



Co-funded by
the European Union

ROBOTIK IN DER BIOTECHNOLOGI E



BIOS4YOU
AR 2.0

BIO-INSPIRED STEM TOPICS FOR ENGAGING YOUNG GENERATIONS
THANKS TO THE USE OF AUGMENTED REALITY

Project Number: KA220-BW-23-30-126516

"Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them."





INHALTSVERZEICHNIS

KARTEN DES LERNPFADS.....	4
BIONISCHE HAND – EIN ÜBERBLICK.....	6
Modellierung und Design.....	7
3D-Druck	8
„Muskeln“, die „Sehnen“ ziehen	9
Programmierung und Steuerung der Bewegung	10
GRUNDLAGEN DES 3D-DRUCKS UND 3D-MODELLIERUNG.....	11
3D-Drucker	11
3D-Druckprozess.....	12
3D-Modellierung.....	13
Erweitert mit AR.....	14
ÜBERSICHT ÜBER MODELLIERUNGSSOFTWARE	15
AutoCAD-Software	15
Fusion 360-Software	16
Blender-Software.....	16
TinkerCad-Software	17
MODELLIERUNGSKONZEPT UND GRUNDLEGENDE BEARBEITUNGEN	19
Simulation des TinkerCad-Programms	20
Erstellen eines genauen Modells.....	22
Erweitert mit AR.....	29
BEWEGUNG DER FINGER.....	30
Übersicht.....	30
Arduino UNO-Mikrocontroller	31
Arduino UNO in Tinker CAD	32
Entwicklung eines Programms.....	33
Weitermachen.....	35
Um selbst anzufangen.....	35
Empfohlene Lektüre.....	36





AR-basierte Bewegungssimulationen	36
MIT AR VERBESSERN.....	37
Integration von AR-Tools: Tinkercad AR Viewer	37
Integration von AR-Tools: Merge Cube	37
Integration von AR-Tools: BlippAR	38
Integration von AR-Tools: Sketchfab AR	38

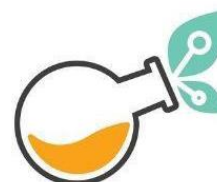


Karten des Lernpfads

Allgemeines Thema des Lernpfads	<i>Robotik in der Biotechnologie</i>
Spezifischer Name der Lerneinheit	<i>Bau einer bionischen Hand</i>
Zielalter der Nutzer	17–19 Jahre
Voraussetzungen für Lernende	<i>Grundkenntnisse in Physik, Mathematik, Informatik, Biologie</i>
Beschreibung der Lerneinheit	<i>Das praktische Endergebnis – die Herstellung eines Teils eines bionischen Handprototyps. Hier werden Lehrer und Schüler mit den Prinzipien bionischer Manipulatoren, mit 3D-Druck- und 3D-Modellierungstechniken vertraut gemacht und lernen, wie man einen Mikrocontroller visuell/grafisch programmiert und die bionischen Finger entsprechend den vom Benutzer gedrückten Tasten bewegt.</i> Um die Lernerfahrung zu verbessern, werden Augmented-Reality-Tools (AR) wie Tinkercad AR Viewer, BlippAR und Merge Cube integriert. Mit diesen Tools können die Schüler die inneren Mechanismen der bionischen Hand visualisieren, Fingerbewegungen vor dem physischen Zusammenbau virtuell simulieren und Echtzeit-Feedback zu ihren Entwürfen erhalten. <i>Praktische Übungen umfassen: Tinkercad 3D-Grafikmodellierung; Teilnahme am 3D-Druckverfahren; Praktische Programmierung von Arduino-Mikrocontrollern und Testen von Fingerbewegungen mit AR-Simulationen; Experimentieren mit konstruierten bionischen Handteilen, ergänzt durch Echtzeit-AR-Feedback zur Leistung der Komponenten.</i>
Beteiligte Fächer	Mathematik, Physik, Informationstechnologie, Biologie
Stichworte	<i>Bionik, 3D-Modellierung, 3D-Druck, Arduino, Robotik, Augmented Reality, Mikrocontroller</i>



Schlüsselkompetenzen, Fähigkeiten und Kenntnisse, die mit „ „ erworben werden können	<i>Problemlösung, Design Thinking. Kenntnisse über bionische und robotergestützte Manipulatoren, Kenntnisse über die Prinzipien des 3D-Drucks und AR-gestützte Visualisierungstechniken. Kenntnisse über verschiedene Arten von 3D-Modellierungssoftware. Fähigkeiten in der 3D-Modellierung und visuellen Programmierung von AVR-Controllern. Praktische Erfahrung im Einsatz von AR-Tools zur Verbesserung der Designgenauigkeit und Funktionalität.</i>
Verwendete Ressourcen und didaktische Hilfsmittel	<i>Webbasierte Ressourcen, Forschungsarbeiten, AR-Plattformen</i>
Bewertungskriterien und Beurteilung	Bewertung verschiedener Ebenen von Konzeptwissen, technischen Fähigkeiten und Problemlösungsfähigkeiten. Bewertung der Genauigkeit der 3D-Modellierung, der Effizienz der Programmierung und der Anwendung von AR-Tools zur Verbesserung der Prototypenentwicklung. Peer-Reviews und Selbstreflexionen über die Auswirkungen von AR auf den Lernprozess.



Bionische Hand – ein Überblick

Der erste allgemeine Eindruck von Robotern – es handelt sich um künstliche Maschinen, die dem menschlichen Körper ähneln und sich ähnlich wie wir verhalten. Wir erwarten sogar, dass sie mit uns sprechen und uns verstehen. Daher werden solche Roboter als Humanoide bezeichnet. Tatsächlich gibt es in der Industrie viele viel einfachere mechanische Roboter. Sie führen in der Regel nur eine oder wenige Aktionen aus (z. B. die Übergabe eines hergestellten Artikels von einem Arbeiter an einen anderen), aber die allgemeinen Funktionsprinzipien sind dieselben.

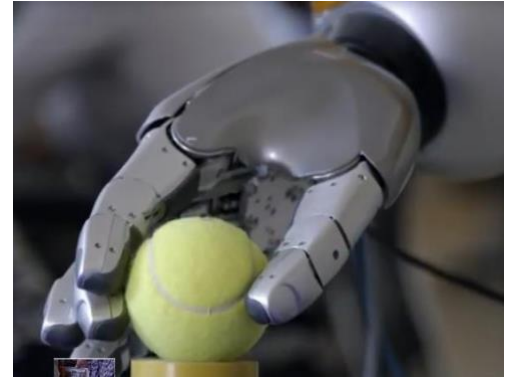


Abbildung1 : Beispiel einer bionischen Hand

Die Situation erscheint nicht so kompliziert, wenn man sie in Einzelteile zerlegt und von innen betrachtet – dank der jüngsten technologischen Errungenschaften können wir eine bionische Hand selbst herstellen (DIY = „do it yourself“):

- Die „Körperteile“ einer bionischen Hand könnten mit einem 3D-Drucker hergestellt werden.
- Im Inneren sollte Platz für mechanische und elektronische Komponenten sein; Diese „Körperteile“ werden in der Regel mit Hilfe von 3D-Modellierungssoftware entworfen;
- Die Bewegungen werden durch kleine Motoren („Muskeln“) realisiert, die an den entsprechenden Teilen der gebauten Hand befestigte Sehnen/Schnüre („Sehnen“) ziehen.
- Die Motoren werden von einem Softwareprogramm gesteuert, das auf dem Mikrocontroller läuft.



Abbildung2 : Humanoider Roboter

Um das Verständnis zu verbessern, können die Schüler Augmented Reality (AR) nutzen, um die innere Struktur einer bionischen Hand zu erkunden. Mithilfe von AR-Modellen können die Schüler visualisieren, wie Motoren, Sehnen und Sensoren zusammenwirken, um die Bewegungen der menschlichen Hand nachzuahmen.

- Die Bewegungen könnten durch elektrische Impulse im menschlichen Körper ausgelöst werden – diese Impulse werden erfasst und an den Mikrocontroller übertragen.



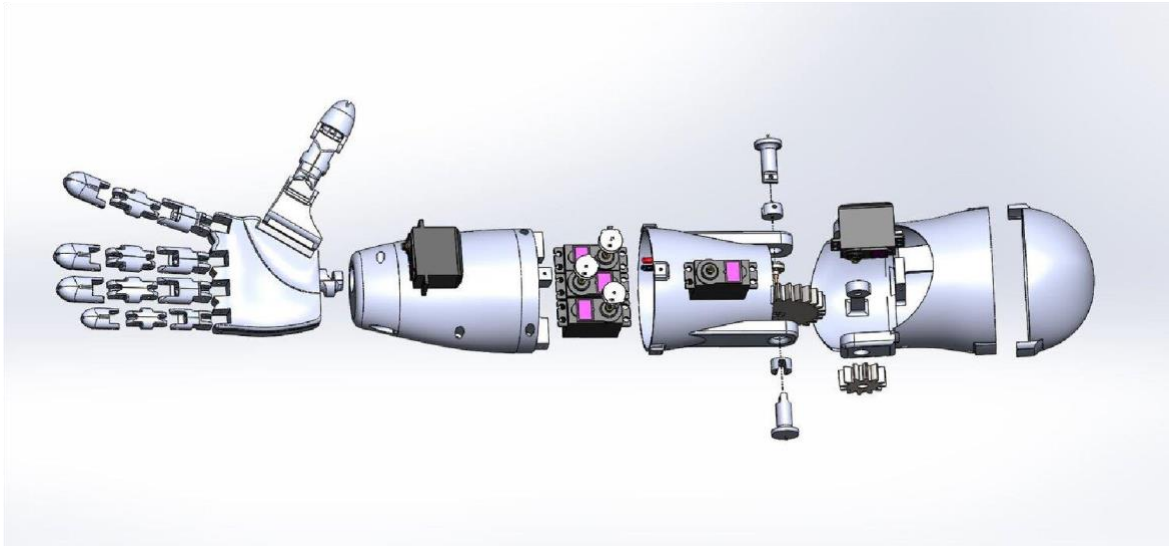


Abbildung3 : Hauptteile und Komponenten einer bionischen Hand

Die folgenden Themen helfen uns dabei, besser zu verstehen, wie diese Schritte umgesetzt werden, und sie sogar selbst auszuprobieren.

Modellierung und Konstruktion

Zunächst beschränken wir uns auf einfachere Bewegungen – nur eine Drehung zwischen zwei benachbarten Fingerteilen. Es sollte genügend Platz ohne Hindernisse für die Bewegung der Schnüre im Inneren des Körpers vorhanden sein und die Möglichkeit, diese zu installieren.

(alle inneren Teile) bequem installiert werden können. Daher wird erwartet, dass ein „Körperteil“ aus zwei Teilen besteht, die über Achsenlöcher und Raumverschiebungen verfügen, um verschiedene „Körperteile“ miteinander zu verbinden.

Die Ausgangsform für die Modellierung der Finger sind halbierte Zylinder. Die Teile müssen sich teilweise überlappen, damit sie aneinander befestigt oder drehbar miteinander verbunden werden können.

Der Raum innerhalb der Finger reicht nicht aus, um Motoren einzubauen (oder solche Mikromotoren wären zu teuer), daher werden die Fingerteile durch Ziehen an Schnüren bewegt, und die Motoren werden normalerweise im Handgelenk oder im Armteil einer

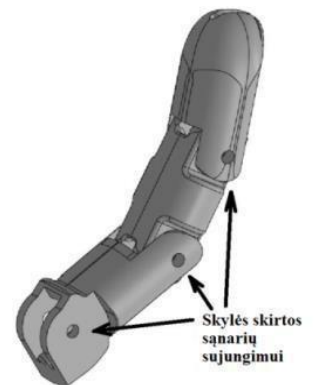


Abbildung4 : Aufbau eines Fingers



bionischen Hand platziert.

Zunächst müssen also alle notwendigen Teile einer bionischen Hand hergestellt werden. Dazu müssen zunächst Modelle dieser Teile erstellt werden. Anschließend werden die erhaltenen Modelle verwendet, um Anweisungsdateien für 3D-Drucker zu generieren, die uns beim Herstellungsprozess helfen.



