



Lernlabor **Biologie**

Evolution des Menschen 3D

3D Scannen / 3D Vermessung

Der Labortag

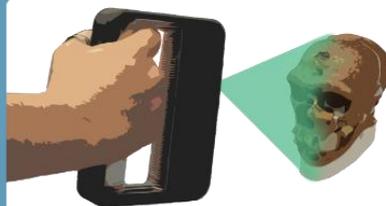
Der Labortag zur Evolution des Menschen beschäftigt sich mit der fundamentalen Frage der Menschheit: „Wer bin ich und wo komme ich her?“

Zur Beantwortung dieser Frage werden Sie moderne Methoden der Paläoanthropologie kennenlernen und anwenden. Über 3D-Scanning digitalisieren Sie Urmenschen – Schädelrekonstruktionen und vermessen diese digital und mittels mechanischer Messmethoden (Morphometrie).

Durch Fundortanalysen sind Sie in der Lage die Ursprünge und Wanderbewegungen unserer Vorfahren nachzuvollziehen. Dies wird es Ihnen ermöglichen stammesgeschichtliche Entwicklungstheorien aus der Paläoanthropologie wie „Out-of-Africa“ oder das “Multiregionale Modell” herzuleiten.

Stationsübersicht:

Station 1:
3D Laserscan



Station 2:
Digitale Morphometrie



Station 3:
Mechanische Morphometrie



Station 4:
Fundanalyse & Datenauswertung



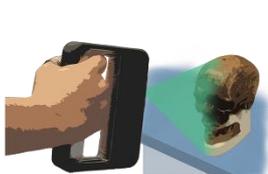


Station 1: 3D Laserscan

Die berührungs- und zerstörungsfreie Aufnahme von fossilen Funden und die Erstellung eines digitalen 3D-Modells zur weiteren Untersuchung ist eine essentielle Methode moderner paläoanthropologischer Forschung.

Arbeitsauftrag:

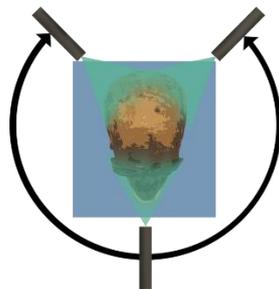
- Erstellen Sie mittels Handscanner digitale 3D-Modelle von Schädelrekonstruktionen.



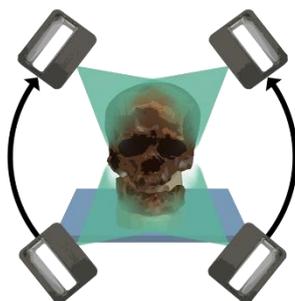
- Schließen Sie den 3D Handscanner per USB-Anschluss an den Laptop an
- Starten Sie die Sense Software (Desktop-Ordner *Evo des Menschen 3D*)

- Ggf. müssen Sie den vierstelligen Aktivierungscode eingeben (Siehe Scanner-Etikett)
- Wählen Sie KOPF als Scan-Einstellung

- Richten Sie den 3D Handscanner frontal auf den Schädel mit einem Abstand von ca. 30-50cm aus
- Auf dem Bildschirm erkennen Sie den eingerahmten Schädel als Scanobjekt



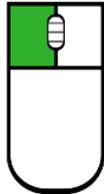
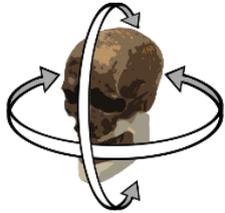
- Drücken Sie auf die Schaltfläche SCANNEN, um den Scanvorgang zu starten.
Sie können den Vorgang jederzeit pausieren, fortsetzen oder einen neuen Scan starten
- Bewegen sie den Handscanner langsam und gleichmäßig um den Schädel.
Sie müssen den Schädel nicht vollständig umrunden. Achten Sie auf Hinweise, die vom Programm eingeblendet werden
- Scannen Sie rundum die gesamte Oberfläche des Schädels
- Wenn Sie Ihren Scan-Vorgang beenden möchten, klicken Sie auf die Schaltfläche FERTIG



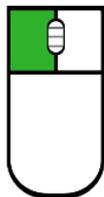
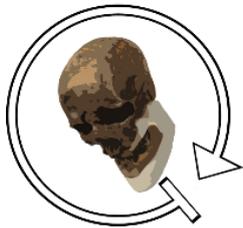
Das Programm wandelt die gescannten Daten, inklusive Farbinformationen in wenigen Sekunden in ein 3D Modell um.



