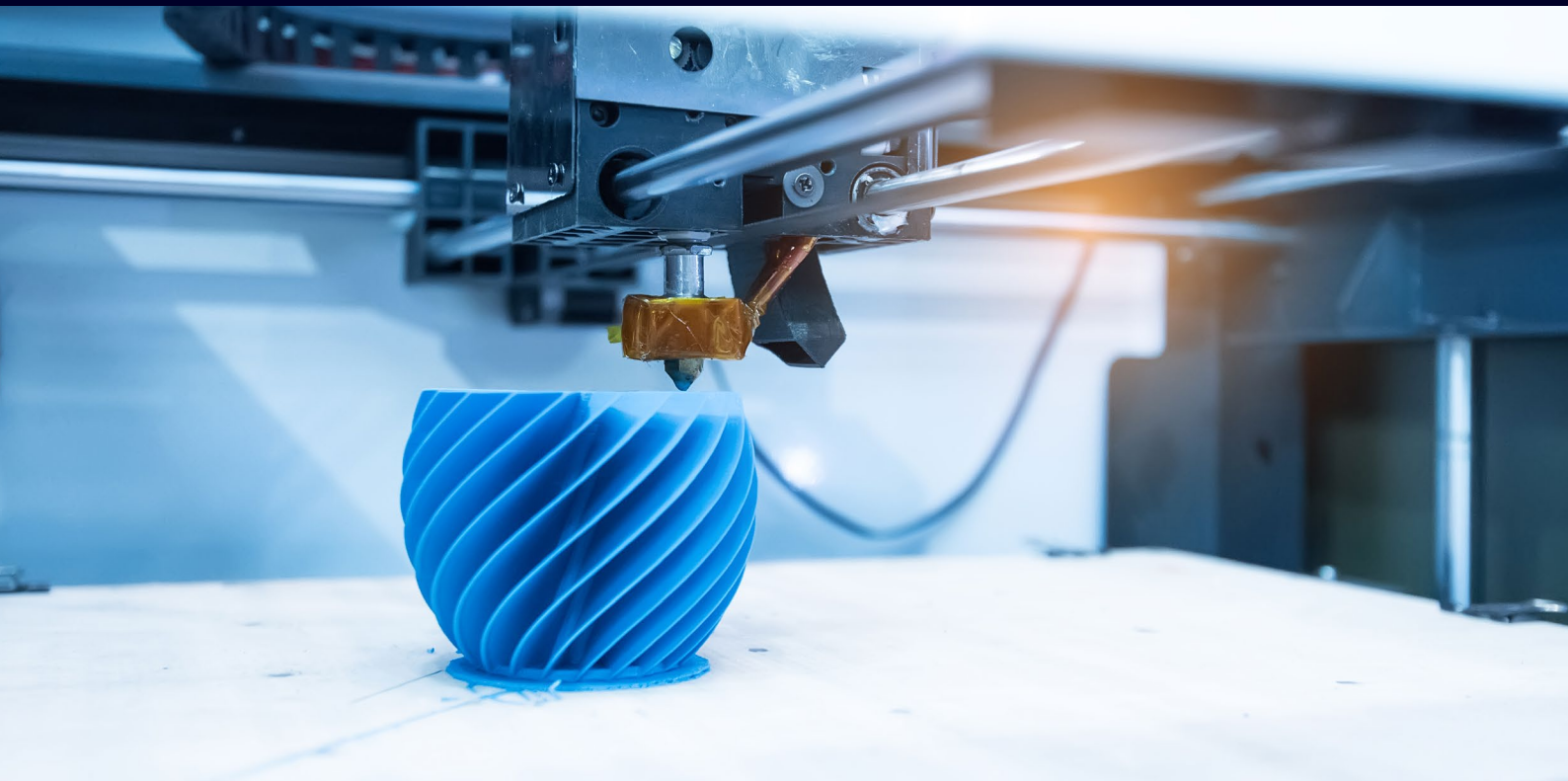


Methodisch-didaktische Handreichung 3D-Druck



Fächerverbindendes Projekt

Sekundarstufe I und II (Technik, Chemie, Informatik, Kunst)