Abbildung5 : Getrennte Teile eines Fingers

3D-Druck

Im Allgemeinen ermöglicht uns die 3D-Drucktechnologie die Herstellung von Objekten in nahezu jeder Form. Die Technologie hat sich aus dem Tintenstrahl Druck entwickelt: Geschmolzener Kunststoff (anstelle von Tinte) wird gemäß der Anweisungsdatei Schicht für Schicht aufgesprüht und verfestigt sich bei Raumtemperatur. Neben der genannten Art des 3D-Drucks gibt es mehrere andere Technologien, mit denen Kunden Teile aus verschiedenen Materialien wie Metall, Beton, Gummi usw. herstellen können.

Bei der speziellen 3D-Drucktechnik zur Herstellung von Metallteilen wird das Metallobjekt beispielsweise in Sandstaub erzeugt; das Metall wird durch einen Laser erhitzt und zu einem festen Objekt geschmolzen.



Abbildung6 : Mit der 3D-Drucktechnologie lassen sich Objekte in nahezu jeder Form herstellen.



„Muskeln“ ziehen an „Sehnen“

Die Bewegung einer Roboterhand ähnelt stark der einer menschlichen Hand. Der Muskel zieht sich zusammen, wenn elektrischer Strom durch ihn fließt¹. Er zieht an Sehnen, die an einem benachbarten Körperteil befestigt sind. Dieses dreht sich um ein Gelenk, das diese beiden Körperteile verbindet.

Bei einem Roboter sieht es ähnlich aus – ein Motor zieht an einer Schnur. Um eine umgekehrte Bewegung auszuführen, gibt es zwei Alternativen:

- eine Feder, die ein Körperteil in seine Ausgangsposition zurückdrückt;
- ein Zwei-Seil-System, das das Körperteil in beide Richtungen zieht.

In beiden Fällen wird die Bewegung durch spezielle Motoren realisiert, die als Servomotoren (oder Servoaktuatoren) bezeichnet werden. Diese digitalen Geräte bewegen sich nur in bestimmte Positionen und halten dort an – im Gegensatz zu Motoren, die sich ständig drehen.

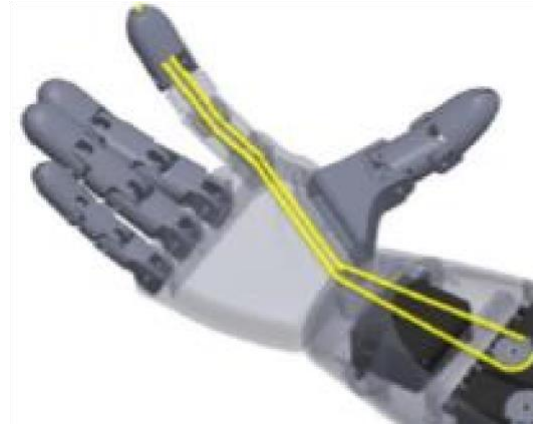
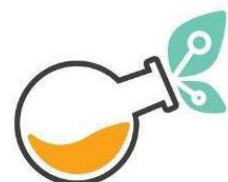


Abbildung7 : Mechanik, die einen Finger einer bionischen Hand bewegt

¹ Die Muskelkontraktionen werden durch sehr kleine elektrische Impulse gesteuert, die mit speziellen Sensoren gemessen werden können. Diese Impulse kommen aus dem Gehirn und können zur Steuerung einer bionischen Hand verwendet werden, die als Ersatz für eine bei einem Unfall verlorene Hand angebracht wird.



Programmierung und Steuerung der Bewegung

Die Zielposition für die Motoren einer bionischen Hand wird von einem Mikrocontroller festgelegt – einem kleinen „Computer“ mit einer integrierten Software.

Es gibt mehrere wichtige Aspekte, wie die Software die Bewegung steuert:

- die Programm wird wiederholt fast endlos wiederholt (z. B. bis eine bestimmte Bedingung erfüllt ist oder die Stromversorgung ausgeschaltet wird);
- Das Programm überprüft den Mio-Sensor (einen Muskelsensor), um zu wissen, wann es mit dem Ziehen an der Schnur beginnen muss (und an welcher).
- wenn wir im Voraus wissen, welchen Gegenstand wir mit unserer bionischen Hand greifen möchten, können wir dem Motor die Zielposition mitteilen;



Abbildung8 : Bionische Hand, die einen Gegenstand hält

- In den meisten Fällen ist die Form eines Objekts nicht bekannt, daher benötigen wir einen weiteren Sensor am Ende eines Fingers, um die Kraft zu überprüfen und das Objekt nicht in unserer bionischen Hand zu zerquetschen.



Abbildung9 : Kraftsensoren an den Fingerspitzen



Grundlagen des 3D-Drucks und 3D-Modellierung

Bevor sie mit dem physischen 3D-Druck beginnen, können die Schüler AR nutzen, um ihre Modelle im realen Raum vorab anzusehen. Mit Apps wie *Tinkercad AR* oder *Merge Cube* können die Lernenden Designfehler erkennen, Abmessungen anpassen und die Modelle optimieren, wodurch Materialverschwendung reduziert wird.

3D-Drucker

Beim 3D-Druck wird ein dreidimensionales Computermodell in ein reales Objekt umgewandelt. Es handelt sich um eine relativ neue Technologie, die sich rasant weiterentwickelt und durch ihre Fähigkeiten und Anpassungsfähigkeit überrascht. War der 3D-Druck bis vor kurzem noch eine echte bahnbrechende Neuerung, so finden diese Technologien heute in immer vielfältigeren Lebensbereichen Anwendung. Es werden nicht nur einzelne Teile gedruckt, sondern auch Maschinen oder Hauskonstruktionen. Auch in der Medizin kommt der 3D-Druck zunehmend zum Einsatz. Das Drucken und Reproduzieren von Zähnen, Kiefern und anderen Knochen oder Teilen davon ist längst keine Neuheit mehr. Forscher arbeiten aktiv daran, menschliches Hautgewebe und das Herz zu drucken und zu verwenden. Dadurch entfällt das Warten auf ein Spenderorgan, das Risiko einer Organabstoßung oder Infektion wird verringert und andere Faktoren werden reduziert.

Das für den Druck verwendete Material variiert je nach Verwendungszweck des Modells. Diese Materialien entwickeln sich zusammen mit der Technologie selbst weiter. Einfacher 3D-Druck erfolgt durch Schmelzen einer Kunststoffspule. Kohlefaser wird zum Drucken von Mustern verwendet, die extrem leicht, aber dennoch strapazierfähig sein müssen. Andere Materialien werden in der Maschinen- oder Heimindustrie verwendet, wo besonders hohe Anforderungen an Haltbarkeit, Feuchtigkeit usw. gestellt werden. In der Medizin war das schwedische Unternehmen Cellink der Vorreiter beim Drucken menschlicher Organe, da es das Druckmaterial für menschliche Organe erfunden hat.



Abbildung10 : Drucken von Autoteilen mit einem 3D-Drucker



Abbildung11 : Hausbau mit einem 3D-Drucker

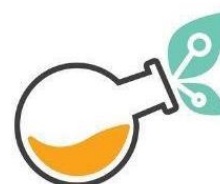




Abbildung12 : Organ-Druck mit einem 3D-Drucker

3D-Druckverfahren

Der Druckprozess lässt sich anhand der in Abbildung 13 dargestellten Abfolge veranschaulichen:

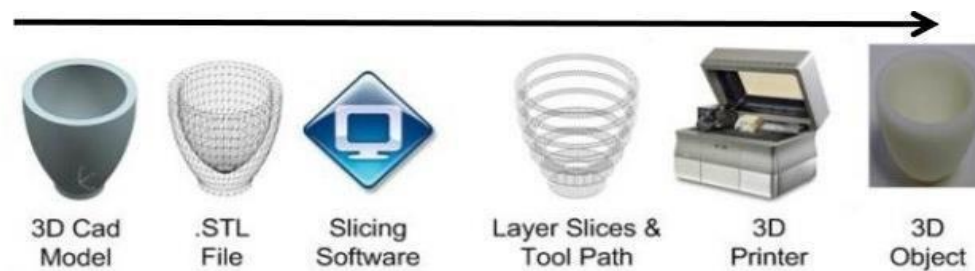


Abbildung13 : 3D-Druckprozess

Nachdem das Modell mit dem Modellierungsprogramm erstellt wurde, muss es im *.STL-Format gespeichert werden. Dieses Format ist für den 3D-Druck vorgesehen. Auf diese Weise erkennt das Programm die Informationen in der Datei und unterteilt das Modell selbst in Schichten. Der 3D-Drucker beginnt mit der Arbeit an der untersten Schicht und füllt alle Informationen aus. Anschließend fährt er mit der nächsten Schicht fort, bis alle Schichten vertikal gedruckt sind.

Um den Druckprozess zu verstehen, ist es notwendig, die grundlegenden Teile eines 3D-Druckers zu kennen.

Es kann es verschiedene Modifikationen des Druckers geben, je nach Bedarf, Typ, Preis und anderen Kriterien. Die grundlegenden Teile bleiben jedoch gleich. Standardmäßig besteht ein solcher Drucker aus einer Materialspule (1). Diese kann aus Kunststoff, Metall, Glas oder anderen Materialien bestehen. Außerdem der Druckkopf (2) bewegt quer und längs bewegt. Die druckbare Höhe des Modells wird durch einen verschiebbaren Hintergrund en eingestellt (Abbildung 14).





Abbildung14 : 3D-Drucker

Wenn das Modell in Schichten unterteilt ist, beginnt der Druck mit der untersten Schicht. Der Druckkopf (Abbildung 15a) schmilzt das Material (1) von der Spule und druckt eine Schicht horizontal (Abbildung 15b). Dann fährt er zur nächsten Schicht fort.

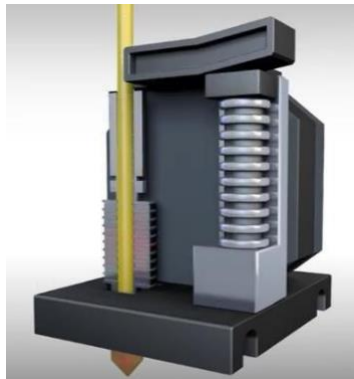


Abbildung15 a: Druckkopf

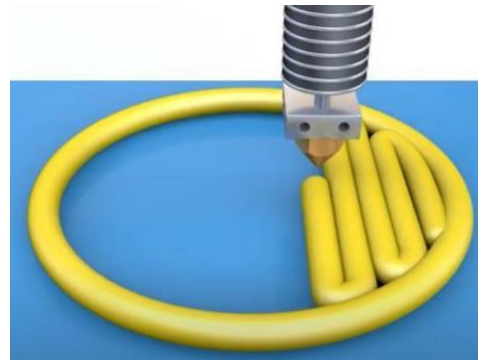


Abbildung 15b: Eine Schicht wird gedruckt

3D-Modellierung

Um die Informationen an den Drucker zu übertragen, muss das Objekt zunächst modelliert werden. Dabei ist zu beachten, dass der Drucker die Informationen konsistent „liest“, nicht so, wie wir sie sehen. Das heißt, wenn wir beim Modellieren eine Linie auf eine Linie zeichnen, sehen wir nur eine Linie, und der Drucker druckt zuerst die erste Linie und dann die zweite Linie auf derselben Schicht. Dies erhöht die Materialkosten und das tatsächliche Modell kann ungenau sein. Daher muss beim Modellieren darauf geachtet werden, dass es keine



Duplikate in der Ebene gibt und dass die Linienstärke und andere Parameter der Ebenen korrekt angegeben sind.

Die Wahl einer 3D-Modellierungssoftware hängt von vielen Faktoren ab. Dazu gehören die Computerkenntnisse des Benutzers, die Fähigkeit, ein Simulationsprogramm zu verwalten, die Rechenleistung Ihres Computers, die Komplexität des Projekts, die Softwarelizenz usw. Lizenzierte und Open-Source-Programme lassen sich anhand der „Verfügbarkeit“ der Software unterscheiden. Lizenzierte Programme bieten weitaus mehr Optionen. Open-Source-Programme sind für jeden Benutzer verfügbar, sind vielseitig genug für die Betriebssysteme, weisen jedoch eher einige „Fehler“ in der Software selbst auf.

