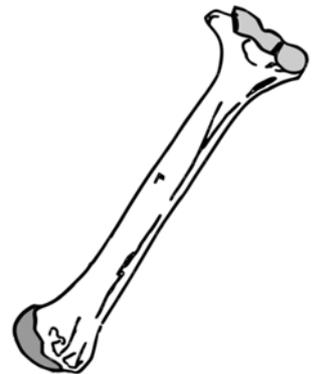
Wir haben herausgefunden,  
dass der Dinosaurier etwa  
15 Meter lang war.



Sie haben ein komplettes  
Dinosaurierskelett gefunden?  
Wow! Können wir uns das  
mal anschauen?



Wir haben nur diesen einen  
Knochen gefunden, aber das  
reicht uns, um die Körperlänge  
ziemlich genau zu bestimmen.



?

## Material 2: Knochen und Körperlänge (Teil 1)

Quellen: <https://openclipart.org/detail/303809/cartoon-scientist>;  
<https://openclipart.org/detail/250794/a-human-humerus-arm-bone>

Wir haben nur diesen einen Knochen gefunden, aber das reicht uns, um die Körperlänge ziemlich genau zu bestimmen.



**Frage:**

**Hypothese:**

**Durchführung:** Präpariere und miss die Knochen nach Anleitung.

**Ergebnisse der Knochenmessungen**

Geflügelart	Messung 1	Messung 2	Messung 3	Mittelwert
Wachtel				
Huhn				
Gans				

**Fazit:**

## Material 3: Knochen und Körperlänge (Teil 2)

Quellen: <https://openclipart.org/detail/25168/bobwhite;>  
<https://openclipart.org/detail/124243/goose;>  
<https://openclipart.org/detail/401/chicken>

**Arbeitsauftrag:** Erstelle ein Liniendiagramm. Dafür musst du folgende Schritte durchführen:

1. Suche den Mittelwert für die Länge des Wachtelknochens auf der x-Achse.
2. Fahre dann – ohne aufzudrücken – mit dem Bleistift auf dieser Linie so weit nach oben, bis du auf der Linie bist, welche die Körperlänge der Wachtel zeigt (17,5 cm).
3. Mache dort ein Kreuz und verfahre für die Werte von Gans und Huhn genauso.
4. Verbinde alle Kreuze mit einer Linie (diese muss nicht exakt gerade sein).

Wachtel, durchschnittliche Körperlänge 17,5 cm



Gans, durchschnittliche Körperlänge 87,5 cm



Huhn, durchschnittliche Körperlänge 37,5 cm

