

Einsatz von 3D-Druck-Modellen und 3D-Modellierung im Biologieunterricht am Beispiel von Gelenktypen

Barnd Unger, Marcel Bonorden und Jutta Papenbrock

Leibniz Universität Hannover

Überblick

Schwierigkeitsgrad	für Fortgeschrittene
Vorbereitungsaufwand	mittel
Fächer	Biologie, Physik
Durchführungsdauer/Zeitaufwand	3 Doppelstunden plus Handhabung des 3D-Druckers durch die Lehrkraft
Zielgruppe	Klassenstufen 5 und 6
Themengebiet	Gelenke, Körperbau, Mechanik
Ziele	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Schülerinnen und Schüler modellieren am Computer vereinfachte Darstellungen unterschiedlicher Gelenktypen. ◆ Die erstellten Funktionsmodelle werden gedruckt und von Schülerinnen und Schülern selbst nachbearbeitet und zusammengesetzt. ◆ Die selbst erstellten Modelle sollen von den Schülerinnen und Schülern in einer weiteren Unterrichtseinheit, in der die verschiedenen Gelenktypen behandelt werden, zur fachlichen Auseinandersetzung genutzt werden.
Kompetenzbereiche	Produzieren und Präsentieren: 3.1.2 Problemlösen und Handeln: 5.1.2, 5.2.1

► **Worum geht es?** Die Schülerinnen und Schüler erstellen nach Untersuchung einer realen Bewegung eines menschlichen Körpers aus einem Anschauungsmodell ein Funktionsmodell. Dabei müssen sie den Reduzierungsprozess selbstständig vornehmen und die Gestaltung des Modells eigenverantwortlich planen. Dieser Ablauf wird durch prozessbezogene Hilfsangebote, wie beispielsweise Anleitungen zum digitalen 3D-Modellieren, unterstützt.

Die Schülerinnen und Schüler können mithilfe einer Modellierungssoftware ein eigenes Modell erstellen. Sie erschließen sich anhand des Anschauungsmodells die Funktionsweise und übertragen in einem Modellierungsprozess die gewonnenen Erkenntnisse auf das Modell. Die Schülerinnen und Schüler müssen dabei das Funktionsmodell so erstellen, dass es die Bewegungsabläufe des Gelenkes modellhaft abbildet. Es kommt während des Modellierens zu einer ständigen kritischen Auseinandersetzung mit dem Modell und damit zu einer geleiteten Vereinfachung des realen Objektes.

An die Modellierung und den 3D-Druck des eigenen Modells kann sich eine Erarbeitung der Belastbarkeit verschiedener Gelenktypen hinsichtlich unterschiedlicher auf das Modell einwirkender Kräfte anschließen. Dadurch könnte eine Erweiterung des Modells um Sehnen- und Muskelansätze angebahnt werden.

Vorwissen

- ▶ **Technisches Vorwissen** Allgemeiner Umgang mit Computern, eine kurze Einführung in die jeweilige Modellierungssoftware und deren grundlegende Funktionen ist notwendig.
- ▶ **Fachliches Vorwissen** Es ist kein spezifisches Vorwissen notwendig.

Ausstattung

▶ Geräte und Materialien

Geräteanzahl	Betriebssystem	Gerätetyp
<input type="radio"/> nur Lehrkraft <input checked="" type="checkbox"/> 1 Gerät pro Gruppe <input type="radio"/> 1:1-Ausstattung	<input type="radio"/> iOS <input type="radio"/> Android <input checked="" type="checkbox"/> Windows <input checked="" type="checkbox"/> macOS <input type="radio"/> Linux	<input type="radio"/> Smartphone <input type="radio"/> Tablet <input checked="" type="checkbox"/> Notebook <input checked="" type="checkbox"/> Desktop-PC

Zusätzlich: 3D-Drucker (FDM-Drucker, z. B. Ultimaker 3), Beamer für die Einführung in die Modellierungssoftware, für diese Fragestellung geeignetes Filament für den 3D-Drucker, Gummibänder, Klebstoff, Feilen, Schleifpapier und Zangen für das Nachbearbeiten der Modelle

▶ Software

App bzw. Programm	Kosten	Kompatibilität	Funktion	Internet benötigt?
Tinkercad	kostenlos	Windows, macOS, Linux	einstiegsfreundliches Modellieren	dauerhaft
Ultimaker Cura	kostenlos	Windows, macOS, Linux	Slicing-Software	nein
PrusaSlicer	kostenlos	Windows, macOS, Linux	Slicing-Software	nein

- ▶ **Web-Ressourcen** **Tinkercad** (kostenfreies, browserbasiertes Modellierungsprogramm, für das allerdings eine Anmeldung nötig ist):
<https://www.tinkercad.com/>

Einsatz im Unterricht

► Wie geht das?

Für diese Einheit sind drei Doppelstunden vorgesehen: In der ersten Doppelstunde werden die Grundlagen des genutzten Programms (Tinkercad) erklärt. Anschließend erproben die Schülerinnen und Schüler das Erlernete. In der zweiten Doppelstunde erarbeiten die Schülerinnen und Schüler die möglichen Bewegungen von Gelenktypen und erstellen die Idee eines Funktionsmodells des jeweiligen Gelenks. Im Anschluss modellieren sie ihre Modelle in der 3D-Software. In der dritten Doppelstunde werden die gedruckten Modelle nachbearbeitet, zusammengesetzt und ihre Funktionsweise reflektiert und wieder mit dem Original verglichen. Ab der zweiten Doppelstunde sollte die Klasse in Gruppen eingeteilt werden, die dann gemeinsam einen Modelltyp modellieren sollen. Eine Partnerarbeit bietet sich hier an. Wenn genügend Endgeräte vorhanden sind, kann die Erarbeitung auch in Einzelarbeit geschehen.