Die am häufigsten verwendete Modellierungssoftware ist in der folgenden Tabelle aufgeführt:

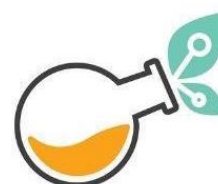
Proprietär	Open Source
AutoCad	Blender
Fusion 360	TinkerCad

Eines der größten Unternehmen im Bereich der Entwicklung von Modellierungssoftware ist Autodesk. Dazu gehören die Softwarepakete AutoCad, Fusion 360 sowie TinkerCad. Tinkercad ist als kostenlose Online-Sammlung von Software-Tools verfügbar, die sich sehr gut für den Einsatz in Schulen oder für andere Unterrichtszwecke eignet. Autodesk bietet Dienstleistungen sowohl für den Unterricht in Wirtschaftsfächern als auch für Lernzwecke an. Bildungseinrichtungen können eine Lizenz für die Produkte erwerben. Es handelt sich nicht um ein vollständiges Softwarepaket, das kostenpflichtig und für den Unterricht in Wirtschaftsklassen gedacht ist, aber zum Lernen, Modellieren und Vorbereiten eines Modells für den 3D-Druck ist es völlig ausreichend.

Jede Version der Software wird ständig aktualisiert und um zusätzliche Funktionen ergänzt. Das Hauptziel ist es, eine intuitive Software zu entwickeln, die für den Benutzer so einfach wie möglich zu erlernen ist. Jede davon erfordert grundlegende theoretische Kenntnisse für die Modellierung.

Erweitert mit AR

Nachdem Sie die Fingerkomponenten in Tinkercad modelliert haben, können Sie mit dem Tinkercad AR Viewer eine Vorschau der Entwürfe in einer realistischen Umgebung anzeigen. Auf diese Weise können die Schüler potenzielle Konstruktionsfehler erkennen, Abmessungen anpassen und die Modelle optimieren, bevor sie mit dem 3D-Druck fortfahren, wodurch Materialverschwendung reduziert und die Genauigkeit verbessert wird.



Übersicht über die Modellierungssoftware

AutoCAD-Software

Das Programm ist für die Modellierung von zweidimensionalen und dreidimensionalen Zeichnungen, Diagrammen und Bildern konzipiert. In der Software sind zahlreiche Umgebungen implementiert. Diese Umgebungen unterscheiden sich nur in den Symbolen der Werkzeuge in der Menüleiste. Wenn Sie den Namen der Funktion kennen, spielt es keine Rolle, in welcher Umgebung Sie arbeiten. Das Programm kommuniziert mit dem Benutzer über die Befehlszeile. Ab Version 2018 reicht es zur Vereinfachung für den Benutzer aus, den Cursor im Programmfenster zu positionieren. Wenn Sie mit der Eingabe des Namens der Funktion beginnen, „bietet“ das Programm mögliche Befehle für die Bearbeitung an. Ein großer Vorteil dieses Programms ist die einfache Erstellung von Projektionen aus einem dreidimensionalen Modell. Sobald ein Modell erstellt wurde, kann ihm ein Material oder eine Gruppe von Materialien zugewiesen werden. Dieses Programm eignet sich nicht besonders gut für die Visualisierung, da für die Berechnung eines möglichst realistischen Bildes viele Computerressourcen erforderlich sind – um Beleuchtung, Materialien und andere Parameter anzupassen.

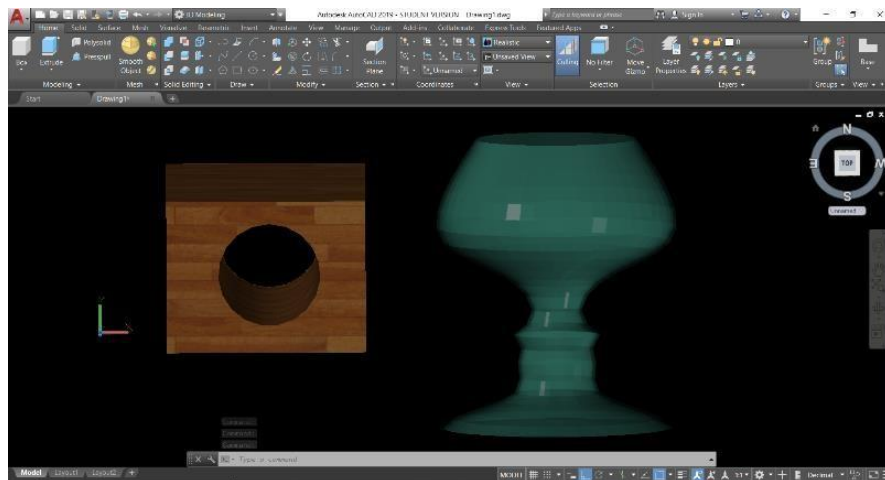


Abbildung 16: AutoCad-Anwendungsumgebung



Fusion 360-Software

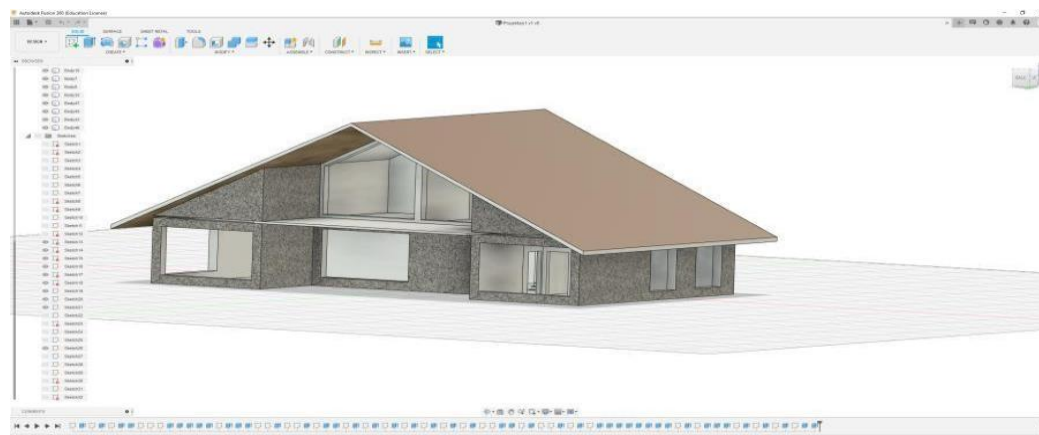


Abbildung 17: Anwendungsumgebung von Fusion 360

Fusion 360 ist ein einfacheres Programm, das weniger Fachkenntnisse erfordert. Es verfügt über dieselben Werkzeuge wie AutoCad. Einer der Vorteile ist die einfachere Materialbeschaffung. Das erstellte Modell lässt sich leicht in ein Foto der realen Umgebung hochladen und von allen Seiten betrachten.

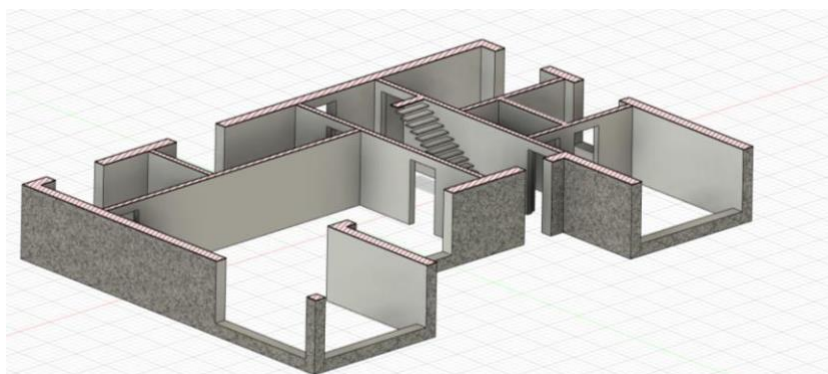
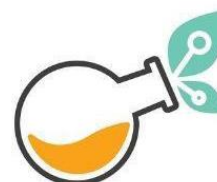


Abbildung 18: Ansicht des Modells durch „Ausblenden“ eines Teils der Objekte

Blender-Software

Ein Open-Source-Programm für 3D-Modellierung und Animation. Der Hauptvorteil dieser Software besteht darin, dass sie kostenlos und einfach zu installieren ist. Der Nachteil ist, dass die Arbeit damit recht komplex ist und mehr Kenntnisse und Erfahrung erfordert. Die Symbole sind nicht in der Menüleiste angeordnet. Wenn man den Namen einer Funktion kennt, kann man sie leicht über die Suche aufrufen. Dieses Programm bietet die meisten Vorteile der oben aufgeführten Programme. Die Modellierung kann auf verschiedene Arten erfolgen. Eine Möglichkeit besteht darin, dreidimensionale Grundformen wie Würfel, Zylinder



oder Kugeln zu modifizieren. Das Besondere an diesem Programm ist die Möglichkeit der Animation. Man kann nicht nur ein Modell entwerfen, sondern auch sehen, wie es sich tatsächlich bewegen kann. Wenn Sie beispielsweise eine Hand konstruieren, können Sie mit der App „ “ Einschränkungen hinzufügen, sodass sich Ihre Finger nur bis zu einem vorgegebenen Winkel und nicht um 360 Grad beugen können. Ein weiterer Vorteil sind die Materialeinstellungen. Das Programm konzentriert sich auf 3D-Animationen, seidige Materialien, Haare, Wasser und andere Materialien können für realistische Bilder extrahiert werden. Wie andere Simulationsprogramme auch, bietet es die Möglichkeit, die Datei im *.stl-Format zu exportieren, sodass sie für den 3D-Druck bereit ist.

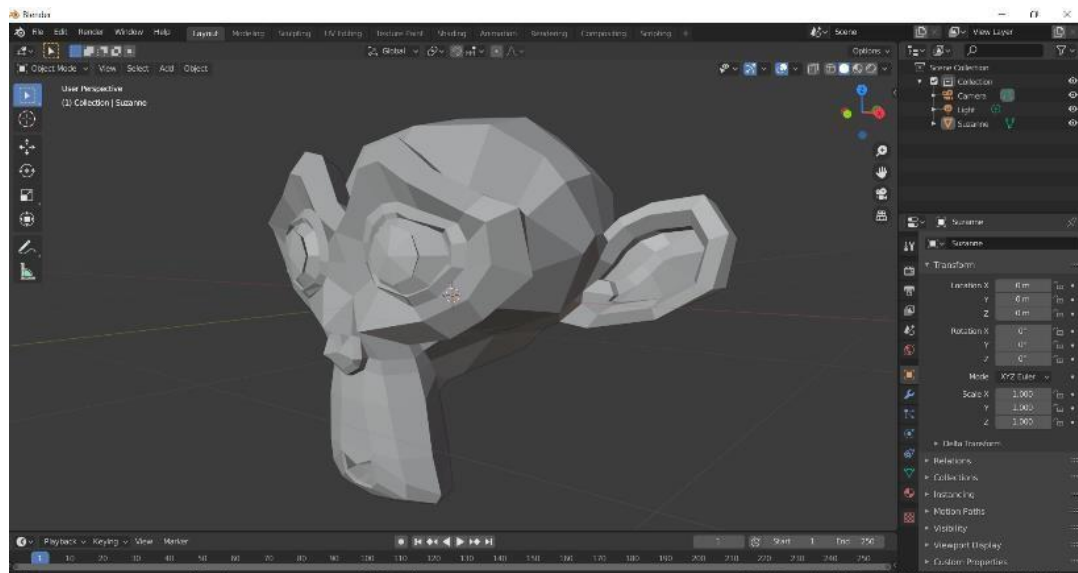


Abbildung 19: Blender-Softwareumgebung

TinkerCad-Software

Einer der Hauptvorteile gegenüber den oben aufgeführten Programmen ist die Möglichkeit, online zu arbeiten. Es handelt sich um ein Softwarepaket von Autodesk, das mit einer Lizenz viele zusätzliche Tools bietet. Für kleine Projekte sind jedoch die Tools, die der Hersteller in der kostenlosen Online-Version anbietet, völlig ausreichend.