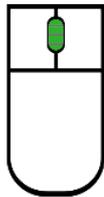
Das 3D Modell navigieren:



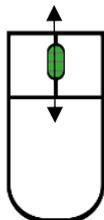
- Durch Gedrückthalten der linken oder rechten Maustaste lässt sich das 3D Modell drehen



- Kreisbewegungen im und gegen den Uhrzeigersinn bei gedrückter Maustaste neigen das 3D Modell



- Zum Verschieben des 3D Modells halten Sie das Mausrad gedrückt



- Sie können mit dem Mausrad das 3D Modell zoomen

In der Regel wird zusätzlich zum Scanobjekt der umliegende Untergrund mitgescannt und ggf. auch Elemente aus dem Hintergrund.

Zur Optimierung Ihres 3D Modells haben Sie nun die Möglichkeit zur Nachbearbeitung. Dies dient Ihnen zur genaueren digitalen Vermessung (für Station 2).

Arbeitsauftrag:

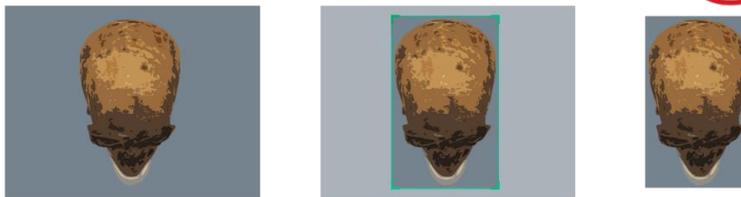
- Bearbeiten Sie Ihr 3D Modell



Zur Bearbeitung können Sie ihr 3D Modell zuschneiden, trimmen, Flächen löschen oder auffüllen sowie über Farbe die Helligkeit und den Kontrast anpassen



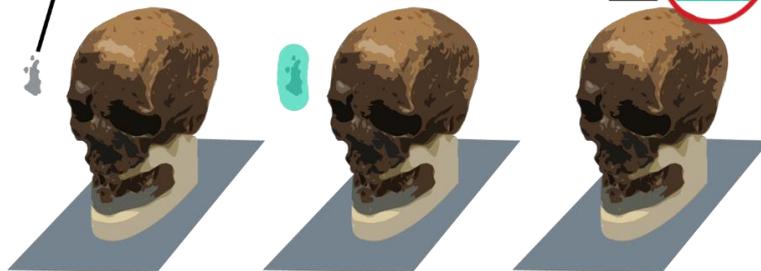
- Drehen Sie ihr Modell für eine Ansicht der Schädeldecke.
- Wählen Sie **Zuschchnitt** und fassen Sie Ihr Modell so ein, dass Sie möglichst viel Untergrund abschneiden
- Drücken Sie auf die Schaltfläche **Übernehmen**



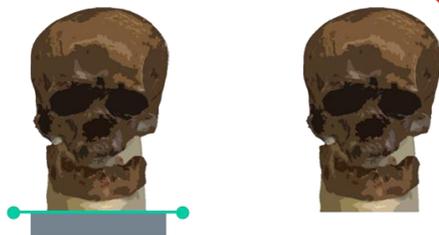
Fragment aus dem Hintergrund



- Falls Sie störende Fragmente feststellen, können Sie diese über **Löschen** entfernen
- Wählen Sie **Löschen** und markieren Sie das Fragment
 - Drücken Sie auf die Schaltfläche **Übernehmen**