Je nach Einschätzung der Lehrkraft können dazu kurze Modellierungshilfen ausgeteilt werden. Einfache Funktionsmodelle von Gelenken lassen sich aus vorgegebenen Grundformen (Kugel, Zylinder, Würfel) mit nur minimalen Modifizierungen realisieren. Hier bietet sich ein großes Maß an Differenzierung, da die Modelle sehr unterschiedlich aufwendig gestaltet werden können.

Um die Schülerinnen und Schüler stärker in den Druckprozess einzubinden, kann ein Druckvorgang in der ersten Doppelstunde gestartet werden. So kann zusätzlich die Funktionsweise des Druckers beobachtet und näher erläutert werden. Dafür muss die fertige Datei noch mittels einer Slicing-Software in ein druckbares Format überführt werden. Die Modelle können dann in der Zeit bis zur nächsten Doppelstunde gedruckt werden. Es ist zu beachten, dass die Dateien vor dem Druck auf Fehler untersucht werden müssen. Dazu können auch Programme, wie beispielsweise Netfabb-Online, benutzt werden, die die STL-Datei gegebenenfalls automatisch druckbar machen.

In der dritten Doppelstunde werden die Modelle nachbearbeitet, zusammengesetzt und nachbesprochen. Dafür müssen zunächst die Stützstrukturen, die für den Druck notwendig sind, mit einer Zange vorsichtig abgebrochen werden. Kleinere Unebenheiten und Rückstände können anschließend mit einer Feile oder Schleifpapier entfernt werden. Gummibänder können dazu dienen, die verschiedenen Gelenkteile zusammenzuhalten. Diese könnten später auch die Funktion von Sehnen und Muskeln verdeutlichen.

Anschließend erfolgt die Kritik des Modells hinsichtlich seiner Aussagekraft über die Funktionsweise und Grenzen der Gelenktypen. Die fertigen Modelle können für eine fachliche Auseinandersetzung im Unterricht genutzt werden, indem sie zum Beispiel zur Betrachtung von Grenzen der Beweglichkeit eines bestimmten Gelenktyps eingesetzt werden. Hier könnten zum Beispiel typische Sportunfälle hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf den Sehnenapparat eines Gelenktyps untersucht werden. Dadurch wird das Modell um das Zusammenspiel von Knochen und Sehnen erweitert.

► Wie kann ich das in meinen Unterricht übertragen?

Die hier vorgestellte Unterrichtssequenz lässt sich in den Biologieunterricht der Klassenstufen 5 und 6 integrieren. Der erhöhte Zeitaufwand für die Einarbeitung in die Modellersoftware kann durch eine vertiefte Beschäftigung mit den Gelenktypen und einer Möglichkeit der Förderung der Modellierkompetenz gerechtfertigt werden. Die Erweiterung der Modelle um Sehnen kann die klassischerweise vermittelten Inhalte um einen fachlich relevanten und sinnstiftenden Aspekt erweitern. Zur Reduktion der Komplexität kann diese Erweiterung je nach Lerngruppe aber auch in spätere Jahrgänge verschoben werden. Ansonsten teuer zu kaufende Funktionsmodelle, die dann meist nicht im Klassensatz vorhanden sind, können hier von einer Lerngruppe für nachfolgende Lerngruppen erstellt werden. So könnten zum Beispiel naturwissenschaftliche Forscherklassen diese Modellierung übernehmen und damit einen Mehrwert für andere Klassen schaffen. Einmal vorhandene Modelle können für geringe Kosten beliebig häufig repliziert werden.

► **Was muss ich beachten?**

Die Einführung in das Programm kann sich je nach Vorkenntnissen der Schülerinnen und Schüler sehr unterschiedlich gestalten. Es kann sinnvoll sein, hier Lernteams zu bilden, in denen erfahrenere Computernutzerinnen und -nutzer die weniger Erfahrenen unterstützen. Im Sinne des gewinnbringenden Scaffolding-Prozesses sollte die Einführung in das Programm schrittweise mit den Schülerinnen und Schülern durchgeführt werden, um sie dazu zu befähigen, den Modellierungsprozess später auch wirklich weitestgehend selbstständig durchführen zu können.

Die Handhabung eines 3D-Druckers sollte der Lehrkraft bekannt sein. Holen Sie sich Unterstützung von erfahreneren Kolleginnen oder Kollegen, um die Grundkenntnisse schnell erwerben zu können.

Material für den Unterricht

► **Weiterführende Materialien**

Modellierungsanleitung unterschiedlicher Gelenktypen

- ◆ Es wird in einer bebilderten Anleitung schrittweise erklärt, wie die Modellierung verschiedener Gelenktypen in Tinkercad umgesetzt werden kann.
- ◆ In einem Video wird die Modellierung eines Scharniergelenks vorgeführt.

Alle hier vorgestellten Materialien finden Sie auf www.mint-digital.de/unterrichtsidee unter „3D-Druck Gelenk“.



Weiterführende Literatur

Meinders, K. & Papenbrock, J. (2019). Digitale Bildung: Botanik mal anders! *Biologie in unserer Zeit*, 50(4), 312–313. doi:10.1002/biuz.201970505