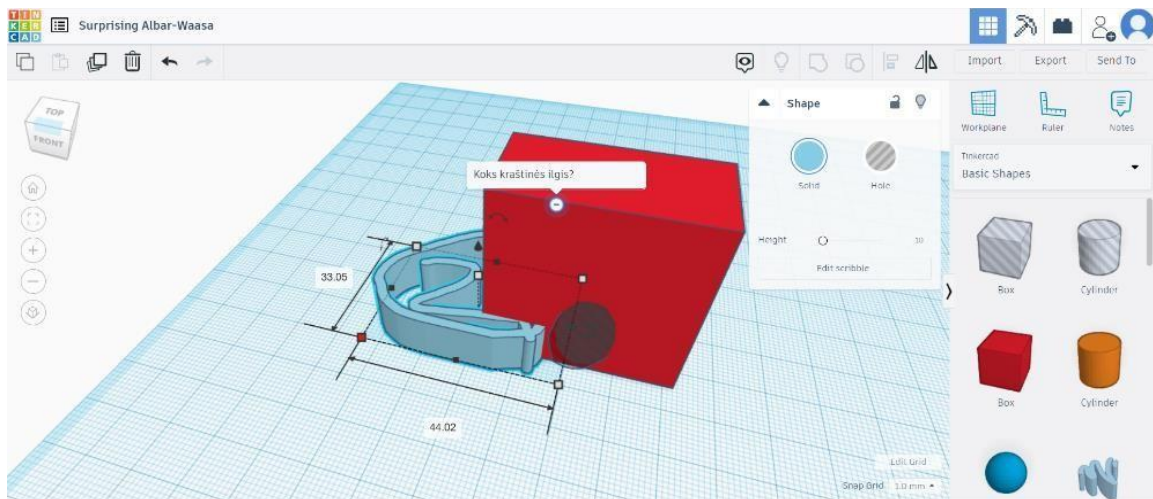


Abbildung 20: Tinkercad-Anwendungsumgebung

Das Programm eignet sich besonders für Kinder, da alle Tools sichtbar und leicht verständlich sind. Diese Online-Version hat Vorteile. Der Lehrer kann Klassen erstellen und für die gesamte Klasse unterrichten. Projekte können auch in Teams durchgeführt werden, indem ein anderer Benutzer zum Projekt „eingeladen“ wird. Ein weiteres sehr praktisches Werkzeug sind Kommentare. Diese können sowohl geschrieben als auch ausgeblendet werden. Das Programm ermöglicht es, bereits erstellte *.STL-Dateien zu importieren und zu bearbeiten. Es kann Probleme bei der Bearbeitung einzelner Blöcke im Modell geben, da diese Blöcke durch gruppierte Teile „gesperrt“ sind.

Weiterführende Links

1. 3D-Druck von Autoteilen: <https://blogs.3ds.com/3dsmobility/wp-content/uploads/sites/13/2017/04/AdditiveManufacturing.jpg>
2. 3D-Druckverfahren: <https://www.youtube.com/watch?v=qoBU0r7pT84>
3. Schritte des 3D-Drucks: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/2c/3d-printing-a-2014horizonwatching-trend-summary-report-9-638.jpg>
4. 3D-Drucker: <https://www.cleanpng.com/png-3d-printing-filament-3d-printers-aleph-objects-inc1348799/preview.html>



Modellierungskonzept und grundlegende Handgriffe

Die Wahl des Programms für die Modellierung hängt in erster Linie vom Ziel und den Fähigkeiten des Benutzers ab.

Bevor wir mit der Modellierung beginnen, müssen wir die Grundprinzipien und Unterschiede zwischen dreidimensionaler und zweidimensionaler Modellierung verstehen.

Bei der zweidimensionalen Modellierung wird in einer Ebene gearbeitet. Mit anderen Worten: Wir modellieren auf einem Blatt Papier, auf dem wir quer und längs zeichnen können. In der Designsprache bedeutet dies horizontal oder vertikal bzw. in Richtung der x- und y-Achse.

Die dreidimensionale Modellierung unterscheidet sich von der zweidimensionalen durch eine weitere Achse, die in der Regel die Höhe des Modells angibt. Dreidimensionale Modelle werden also auf den x-, y- und z-Achsen entworfen.

Es reicht nicht aus, ein Modell zu erstellen, um sich vorzustellen, wie es aussehen soll. Es sind auch seine spezifischen Abmessungen erforderlich. Bei der Erstellung eines dreidimensionalen Modells sind Messungen in Bezug auf die x-, y- und z-Achse erforderlich. Mit anderen Worten, es ist eine Beschreibung des Modells mit x-, y- und z-Projektionen erforderlich. Die Projektion ist eine zweidimensionale Ebene, die senkrecht zu den beiden Achsen ausgerichtet ist, wobei die Richtung der dritten Achse senkrecht zu uns steht. Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Markierung von sichtbaren und unsichtbaren Linien. Die sichtbare Linie ist die Art von Kante, die wir aus der Sicht des Betrachters sehen, sie wird von niemandem verdeckt. Die unsichtbare Linie (rot in Abbildung 21) ist die Kante, die aus der Sicht des Betrachters von einer Ebene verdeckt wird, die näher am Betrachter liegt.

Projektionen sind ein Abkommensdokument zwischen Ingenieuren, das nicht nur Zeichnungen, sondern auch Maße enthält. Mit solchen Maßzeichnungen ist es einfach, mit jedem für uns geeigneten Programm ein dreidimensionales Modell zu erstellen. Sie müssen beispielsweise eine Box mit bestimmten Abmessungen und einem zylindrischen Loch modellieren. Um dies zu tun, benötigen wir zunächst Projektionen mit Maßen. Nur dann kann es genau modelliert werden.



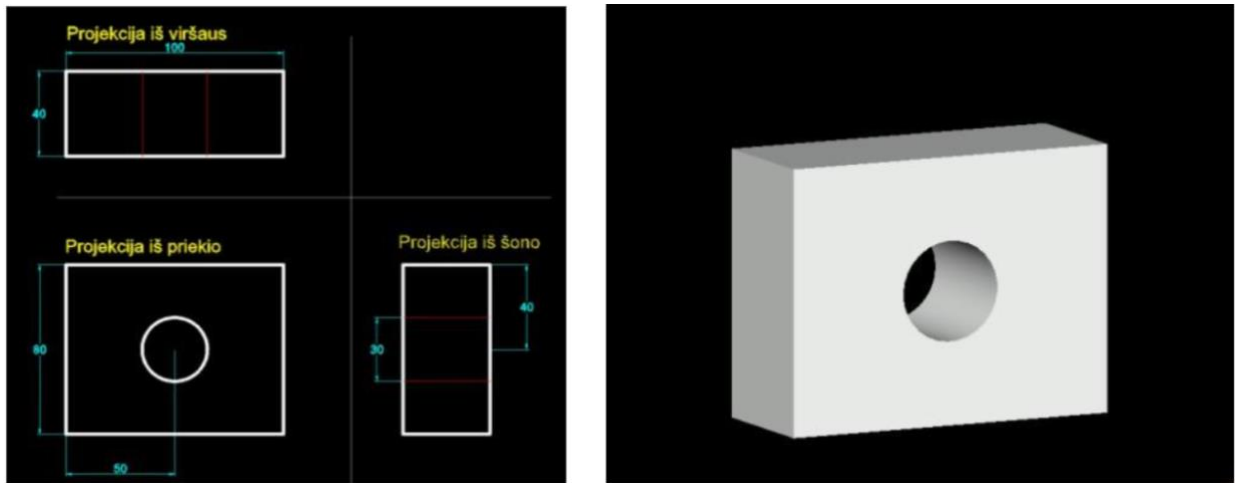


Abbildung 21: Detailprojektion mit Abmessungen und ihrem dreidimensionalen Modell

Simulation mit dem Programm TinkerCad

Um den Simulationsprozess zu verstehen, probieren wir das Open-Source-Programm TinkerCad aus.

1. Klicken Sie auf den Link <https://www.tinkercad.com/dashboard>. Durch Klicken auf „Neues Design erstellen“ wird der Desktop vorbereitet.
2. Ziehen Sie den Würfel aus der Symbolleiste auf der rechten Seite in den leeren Bereich. Auf der linken Seite des Fensters muss das Navigationswerkzeug (würfelförmig) auf „Front“ eingestellt sein.

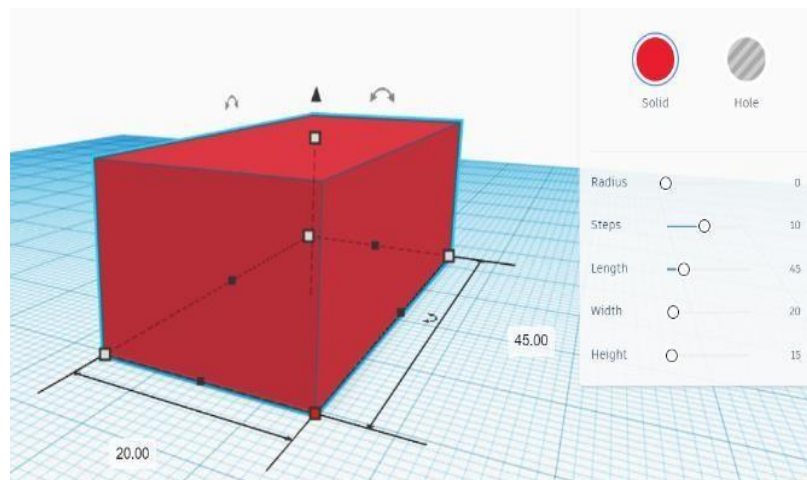


Abbildung 22: Bearbeiten der Parameter des Würfels



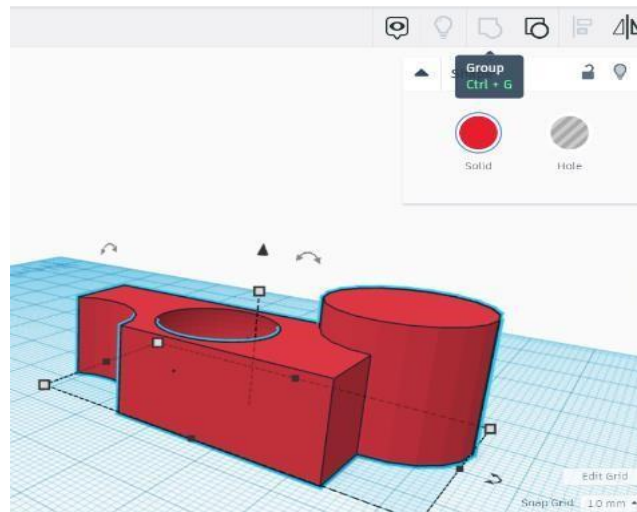


Abbildung 23: Szenenansicht nach der Gruppierung

3. Um die Parameter eines Würfels zu ändern, klicken Sie darauf, um ein Fenster mit den Parametern daneben zu öffnen (Abbildung 22).
4. Das Programm ermöglicht Ihnen die Auswahl aus verschiedenen Arten von Formen. Mögliche Einstellungen sind ein konvexes Modell oder eine Vertiefung (oder ein Loch) in der Form.
5. Wählen Sie das Kugelwerkzeug aus, laden Sie es in die obere Ebene des Kastens und legen Sie den Lochparameter fest. Dadurch erhalten wir eine kugelförmige Vertiefung im Würfel.
6. Platzieren Sie zwei Zylinder an den verschiedenen Kanten des Kastens. Setzen Sie die Eigenschaft für den einen auf „fest“ und für den anderen auf „Loch“. Die der Funktion „Loch“ zugewiesenen Formen sehen aus wie Glas. Dies ist jedoch nur ein imaginärer Teil dieser Figur. Um Löcher in den Kasten zu „schneiden“, müssen alle Teile der Szene gruppiert werden.
7. Wählen Sie alle Objekte in der Szene aus und wählen Sie die Funktion „Gruppe“ (Abbildung 23).
8. Sie müssen nur noch das vorbereitete Modell in eine *.stl-Datei exportieren (Abbildung 24). Sie können das gesamte Modell drucken oder bestimmte Teile auswählen.
9. Es besteht auch die Möglichkeit, das Modell zu speichern oder direkt zu drucken. Tinkercad bietet nicht nur die Möglichkeit, das Modell zu drucken, sondern auch mit einem Laserschnittgerät zu schneiden.

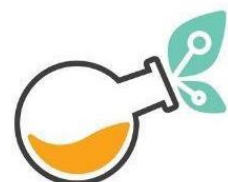




Abbildung 24: Exportieren einer Datei

Erstellen eines genauen Modells

Wie Sie sehen, verfügt der Tinkercad-Arbeitsbereich über eine horizontale Plattform, auf der wir das Modell entwerfen. Es ist möglich, das Raster dieser Basis und dessen Schrittweite zu ändern. Die Schrittweite der Bewegung des Teils hängt davon ab (Abbildung 25).

Das Raster hat kein absolutes Koordinatensystem. Das heißt, an der Stelle, an der Sie die Form platziert haben, berechnet das Programm

den Startpunkt der Koordinaten. Beim Ziehen des Objekts wird die Abweichung relativ zur vorherigen Position berechnet.