- Drücken Sie auf **Füllen**, damit fehlende Scaninformationen automatisch ergänzt werden
- Drehen Sie das Modell frontal
- Wählen Sie **Trimmen** und legen Sie die Linie oberhalb des Untergrundes an
- Drücken Sie auf **Übernehmen**, um den Untergrund zu entfernen



- Wenn Sie ihr Modell bearbeitet haben, drücken Sie auf **Fertig**
- Exportieren Sie das Modell als **STL - file**



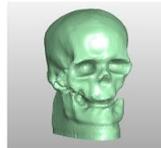
Station 2: Digitale Morphometrie

Morphometrie [von griech. morphe = Gestalt, metran = messen] bedeutet die messende Erfassung der Oberflächengestalt, Form und Struktur von Organismen, Organen, Zellen oder Zellbestandteilen (quantitative Strukturanalyse), z.B. der Gestalt des menschlichen Schädels.

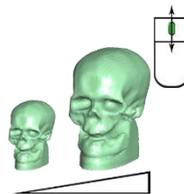
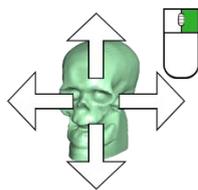
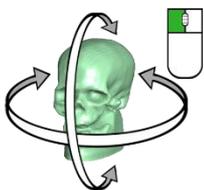
Zur genauen Identifikation der Gattung des von Ihnen zuvor gescannten Schädels muss dieser vermessen werden. Sie können Ihre eigenen Messwerte anschließend mit denen einer Datenbank von bereits bekannten Funden vergleichen, um die Art zu bestimmen.

Arbeitsauftrag:

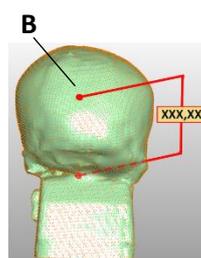
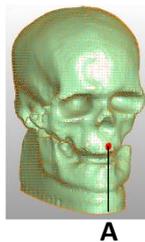
- Vermessen Sie ihr zuvor erstelltes 3D Modell digital
- Tragen Sie Ihre Ergebnisse in die Tabelle auf S. 8 ein



- Starten Sie das Programm 3D-Tool-Free
- Öffnen Sie ihr erstelltes 3D Modell



Mit der linken Maustaste können Sie ihr Modell drehen und neigen. Mit der rechten Maustaste verschieben Sie ihr Modell und mit dem Mausrad können Sie zoomen.



- Wählen Sie **Messen Markieren** in der oberen Werkzeugleiste
- Markieren Sie entsprechend der Anleitung auf S. 6 jeweils 2 Punkte auf der Oberfläche des Modells, um deren Abstand zu bestimmen

Beispiel:

- Markieren Sie den Punkt **A**
- Drehen Sie das Modell um und markieren Sie den Punkt **B** auf der Schädelrückseite

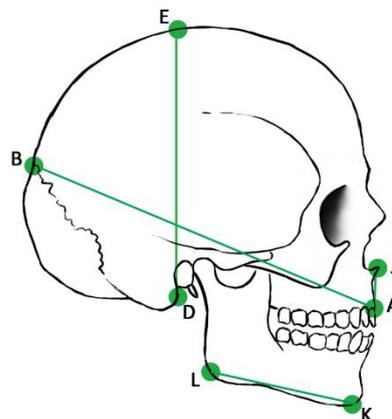
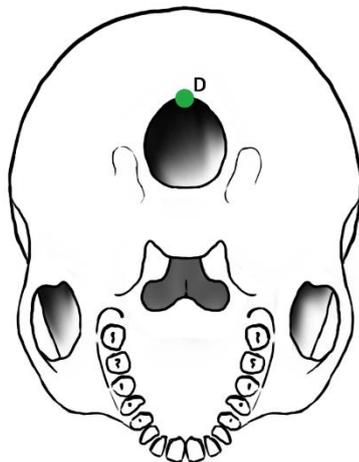
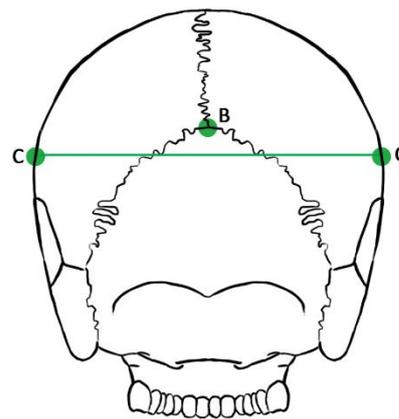
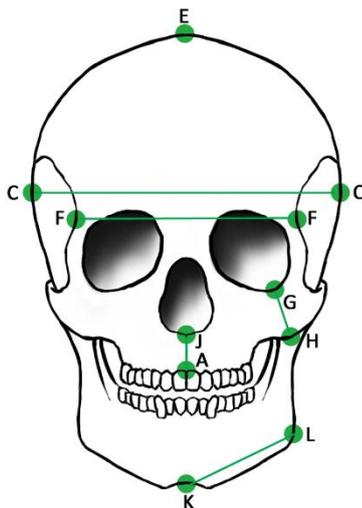
Die Schädelgröße wird Ihnen in Millimetern angegeben. Durch Rechtsklick -> Löschen entfernen Sie eine gemessene Strecke.