| | |
|--|----|
| 1. Fachliche Ausgangslage und Relevanz | 3 |
| 2. Fächerübergreifende Anbindung in den Fächern und Verortung in den Rahmenlehrplänen.. | 3 |
| 3. Bezug zur Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) | 4 |
| 4. Berufsfeldkunde im Kontext des „3D-Drucks“ | 5 |
| 5. Struktur der Unterrichtseinheit | 8 |
| 6. Unterrichtsverläufe..... | 8 |
| 6.1. Stunde 1: Wie Dinge Schicht für Schicht entstehen – Einführung in den 3D-Druck..... | 8 |
| 6.2. Stunde 2: Vom digitalen Modell zum physischen Produkt..... | 13 |
| 6.3. Stunde 3: Zukunft gestalten – Berufe im Umfeld des 3D-Drucks | 17 |
| 7. Arbeitsmaterialien | 22 |
| 7.1. Stunde 1: Wie Dinge Schicht für Schicht entstehen – Einführung in den 3D-Druck..... | 22 |
| 7.2. Stunde 3: Zukunft gestalten – Berufe im Umfeld des 3D-Drucks | 25 |
| 8. Musterlösung Lernspiel 3D-Druck | 35 |

1. Fachliche Ausgangslage und Relevanz

Der 3D-Druck – auch als Additive Fertigung bezeichnet – beschreibt ein Verfahren, bei dem Werkstücke schichtweise aus und auf Basis von digitalen Modellen aufgebaut werden. Diese Technologie verändert Produktionsprozesse grundlegend, da sie eine ressourcenschonende, flexible und individualisierte Herstellung ermöglicht. Sie findet heute Anwendung in zahlreichen Bereichen: In der Industrie werden Prototypen, Ersatzteile und Kleinserien effizient gefertigt; in der Medizin entstehen passgenaue Implantate und Modelle für Operationen; im Handwerk und Design eröffnet die Technik neue Wege der Gestaltung und Personalisierung. Damit zählt der 3D-Druck zu den zentralen Schlüsseltechnologien der digitalen Transformation und ist eng mit Themen wie Industrie 4.0, Nachhaltigkeit und Innovation verbunden.

Auch für den Bildungsbereich gewinnt der 3D-Druck zunehmend an Bedeutung. Er bietet Schüler:innen die Möglichkeit, den gesamten Prozess von der Idee über das digitale Design bis zur physischen Umsetzung eines Produkts zu durchlaufen. Dabei werden fachliche Kompetenzen wie technisches Verständnis, mathematische Fähigkeiten (z. B. Geometrie, Maßstäbe, Volumen) sowie naturwissenschaftliches Denken in Bezug auf Materialeigenschaften und Nachhaltigkeit gefördert. Zugleich schult der 3D-Druck gestalterische und kreative Kompetenzen und eröffnet die Chance, digitale Technologien nicht nur theoretisch zu verstehen, sondern in ihrer praktischen Anwendung zu erleben – ein Aspekt, der insbesondere für die Förderung von Motivation und Selbstwirksamkeitserleben bedeutsam ist.

Darüber hinaus leistet die Auseinandersetzung mit 3D-Druck einen Beitrag zur Bildung für nachhaltige Entwicklung. Additive Fertigung kann Materialverbrauch reduzieren, Reparaturprozesse erleichtern und lokale Produktionsketten stärken. Lernende werden somit an zukunftsrelevante Fragestellungen herangeführt: Wie lassen sich Ressourcen effizient nutzen? Welche Materialien sind umweltverträglich? Und wie können digitale Technologien helfen, nachhaltiger zu wirtschaften?

Im schulischen Kontext bietet der 3D-Druck zahlreiche Anknüpfungspunkte für MINT-Fächer sowie für fächerübergreifende Projekte. Er verbindet mathematisch-technische Inhalte (z. B. Raumgeometrie, Maße, Proportionen) mit gestalterischen und gesellschaftlichen Fragestellungen. Gleichzeitig ermöglicht er authentische Einblicke in Berufsfelder wie Produktdesign, Maschinenbau, Mechatronik, Informatik, Architektur, Materialwissenschaften oder Nachhaltigkeitsmanagement/Umwelttechnik und trägt damit wesentlich zur beruflichen Orientierung bei.