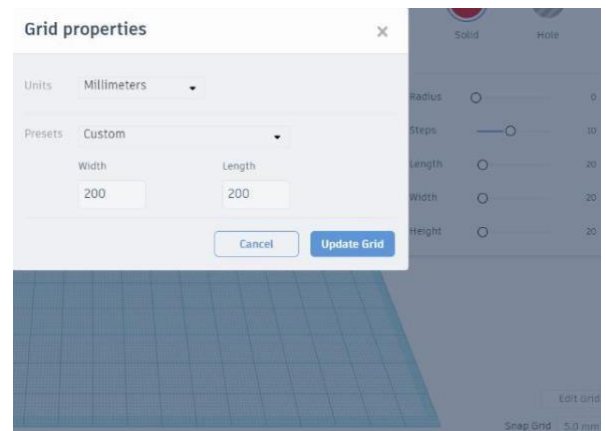


Abbildung 25: Ändern des Rasterabstands

Gemäß den Modellierungsregeln wird das Modell in eine XY-Ebene projiziert, die mit dem Boden übereinstimmt. Um in eine andere Richtung zu projizieren, müssen Sie zunächst die Arbeitsebene ändern.

Versuchen wir, das Modell aus Abbildung 26 (1) zu entwerfen.

1. Ziehen Sie den Würfel in das Arbeitsfeld und legen Sie seine Abmessungen auf 40 x 100 x 80 fest
2. Ziehen Sie auch den Zylinder in die Szene. Wenn Sie genau hinschauen, fällt Ihnen auf, dass der Hintergrund des Zylinders mit der Arbeitsebene übereinstimmt. Dieses Problem können wir auf zwei Arten lösen:
 - Ändern Sie die Arbeitsumgebung auf die Seite der Box.
 - Drehen Sie den Zylinder um 90 Grad zur x-Achse.



Ändern der Arbeitsebene. Wählen Sie das Symbol „Arbeitsebene“ (Abb. 26 (1)) und klicken Sie auf die Wand der Box (Abb. 26 (2)). Nachdem der Zylinder gezogen wurde, stimmt seine Basis mit der neuen Arbeitsebene überein, d. h. mit der Seitenebene der Box.

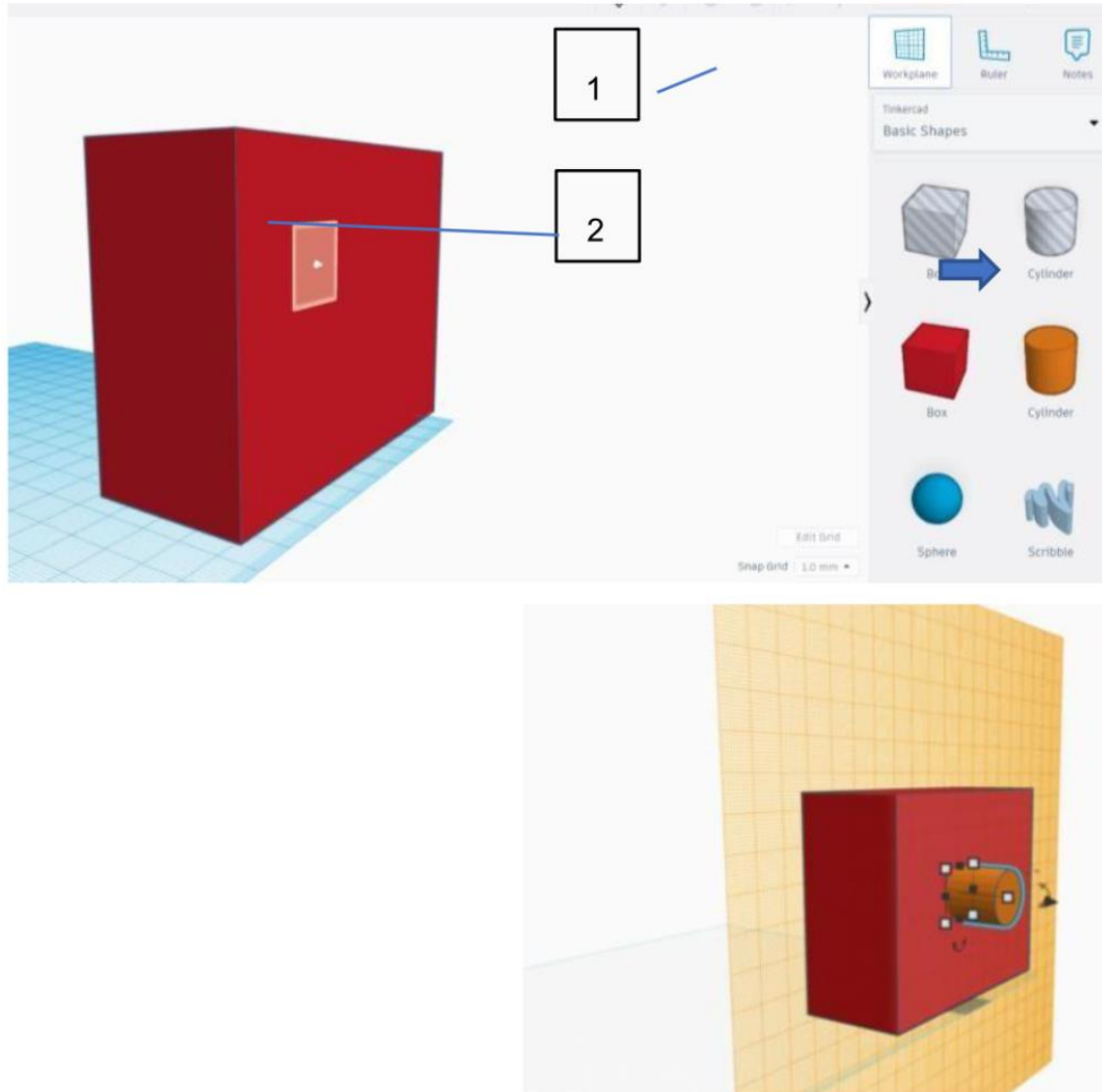


Abbildung 26: Ändern der Arbeitsebene

Zylinder drehen. Ziehen Sie den Zylinder und wählen Sie ihn aus. Klicken Sie auf die Pfeile, die die Drehung um die x-Achse anzeigen, und stellen Sie den Drehwinkel auf 90 Grad ein.

3. Position der Zylinderbohrung. Um den Zylinder an eine bestimmte Position zu verschieben, müssen wir die Arbeitsebene auf die Seite der Box ändern. Daher ist es besser, dies vor dem Einfügen der Zylinderform zu tun.



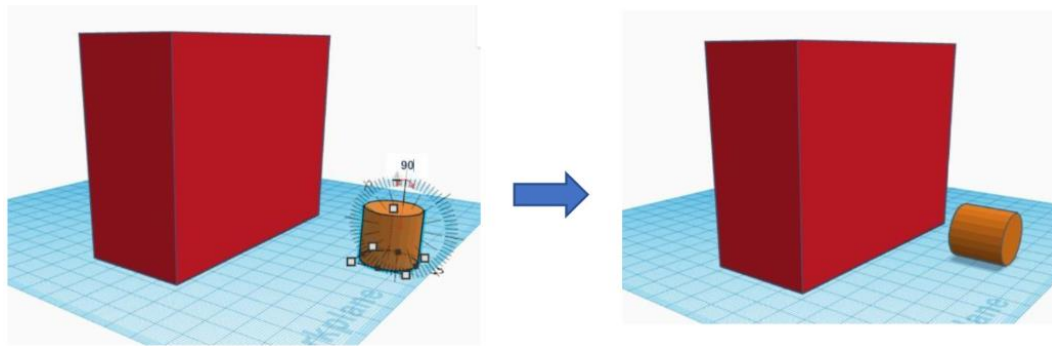


Abbildung 27: Drehung des Zylinders um die x-Achse

- Richten Sie beide Formen an einer Kante aus.
 - Verschieben Sie den Zylinder um 35 mm nach rechts und um 25 mm nach oben.
 - Ändern Sie die Arbeitsebene auf den Boden und stellen Sie die Navigationsleiste auf TOP ein.
 - Verschieben Sie den Zylinder vertikal und passen Sie ihn an die Box an (Abbildung 28)
4. Da sich der Zylinder nun an der richtigen Stelle befindet, können wir den Typ der Form in „Loch“ ändern
 5. Wählen Sie beide Formen aus und legen Sie „Gruppe“ fest.
 6. Datei als *.stl exportieren

Abbildung 29 zeigt, wie das endgültige Modell im TinkerCad-Programm (links) und als *.STL-Datei (rechts) aussieht.

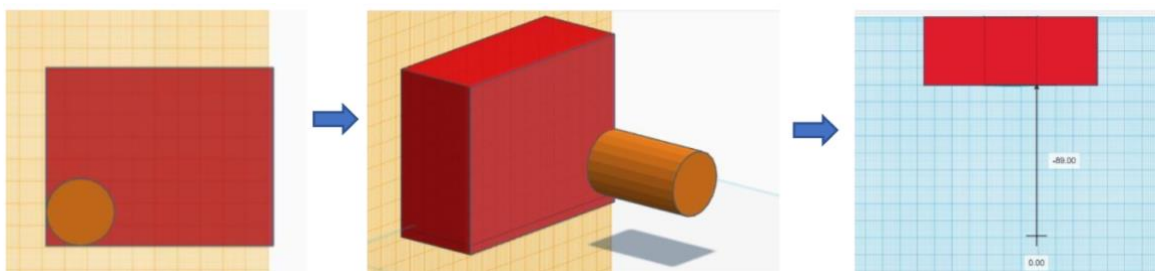


Abbildung 28: Zylinder verschieben



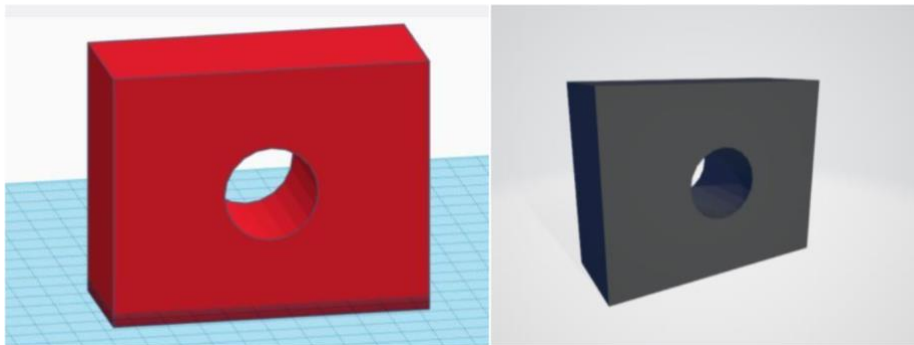


Abbildung 29: Kastenumwandlung

TinkerCad ist ein praktisches Modellierungswerkzeug für Anfänger. Für komplexe Projekte empfiehlt sich eher das Programm Blender.

Kurzer Überblick, wie dieses einfache Modell mit Blender erstellt werden könnte. Die Standardansicht beim Start des Programms ist in Abbildung 30 zu sehen. Die Standardform ist ein Würfel, die Einheiten sind Meter, die Länge beträgt 2 m.

Schritte zum Start:

1. Einheiten in Millimeter ändern
2. Ändern Sie die Länge der Kanten auf die x-, y- und z-Achse 40x100x80
3. Wählen Sie die Form aus, drücken Sie STRG+A und wählen Sie „**Skalieren**“. Mit diesem Vorgang legen wir die neue Form des Kastens als Standard fest.