Vermessen Sie an ihrem 3D Modell folgende Strecken:

Zu Vermessen:

Schädellänge	A - B	Strecke zwischen dem Gesichtsschädel und dem Hinterhauptsbein
Breite Hirnschädel	C - C	Breiteste Stelle des Hirnschädels (dazu zählen nicht die Jochbögen oder Wangenknochen)
Höhe Hirnschädel	D - E	Unten: Eintrittsstelle Hinterhauptsloch Oben: Höchste Stelle des Schädels
Obergesichtsbreite	F - F	Breiteste Stelle an der oberen Hälfte der Augenhöhle
Breite Wangenknochen	G - H	Schmalste Stelle zwischen Augenhöhle und Wangenknochen
Höhe Alveolarpartie	A - J	Höhe des Zwischenkiefers
Länge Unterkiefer	K - L	Unterer Kinnpunkt bis Rand des Unterkieferwinkels



Station 3: Mechanische Morphometrie

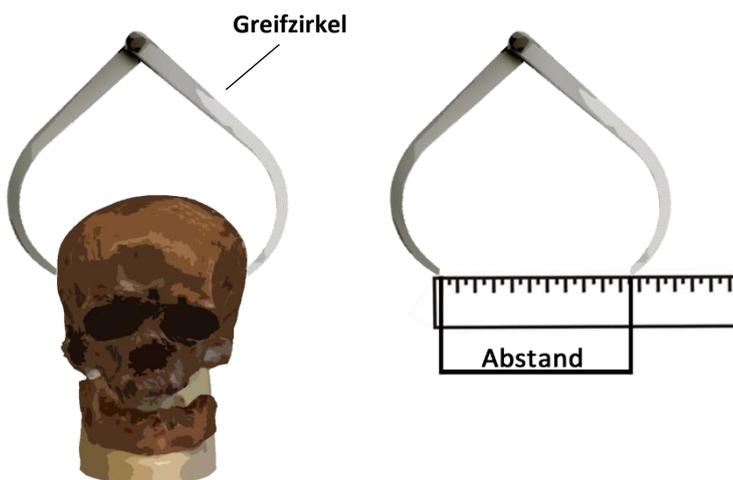


Zur Validierung Ihrer zuvor digital erhobenen Messwerte können Sie die zu vermessenden Strecken mittels Greifzirkel und Lineal mechanisch nachmessen. Diese Methode wurde vor der Einführung digitaler Messtechniken seit Jahren von Forschern angewandt.

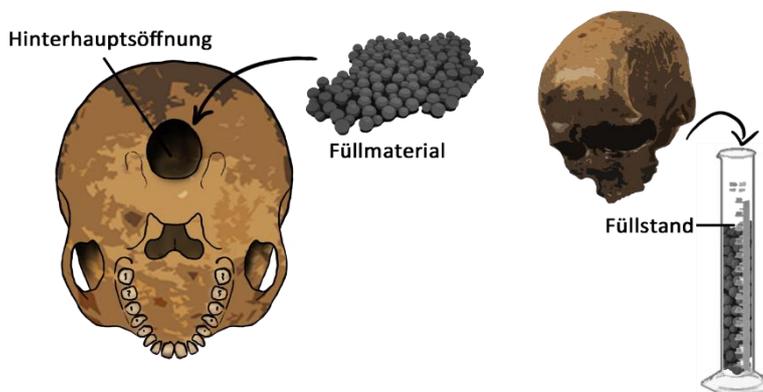
Zusätzlich können Sie das Hirnvolumen durch Füllmaterial und Messzylinder erfassen.

Arbeitsauftrag:

- Vermessen Sie die Schädelrekonstruktion entsprechend der Anleitung auf S. 6 mechanisch
- Bestimmen Sie das Hirnvolumen
- Tragen Sie Ihre Ergebnisse in die Tabelle auf S. 8 ein



- Spannen Sie die zu vermessenden Strecken (siehe Seite 6) in den Greifzirkel ein
- Bestimmen Sie die Streckenlänge mittels Lineal



- Geben Sie das Füllmaterial durch die Hinterhauptsöffnung in den Schädel, bis dieser vollständig gefüllt ist
- Überführen Sie das Füllmaterial anschließend in einen Messzylinder
Der Füllstand entspricht dem Hirnvolumen



Station 4: Fundanalyse und Datenauswertung

Zur genauen Identifikation der Art des Schädels gleichen Sie Ihre eigenen Messwerte mit denen der Datenbank „Artbestimmung“ von bereits bekannten Funden ab.

Arbeitsauftrag:

- Tragen Sie Ihre Messwerte aus Station 2 und 3 in die entsprechenden Tabellen ein
- Vergleichen Sie Ihre eigenen Messwerte mit der Datenbank und bestimmen Sie die Art, die Datierung und die Fundorte der Schädel
- Vervollständigen Sie auf Seite 9 die Ahnengalerie mit den Daten der anderen Gruppen

	Digitale Morphometrie	Mechanische Morphometrie
Schädellänge		
Breite Hirnschädel		
Höhe Hirnschädel		
Obergesichtsbreite		
Breite Wangenknochen		
Höhe Alveolarpartie		
Länge Unterkiefer		
Hirnvolumen		

Art:

Fundort:

Lebte vor:

	Digitale Morphometrie	Mechanische Morphometrie
Schädellänge		
Breite Hirnschädel		
Höhe Hirnschädel		
Obergesichtsbreite		
Breite Wangenknochen		
Höhe Alveolarpartie		
Länge Unterkiefer		
Hirnvolumen		

Art:

Fundort:

Lebte vor:

Ahnengalerie



Art: Sahelanthropus tchadensis

Lebte vor: 7,2-6,8 Mio. Jahren



Art: _____

Lebte vor: _____



Art: _____

Lebte vor: _____



Art: _____

Lebte vor: _____



Art: _____

Lebte vor: _____



Art: _____

Lebte vor: _____



Art: _____

Lebte vor: _____



Art: _____

Lebte vor: _____



Art: _____

Lebte vor: _____



Arbeitsauftrag:

- Markieren Sie auf der Weltkarte die Art und den Fundort der von Ihnen identifizierten Schädel
 - Ergänzen Sie ihre Karte durch die Daten anderer Gruppen
- Verwenden Sie das vorgegebene Symbolschema:
- Verwenden Sie das vorgegebene Farbschema für die Datierungen
- Bestimmen Sie den Ursprungskontinent der Menschheit („Wiege der Menschheit“)

Kontinent: _____

◊ Sahelanthropus tschadensis

○ A. afarensis

△ P. boisei

◇ H. erectus

⊕ H. neanderthalensis

◻ A. africanus

☾ H. rudolfensis

★ H. erectus (Pekingmensch)

⊗ H. sapiens





Fundortanalyse: Vor- und Frühmenschenarten (vor 7,2 – 2 Mio. J.)