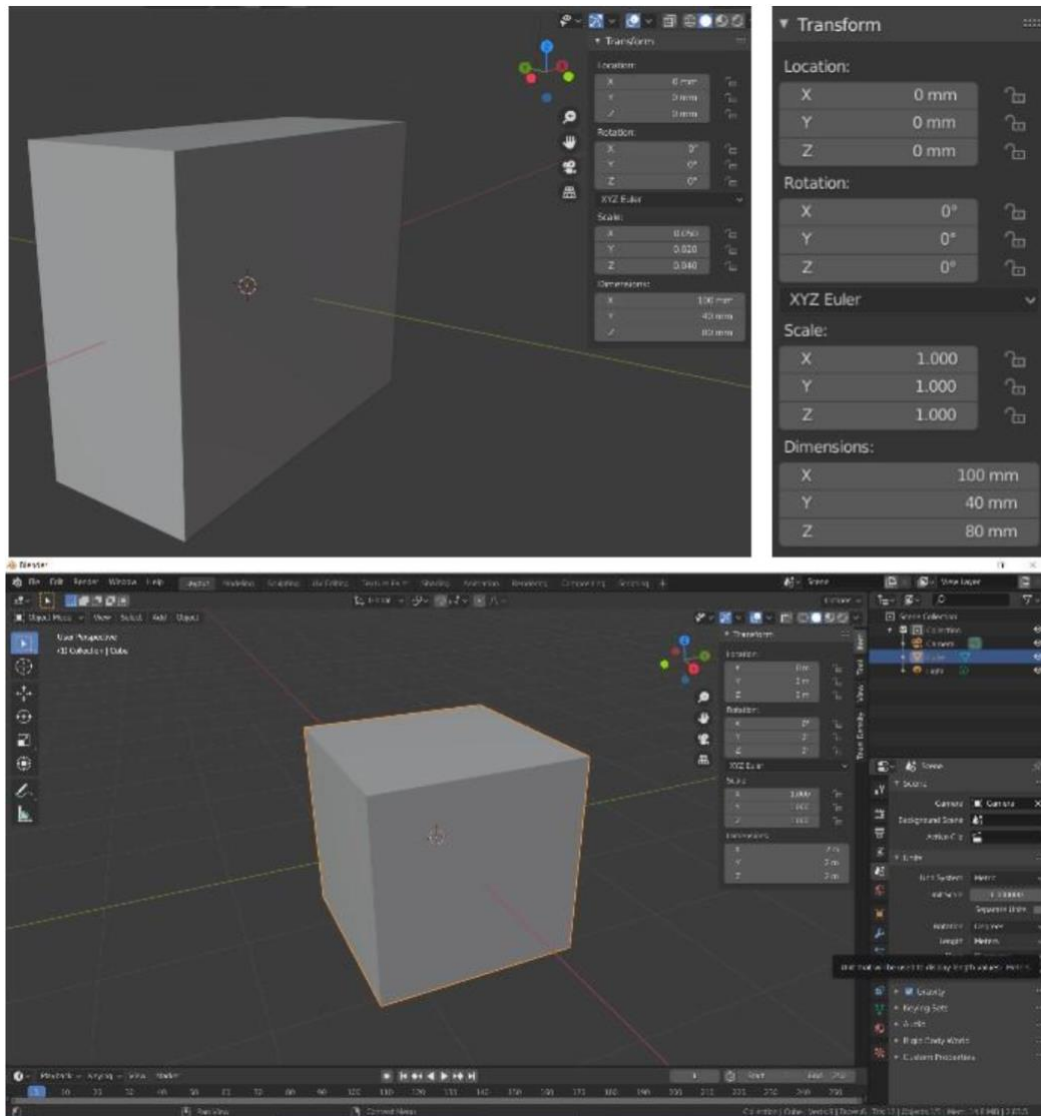


Abbildung 30: Endgültiges Modell in der Tinkercad-Umgebung und *.stl-Datei

4. Drücken Sie die Tabulatortaste, um in den Bearbeitungsmodus zu wechseln
5. Drücken Sie SHIFT+A und wählen Sie die Form „Zylinder“ aus.
6. Diese Form ist standardmäßig an der Z-Achse ausgerichtet (Abbildung 31). Daher müssen wir die Optionen ändern:
 - Der Radius des Hintergrunds beträgt 15 mm
 - Um 90 Grad um die Y-Achse drehen



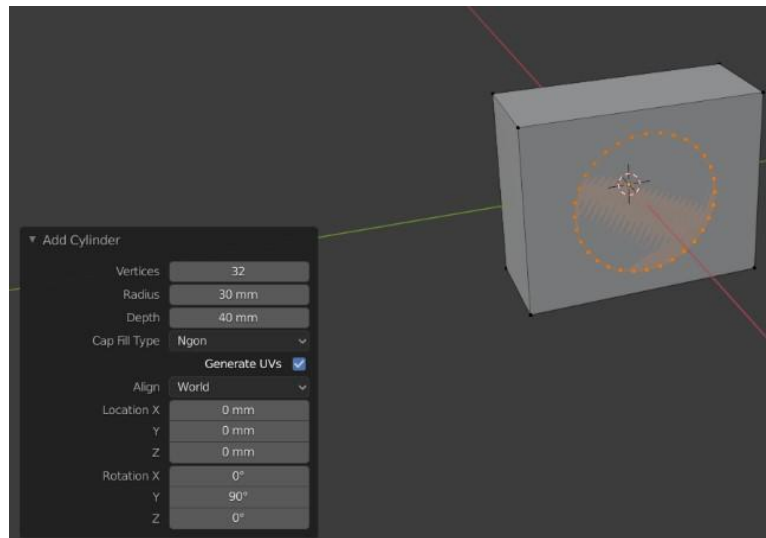


Abbildung 31: Optionen für den Zylinder

7. Jetzt haben wir zwei duplizierte Ebenen – den Kasten und den Zylinderhintergrund. Löschen Sie diese Ebenen (zwei Hintergründe des Kastens und zwei des Zylinders).
8. Um eine Ebene zwischen den Kanten der Box und des Zylinders zu erstellen, werden Hilfskanten benötigt. Es ist einfach, den Abstand zwischen dem Punkt des Kreisdurchmessers und der Boxkante horizontal zu berechnen. Er beträgt 35 mm. Wählen Sie den Punkt des Kreisdurchmessers aus, drücken Sie E (Extrudieren), sperren Sie die Y-Achse und stellen Sie 35 ein (Abbildung 32). In der oberen linken Ecke können Sie überprüfen, welche Optionen eingestellt sind.



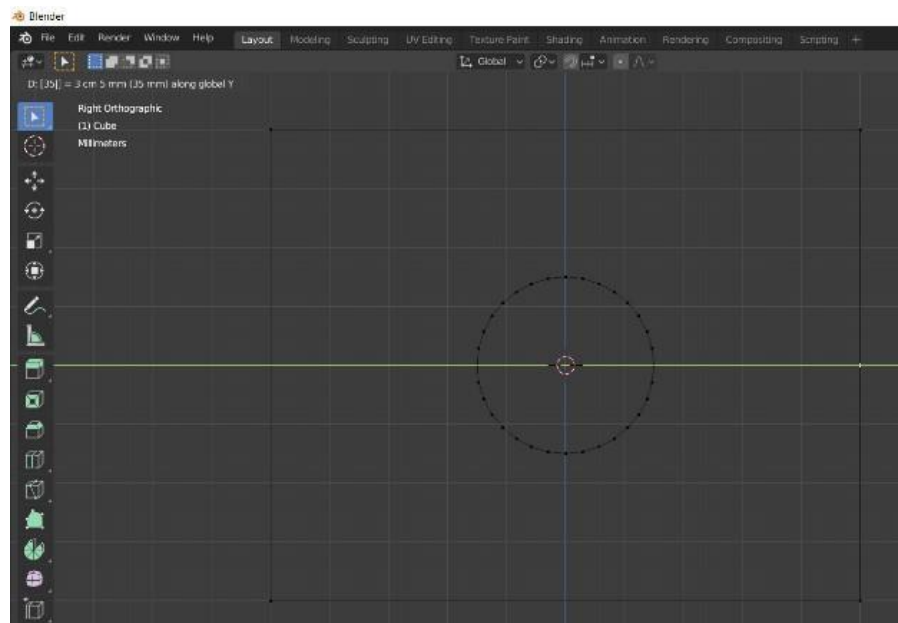


Abbildung 32: Hilfskante für Ebenen

9. Führen Sie denselben Schritt für die gegenüberliegende Seite des Kreises durch. Und für den gegenüberliegenden Hintergrund.
10. Da wir nun Hilfskanten haben, die die Hintergrundebene in zwei Teile unterteilen, können wir die Teile separat auswählen, wie in Abbildung 33a gezeigt. Drücken Sie dann „F“ (Face). Die Fläche wird zwischen den ausgewählten Punkten erstellt (Abbildung 33b).
11. Führen Sie denselben Schritt für den zweiten Teil des Hintergrunds aus. Führen Sie dieselben Schritte auch für den gegenüberliegenden Hintergrund aus.
12. Drücken Sie die TAB-Taste, um in den Objektmodus zu wechseln.
13. Der letzte Schritt ist der Export in eine *.stl-Datei: Datei > Exportieren > (*.stl)
14. Die Ansicht der endgültigen Form im Blender-Programm und exportiert in eine *.stl-Datei ist in Abbildung



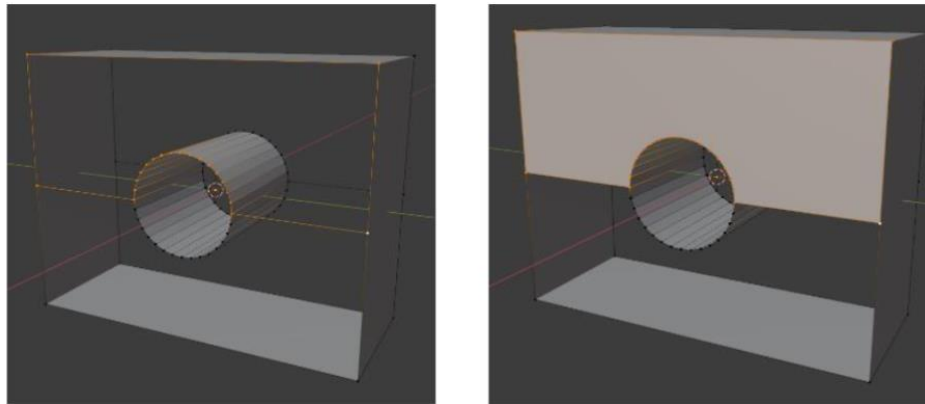


Abbildung 33 dargestellt. Wählen Sie Punkte (a) aus und erstellen Sie eine Fläche zwischen ihnen (b).

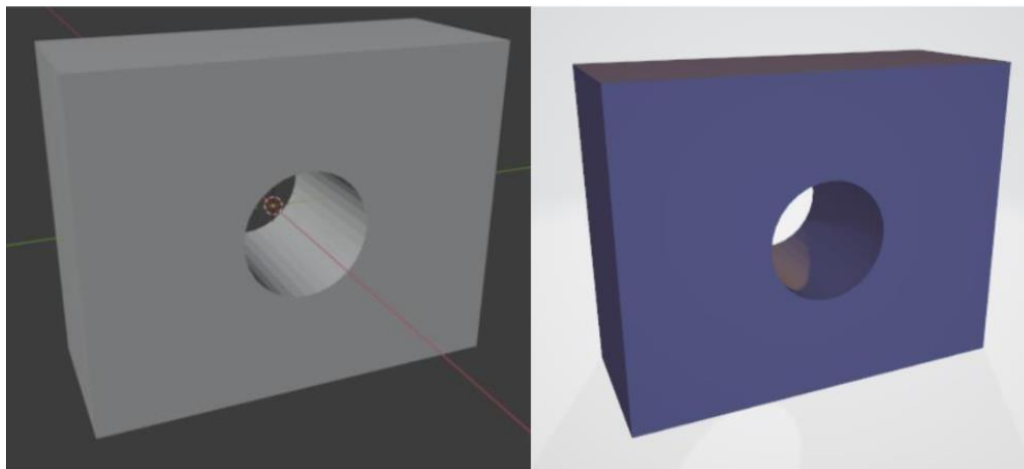


Abbildung 34. Endgültiges Objekt in der Blender-Umgebung und erstellte *.stl-Datei

Blender scheint ein einfacheres Werkzeug zur Erstellung solcher Modelle zu sein. Allerdings muss man für die Verwendung viele Dinge wissen, z. B. verschiedene Modi für die Bearbeitung, für die Ebenenausrichtung usw.

Hinweise: Nach Abschluss der grundlegenden Modellierungsaufgaben können die Schüler ihre 3D-Entwürfe mit AR-Tools auf ihren Arbeitsbereich projizieren. So können sie die Proportionen und räumlichen Beziehungen ihrer Entwürfe besser verstehen und eine genaue Ausrichtung der mechanischen Teile sicherstellen.

Verbessert mit AR

Bevor Sie Ihr 3D-Modell fertigstellen, verwenden Sie Merge Cube, um virtuelle Komponenten des bionischen Fingers zu halten und zu manipulieren. Diese praktische Interaktion hilft den Schülern, die räumlichen Beziehungen zwischen mechanischen Teilen besser zu verstehen und sorgt für eine präzise Ausrichtung und Funktionalität des endgültigen Prototyps.



Die Finger bewegen

Übersicht

Wie bereits gezeigt, ist eine der einfachsten Möglichkeiten, um

Bewegungen der bionischen Hand auszuführen, könnte durch einen Servomotor erfolgen

, die an den am weitesten entfernten beweglichen Teilen eines Fingers befestigt sind („Sehnen“), gesteuert werden (siehe Abb. 35).

Die Motoren könnten durch ein vergleichsweise autonomes elektronisches Gerät gesteuert werden – einen Einplatinencomputer (SBC) von der Größe einer Kreditkarte. Es gibt viele solcher Geräte auf dem Markt, aber das empfohlene ist der Arduino UNO-Mikrocontroller (siehe Abb. 2), weil:

- Er ist Open-Source-basiert, vergleichsweise günstig und bei Elektronik- und Kleinautomatisierungstechnik-Enthusiasten äußerst beliebt.
- Er ist als eines der simulierten virtuellen Geräte in Tinker CAD enthalten – einer webbasierten kostenlosen Plattform zum Erlernen von Design. Dies ist ein besonderer Vorteil, da 3D-Modellierung, Schaltungs- und Software-Design in derselben Umgebung durchgeführt werden können. Darüber hinaus tragen das virtuelle Design, die Modellierung und das Testen der Hardware und Software dazu bei, Schäden an der Ausrüstung (und damit Kosten) zu vermeiden, da die virtuellen Hardware-Elemente nicht ausfallen, wenn sie falsch angeschlossen und verwendet werden. Im Folgenden werden einige empfohlene vorbeugende Vorbereitungsschritte vor der Umsetzung des Designs in einer realen Hardware genannt.

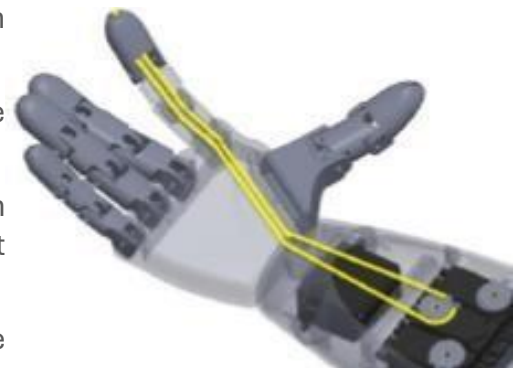


Abbildung 35: *Bewegen eines Fingers der bionischen Hand*



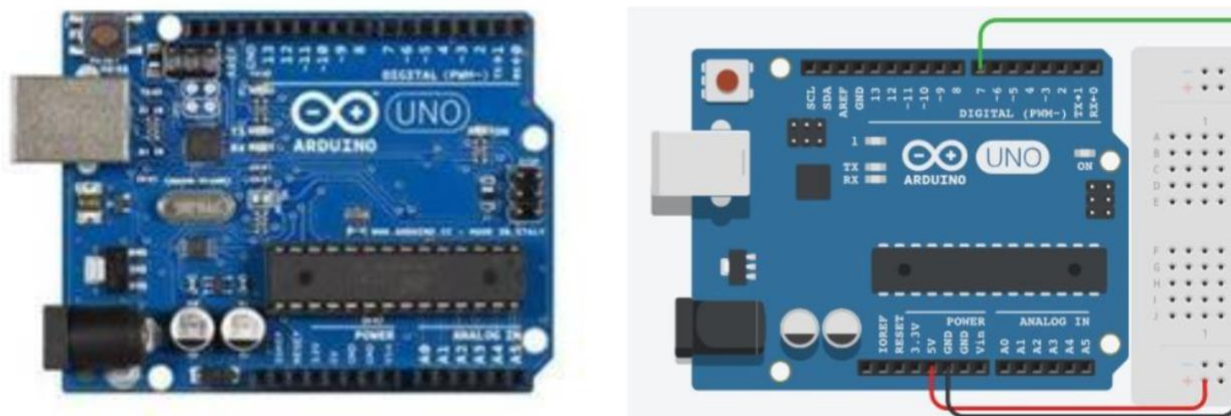


Abbildung 36: Arduino UNO-Mikrocontroller (reale Ansicht – links, virtualisiert in Tinked CAD – rechts)

Arduino UNO-Mikrocontroller

Der Arduino UNO-Mikrocontroller (im Folgenden als „UNO“ bezeichnet) verfügt im Vergleich zu Desktop-PCs, Laptops, Tablets oder sogar Mobiltelefonen über begrenzte Rechenressourcen, ist jedoch für unsere Aufgabe – die Umsetzung einer gesteuerten Bewegung – vollkommen geeignet:

- UNO kann über ein USB-Kabel an einen Windows-PC angeschlossen werden, um ihn mit Strom zu versorgen und ein Softwareprogramm zu laden.
- Die Software wird in der Regel in einer eingeschränkten Version der Programmiersprache C innerhalb einer speziellen Arduino-Softwareentwicklungsumgebung namens SKETCH entwickelt. Es ist erwähnenswert, dass die Software auch in Tinker CAD entworfen und getestet, dann als Datei exportiert, von SKETCH gelesen, kompiliert und auf ein UNO-Gerät geladen werden kann.
- Das UNO mit geladenem Programm kann ohne PC betrieben werden und angeschlossene Geräte steuern, wenn es unabhängig mit Strom versorgt wird (7-12 Volt Gleichstromversorgung oder 9-Volt-Batterie empfohlen).

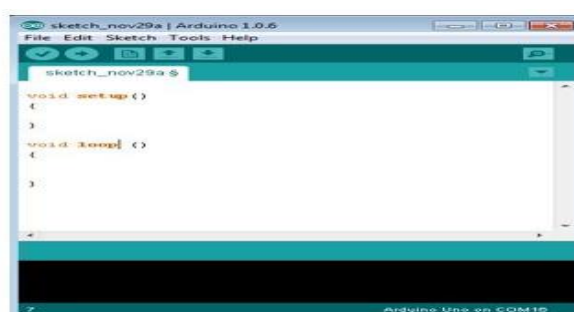


Abbildung 37: Arduino UNO mit Mikrocontroller und SKETCH-Programmmentwicklungsumgebung. Es fallen die beiden einzigen von UNO ausgeführten Prozeduren auf, die entworfen werden sollten: `setup()` – Initialisierung eines SBC; und `loop()` – wird wiederholt, bis die Stromversorgung unterbrochen wird

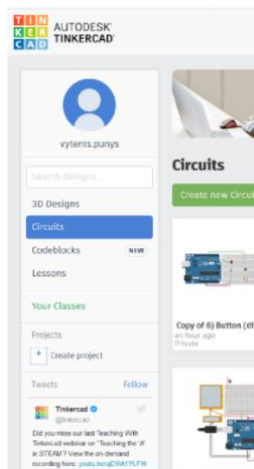


Abbildung 38: Abschnitt „Circuits“ (linke Spalte) in Tinker CAD

Arduino UNO in Tinker CAD

Die Modellierung des Elektronik- und Softwaredesigns erfolgt im Abschnitt „Circuits“ (Abb. 37) in Tinker CAD (der Abschnitt „3D Design“ könnte zuvor für die Modellierung von Fingerteilen verwendet worden sein). Es gibt eine umfassende Bibliothek mit Tinker CAD-Beispielen und -Designs zum Lernen.

Die grafische Entwicklungsumgebung von Tinker Cad besteht aus zwei Teilen: einer virtuellen Elektronik auf der linken Seite und einer Sammlung elektronischer Elemente oder einem Programmiereditor auf der rechten Seite (siehe Abb. 38). Letzterer kann in zwei alternativen Modi verwendet werden:

- C-Programm-Editor, wie in SKETCH – man kann eine C-Programmdatei exportieren, um sie auf ein echtes UNO zu laden;
- Grafische Programmierumgebung „CodeBlocks“, die SCRATCH² sehr ähnlich ist. Das CodeBlocks-Programm wird automatisch in ein C-Programm konvertiert (umgekehrt ist dies jedoch nicht der Fall, man sollte daher darauf achten, die eigene Arbeit nicht zu verlieren).

Im virtuellen Experiment werden 5 Servomotoren verwendet, um die Finger der bionischen Hand zu bewegen, wie in Abbildung 38 und Abbildung 39 schematisch dargestellt. Die Motoren werden vom UNO gesteuert und angetrieben, und 10 Tasten (5 Finger x 2 Richtungen

2 Grafische Programmierumgebung, entwickelt von MIT.EDU und weit verbreitet für den Programmierunterricht an Schulen <https://scratch.mit.edu/>



= 2 Reihen von Tasten) werden verwendet, um die Bewegung auszulösen.

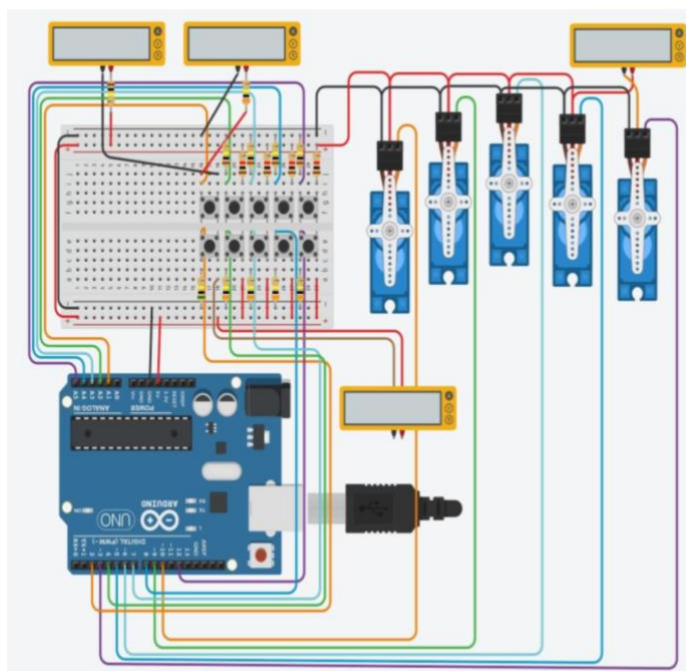


Abbildung 39. Das virtuelle Experiment – Bewegung von 5 Servomotoren (Fingern) durch UNO. Es gibt zusätzliche Multimeter, mit denen der Strom durch die Tasten und einen Servomotor überprüft wird, um eine mögliche Überlastung zu vermeiden.

Der Servomotor ist ein digitales Gerät, das eine Spindel in eine bestimmte Position dreht (normalerweise von 0 bis 180 Grad). Die Motoren (Steuerpins) sollten an die mit PWM (Pulsweitenmodulation – die Methode zur Festlegung einer Drehposition) gekennzeichneten digitalen Ausgänge des UNO angeschlossen werden. Insgesamt gibt es 6 solcher (PWM) digitalen Ausgänge in einem UNO.

Ein Satz Tasten (z. B. „Auf“) wird an die analogen Eingänge eines UNO angeschlossen, ein weiterer Satz (z. B. „Ab“) an die digitalen Eingänge eines UNO. Es sei darauf hingewiesen, dass das Anschließen einer Taste an einen analogen Eingang und das Auslesen des Wertes etwas aufwändiger ist als bei einem digitalen Eingang.

Entwicklung eines Programms

Die grafische Programmierumgebung (GPE) von Tinker CAD ist auf die Entwicklung der Funktion loop() beschränkt, setup() wird standardmäßig eingesetzt. Diese geringfügige Einschränkung könnte durch die weitere Entwicklung nur in C (ohne CodeBlocks) überwunden werden, was für größere praktische Anwendungen akzeptabel sein könnte. Die GPE enthält 6 Arten von „CodeBlocks“-Operationen, die in verschiedenen Farben codiert sind (Abb. 40a): Variablen, Steuerung, Ausgabe, Eingabe, Mathematik (einschließlich der Berechnung der Erfüllung einer Bedingung, sogenannte Boolesche Operationen, die in



Steueranweisungen verwendet werden), Notation (Kommentare). Die Anweisungen verschiedener Arten werden entsprechend ihrer Form miteinander kombiniert.