Arbeitsauftrag:

- Markieren Sie auf der Weltkarte die Fundorte der Vor- und Frühmenschenarten (Datenbank „Fundorte“)
- Erklären Sie die Verbreitung der Vor- und Frühmenschenarten

🏠 Sahelanthropus tschadensis

○ A. afarensis

□ A. africanus

△ P. boisei

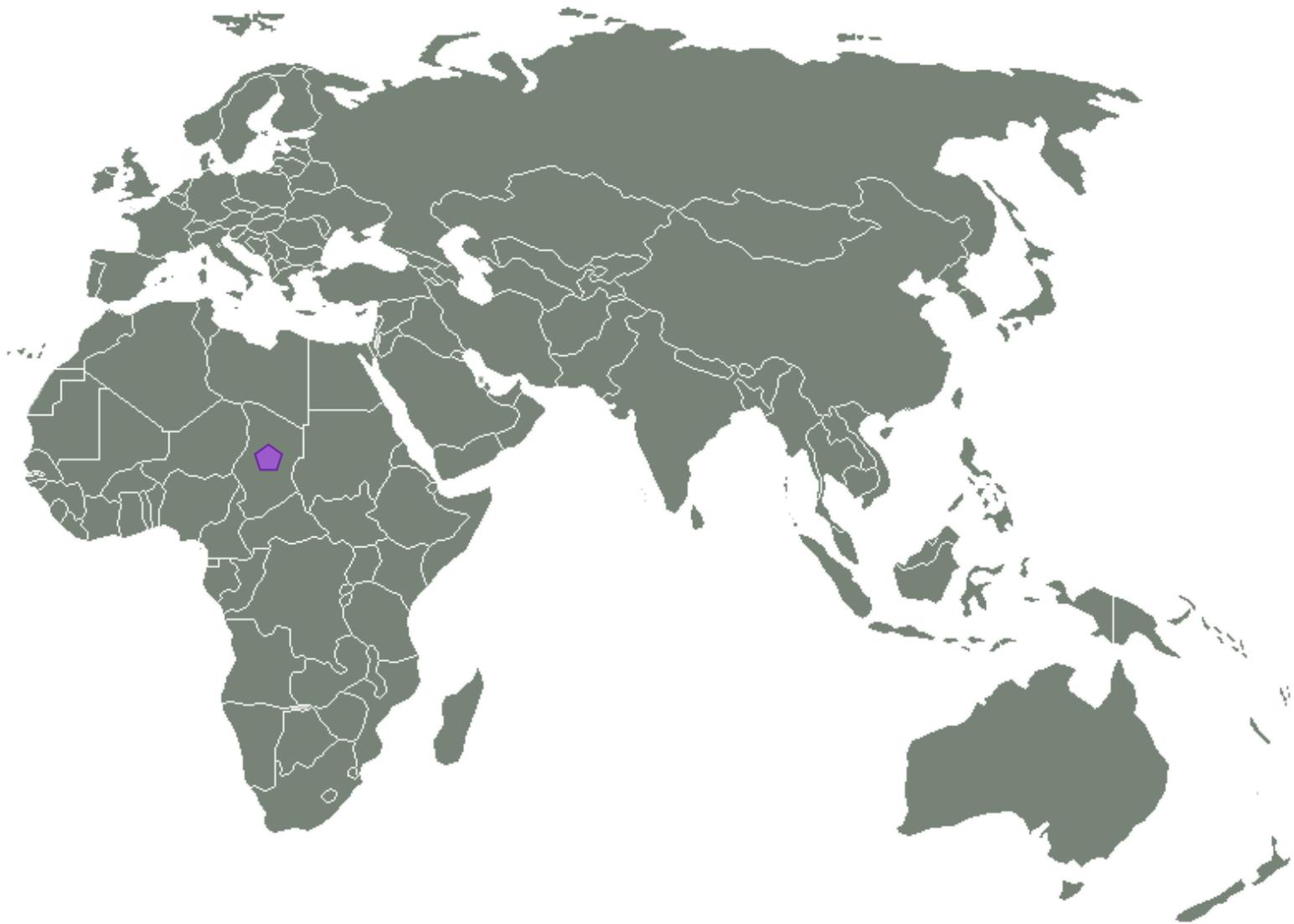
☾ H. rudolfensis

◇ H. erectus

★ H. erectus (Pekingmensch)

⊕ H. neanderthalensis

⊗ H. sapiens



Vor Mio. Jahren

7,2 – 4,0 = Violett

3,9 – 2 = Blau

1,9 – 1 = Grün

0,9 – 0,1 = Rot

< 0,1 = Schwarz



Fundortanalyse: Frühe Hominiden (1,9 – 0,3 Mio. J.)

Arbeitsauftrag:

- Markieren Sie auf der Weltkarte die Fundorte der frühen Hominiden (Datenbank „Fundorte“)
- Erklären Sie die Verbreitung der frühen Hominiden
- Zeichnen Sie mögliche Wanderbewegungen per Pfeile ein

◇ Sahelanthropus tchadensis

○ A. afarensis

□ A. africanus

△ P. boisei

☾ H. rudolfensis

◇ H. erectus

★ H. erectus (Pekingmensch)

⊕ H. neanderthalensis

⊗ H. sapiens



In welchem Zeitraum besiedelte *H. erectus* Afrika?

In welchem Zeitraum siedelte *H. erectus* außerhalb Afrikas?



Fundortanalyse: Späte Hominiden (0,29 – 0,01 Mio. J.)

Arbeitsauftrag:

- Markieren Sie auf der Weltkarte die Fundorte der späten Hominiden (Datenbank „Fundorte“)
- Erklären Sie die Verbreitung der späten Hominiden
- Zeichnen Sie mögliche Wanderbewegungen per Pfeile ein

◊ Sahelanthropus tchadensis

○ A. afarensis

△ P. boisei

◇ H. erectus

⊕ H. neanderthalensis

◻ A. africanus

☾ H. rudolfensis

★ H. erectus (Pekingmensch)

⊗ H. sapiens



Vor Mio. Jahren

7,2 – 4,0 = Violett

3,9 – 2 = Blau

1,9 – 1 = Grün

0,9 - 0,1 = Rot

< 0,1 = Schwarz

In welchem Zeitraum besiedelte *H. sapiens* Afrika?

In welchem Zeitraum siedelte *H. sapiens* außerhalb Afrikas?

Vergleichen Sie die Zeitspannen von *H. sapiens* und *H. neanderthalensis* in Europa.

Literaturverzeichnis:

Hardt, T. / Herkner, B. / Menz, U. (2009): Safari zum Urmenschen. Frankfurt am Main: Kleine Senckenberg-Reihe 51.

Ayala, F. J. (2013): Die großen Fragen Evolution. Berlin: Springer Spektrum Verlag.

Palmer, D. (2011): Die Evolution des Menschen. Hamburg: National Geographic Deutschland.

Henke, W. / Rothe, H. (1994): Paläoanthropologie. Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag

Henke, W. / Rothe, H. (1998): Stammesgeschichte des Menschen. Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag

Falkenhausen, E. von (1985): Wissenschaftspropädeutik im Biologieunterricht. Köln: Aulis Verlag Deubner.

Graf, E. (2004): Biologiedidaktik für Studium und Unterrichtspraxis. Donauwörth: Auer Verlag.

3DSystems, Inc. (2016): Sense™2 3D scanner Capture your world in 3D. User Guide Original Instructions

Intel Corporation (2016): Intel® RealSense™ Camera SR300 Embedded Coded Light 3D Imaging System with Full High Definition Color Camera. Product Datasheet

Merck - TU Darmstadt

Lernlabor **Biologie**

Name:

Schule:

Gruppe:

Anmeldung unter:

lernlabor@bio.tu-darmstadt.de

Homepage:

<https://www.biolernlabtudarmstadt.de>