Das Programm, das Servomotoren („Finger“) bewegt, besteht aus einem kleinen und zwei großen Teilen (Abb. 40b), die durch Kommentare in Grau voneinander getrennt sind:

1. Einstellung der Drehgeschwindigkeit (Variable rotationStep, rosa) – beim Übertragen des Programms auf ein echtes UNO kann man diese Anweisung in die Prozedur setup() verschieben.
2. Anweisungen für jeden Servomotor geben, um eine bestimmte Position zu erreichen – 5 Ausgänge (blau), wobei darauf zu achten ist, dass der richtige Ausgangspin (auf der UNO-Platine) und die richtige Position (verschiedene Variablen, rosa) angegeben werden. Da diese Variablen während der setup() standardmäßig auf 0 gesetzt sind, passiert nach dem Einschalten nichts, bis eine Taste gedrückt wird.
3. Überprüfen der Tastenpaare und Neuberechnen der Position der Servomotoren. Dieser Teil wird für jeden Satz von 2 Tasten und einem Servomotor 5 Mal wiederholt (in Abb. 40b ist nur einer sichtbar).
 1. Der Zustand (die Spannung) der Taste „Auf“ wird von einem analogen Eingang gelesen. Der mögliche Auslesebereich liegt zwischen 0 und 1023 Einheiten, was 0 bzw. 5 Volt entspricht. Es ist darauf zu achten, dass der richtige Eingangs-Pin auf der UNO-Platine angegeben wird.
 2. Wenn der ausgelesene Wert größer als 256 (1,25 V) ist, sollte die Position eines bestimmten Servomotors neu berechnet und um den Wert „rotationStep“ erhöht werden.
 3. Die berechnete Position sollte 180° nicht überschreiten. Ist dies dennoch der Fall, wird sie auf diesen Grenzwert gesetzt.
 4. Wenn die Taste „Auf“ nicht gedrückt wurde, wird der else-Zweig ausgeführt.
 5. Der Status der Taste „Down“ wird von einem digitalen Eingang gelesen (0 = Nein oder 1 = Ja). Es ist darauf zu achten, dass der richtige Eingangspin auf der UNO-Platine angegeben wird.
 6. Wenn der gelesene Wert größer oder gleich 1 ist, sollte die Position eines bestimmten Servomotors neu berechnet und um den Wert rotationStep verringert werden. Eine zusätzliche arithmetische Operation (Mathematik, grüne Kategorie) war erforderlich, um einen negativen Wert für rotationStep zu erhalten.
 7. Die berechnete Position sollte nicht unter 0° fallen. Sollte dies dennoch geschehen, wird sie auf diesen Grenzwert gesetzt.





Abbildung 40. Teil des grafischen Programms zur Ansteuerung von Servomotoren

Weiteres Vorgehen

Bei der Montage eines funktionsfähigen Hardware-Modells sind einige Vorsichtsmaßnahmen zu beachten:

- Die Servomotoren haben unterschiedliche Leistungen und erfordern möglicherweise unterschiedliche Stromversorgungsschemata, da das UNO-Board möglicherweise nicht genügend Strom liefert, insbesondere wenn es über eine USB-Verbindung mit dem Arduino versorgt wird.
- In der Praxis kann es sinnvoll sein, am Ende jedes Fingers einen Kraftsensor anzubringen, um eine Bewegung zu stoppen. Solche Sensoren können über analoge Eingänge ausgelesen werden, daher sind andere Einstellungen für die Tasten (Neuanordnung und zusätzliche Komponenten) erforderlich.

Um selbst anzufangen...

Es gibt einen Entwurf, mit dem man beginnen sollte (in Tinker CAD), der in Abb. 41 dargestellt



ist:

- Nehmen Sie einfach einen virtuellen UNO und einen virtuellen Servomotor.
- Verbinden Sie die Stromversorgung und Masse der UNO-Platine mit den entsprechenden Pins eines Servomotors und den mit PWM gekennzeichneten Ausgang der UNO mit dem „Signal“-Pin eines Servomotors. Erstellen Sie ein Programm, das den Servomotor in eine bestimmte Position dreht und wieder zurück.

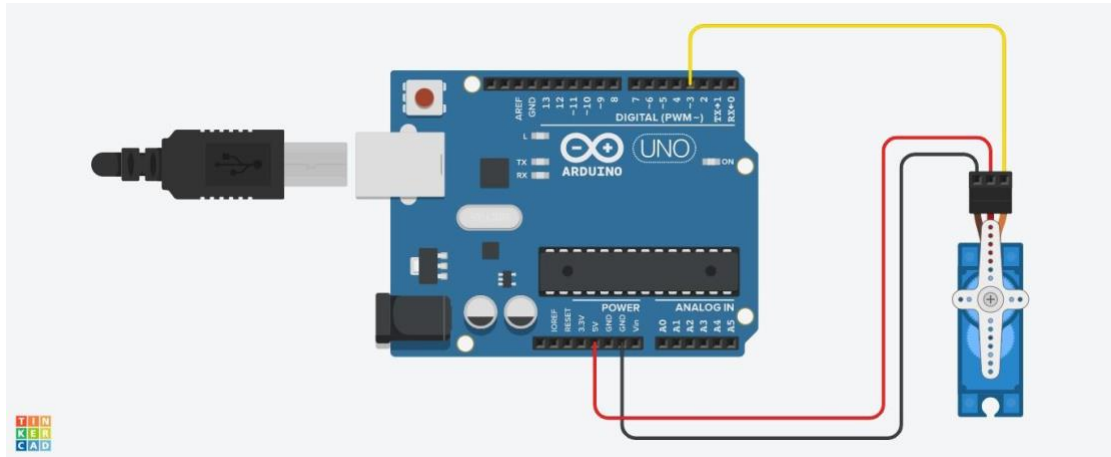


Abbildung 41: Vorgeschlagenes Schema für die erste Simulation

Empfohlene Lektüre

<https://dronebotworkshop.com/servo-motors-with-arduino/>

AR-basierte Bewegungssimulationen

Bevor der Code auf physische Mikrocontroller hochgeladen wird, können die Schüler AR nutzen, um die Fingerbewegungen virtuell zu simulieren. Dadurch wird sichergestellt, dass die programmierten Bewegungen präzise sind, und verringert das Risiko mechanischer Fehler oder Schäden an Komponenten während der Tests in der Praxis.



Verbessern mit AR

Visualisierung von Komponenten: Verwenden Sie AR-Tools wie **Tinkercad AR Viewer** oder **BlippAR**, um **3D-Modelle der Komponenten der bionischen Hand** anzuzeigen, sodass die Schüler die inneren Mechanismen (Motoren, Sehnen) sehen können, ohne physische Prototypen zerlegen zu müssen. Verwenden Sie Sketchfab AR, um hochwertige 3D-Modelle von Komponenten der bionischen Hand, wie Servomotoren und Sehnen, aus verschiedenen Perspektiven zu erkunden. Dies hilft den Schülern zu verstehen, wie diese Teile innerhalb der Struktur der Hand zusammenwirken.

Simulierte Bewegungstests: Implementieren Sie AR-Simulationen, mit denen die Schüler **Fingerbewegungen und Motorik** virtuell **testen** können, bevor sie die realen Mikrocontroller programmieren.

Echtzeit-Feedback: Nutzen Sie AR, um Sensordaten (Kraftsensoren, Bewegungsverfolgung) in Echtzeit zu überlagern, damit die Schüler Fehler erkennen und ihre Entwürfe optimieren können.

Integration von AR-Tools: Tinkercad AR Viewer

AR beschreibt Benutzererfahrungen, bei denen der Live-Ansicht der Kamera eines Geräts 2D- oder 3D-Elemente hinzugefügt werden, sodass diese Elemente in der realen Welt zu existieren scheinen. Der AR Viewer ermöglicht eine nahtlose Erfahrung, die darauf ausgelegt ist, dem Benutzer gerenderte 3D-Grafiken anzuzeigen. Der Tinkercad AR Viewer ist ein leistungsstarkes Tool zur Visualisierung von 3D-Modellen in realen Umgebungen.

Wie verwendet man den Tintercard AR Viewer?

Wählen Sie „AR-Ansicht“ aus der Liste der Optionen aus. Wenn die AR-Ansicht aktiviert ist, sehen Sie alles, worauf die Kamera gerichtet ist. Bewegen Sie das Gerät so, dass eine ebene Fläche ins Blickfeld kommt. Die untere Fläche des Modells wird verwendet, um das Modell auf der Oberfläche auszurichten.

Weitere Informationen finden Sie unter:

<https://www.youtube.com/watch?v=jwmrle47FU0>

Integration von AR-Tools: Merge Cube

Merge Cube ist ein innovatives AR-Tool, das die Interaktion von Schülern mit 3D-Modellen revolutioniert, indem es ihnen ermöglicht, virtuelle Objekte in ihren Händen zu halten und zu



manipulieren. Im Rahmen des Projekts „Bau einer bionischen Hand: Robotik in der Biotechnologie“ verbessert Merge Cube die Lernerfahrung, indem es eine greifbare und immersive Möglichkeit bietet, komplexe mechanische Komponenten zu erkunden. Die Schüler können die innere Struktur einer bionischen Hand, einschließlich Servomotoren, Sehnen und Mikrocontrollern, aus verschiedenen Blickwinkeln visualisieren und so ein tieferes Verständnis dafür entwickeln, wie diese Teile zusammenwirken.

Mit **Merge EDU** (<https://mergeedu.com/>) oder kompatiblen AR-Apps können Lernende Fingerbewegungen simulieren, Designparameter anpassen und Funktionen testen, ohne dass physische Prototypen erforderlich sind. Dies reduziert das Ausprobieren bei der Montage in der Praxis und hilft den Schülern, Designfehler frühzeitig im Prozess zu erkennen. Darüber hinaus fördert Merge Cube das kollaborative Lernen, indem es den Schülern ermöglicht, ihre AR-Erfahrungen in Gruppen auszutauschen, Designverbesserungen zu diskutieren und technische Herausforderungen gemeinsam zu lösen. Durch die Integration von Merge Cube wird der Unterricht interaktiver, spannender und effektiver, um die komplexen Zusammenhänge zwischen Robotik und Biotechnologie zu veranschaulichen.

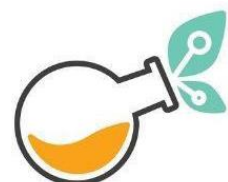
Integration von AR-Tools: BlippAR

BlippAR (<https://www.blippar.com/>) ist eine hochmoderne AR-Plattform, mit der Schüler **individuelle AR-Erfahrungen** erstellen und mit ihnen interagieren können, wodurch komplexe MINT-Konzepte zugänglicher und ansprechender werden. In dieser Unterrichtseinheit kann BlippAR verwendet werden, um **interaktive digitale Inhalte** auf physische Komponenten der bionischen Hand **zu projizieren**. Wenn die Schüler beispielsweise einen 3D-gedruckten Finger oder Servomotor mit ihrem Gerät scannen, **kann BlippAR detaillierte Animationen, Schaltpläne oder Schritt-für-Schritt-Anleitungen zur Montage** direkt auf dem Objekt **anzeigen**.

Indem BlippAR statische Modelle in **interaktive Lernwerkzeuge** verwandelt, hilft es Schülern, die **Funktionsweise bionischer Komponenten** besser zu verstehen, verbessert ihre Problemlösungsfähigkeiten und fördert **das praktische Experimentieren**.

Integration von AR-Tools: Sketchfab AR

Sketchfab AR (<https://sketchfab.com/>) ist eine vielseitige AR-Plattform, mit der Schüler hochwertige 3D-Modelle in realen Umgebungen erkunden, visualisieren und teilen können. In dieser Lektion verbessert Sketchfab AR den Lernprozess, indem es Zugang zu einer umfangreichen Bibliothek detaillierter bionischer und robotischer Modelle bietet oder es den Schülern ermöglicht, ihre eigenen Entwürfe hochzuladen und mit ihnen zu interagieren. Durch die Projektion dieser 3D-Modelle in den physischen Raum mit einem Smartphone oder Tablet können die Schüler die komplizierten Details bionischer Handkomponenten – wie



Gelenke, Servomotoren und Mikrocontroller – aus verschiedenen Perspektiven untersuchen.

Diese immersive Visualisierung hilft den Schülern, Konstruktionsfehler zu erkennen, ihr räumliches Verständnis zu verbessern und besser zu verstehen, wie verschiedene Teile zusammenwirken. Darüber hinaus fördert Sketchfab AR das kollaborative Lernen, indem es den Schülern ermöglicht, ihre Modelle mit Gleichaltrigen oder Lehrern zu teilen, um Feedback zu erhalten, und so ein Umfeld der kontinuierlichen Verbesserung schafft. Durch die Integration von Sketchfab AR wird der Unterricht dynamischer und interaktiver, sodass die Schüler die Lücke zwischen theoretischem Wissen und praktischer Anwendung in den Bereichen Robotik und Biotechnologie schließen können.





Co-funded by
the European Union



BIOS4YOU

AR 2.0

BIO-INSPIRED STEM TOPICS FOR ENGAGING YOUNG GENERATIONS
THANKS TO THE USE OF AUGMENTED REALITY