Die Beschäftigung mit 3D-Druck verbindet technisches Wissen mit kreativem Denken und gesellschaftlicher Verantwortung. Sie macht deutlich, dass digitale Technologien nicht nur Werkzeuge der Industrie sind, sondern Gestaltungsinstrumente, mit denen junge Menschen ihre Umwelt aktiv beeinflussen können. Damit trägt die Unterrichtseinheit dazu bei, Schüler:innen zu befähigen, technologische Entwicklungen zu verstehen, kritisch zu reflektieren und verantwortungsvoll zu nutzen – zentrale Voraussetzungen für ein selbstbestimmtes Leben, Lernen und Arbeiten in einer zunehmend digitalisierten Welt.

2. Fächerübergreifende Anbindung in den Fächern und Verortung in den Rahmenlehrplänen

Der 3D-Druck (Additive Fertigung) vereint zentrale Lerninhalte aus den Fächern Technik, Chemie und Informatik. Er ermöglicht Schüler:innen, technologische, naturwissenschaftliche und digitale Kompetenzen in einem praxisorientierten Kontext zu verbinden und zu vertiefen.

Im Fach Technik steht der 3D-Druck im Zusammenhang mit Produktentwicklung, Konstruktion und Fertigung. Lernende planen ein Produkt, konstruieren es mithilfe von CAD-Software und setzen es anschließend mit dem 3D-Drucker um. Dabei werden Prinzipien wie additive Fertigung, Konstruktionslogik, Maßhaltigkeit und Funktionsorientierung thematisiert. Durch die praktische Umsetzung lernen die Schüler:innen den gesamten technischen Prozess – von der Idee bis zum fertigen Produkt – kennen.

Damit knüpft die Thematik direkt an entsprechende Kompetenzen der Lehrpläne an: So heißt es beispielsweise im Lehrplan Sachsen-Anhalt für die Sekundarschule, dass die Lernenden „komplexe Geräte und Maschinen selbstständig, fach- und sicherheitsgerecht benutzen“, „Zeichnungen/Pläne lesen und auch mithilfe des Computers anfertigen“ sowie „den Einfluss der Technik auf Berufsfelder erkennen und beim individuellen Berufskonzept berücksichtigen“ (Kultusministerium des Landes Sachsen-Anhalt 2012, S. 18).

Im Fach Chemie liegt der Fokus auf den Materialeigenschaften und chemischen Grundlagen der Kunststoffe, die im 3D-Druck zum Einsatz kommen. Lernende untersuchen unter anderem, welche Molekülstrukturen den Kunststoffen PLA, ABS oder PETG ihre spezifischen Eigenschaften verleihen, wie sich diese beim Erhitzen verändern und warum sie sich für den Schmelzschichtdruck (FDM-Verfahren) eignen. Im Lehrplan für das Fach Chemie in Niedersachsen heißt es beispielsweise, dass die Lernenden „experimentell Eigenschaften ausgewählter Kunststoffe (Dichte, Verhalten bei Erwärmen) [untersuchen]“ und „den Einsatz von Kunststoffen im Alltag beurteilen und bewerten“ (Niedersächsisches Kultusministerium 2017, S. 22). Auch Nachhaltigkeitsaspekte (biobasierte oder biologisch abbaubare Kunststoffe, Recyclingverfahren) lassen sich hier fachlich einordnen.

Im Fach Informatik schließlich geht es um die digitale Steuerung und Datenverarbeitung im Konstruktions- und Druckprozess. Lernende erstellen 3D-Modelle mit CAD-Software, wandeln sie in druckbare Dateiformate (z. B. STL) um und verstehen, wie der G-Code die Steuerung des Druckers übernimmt. Dabei werden Grundlagen algorithmischen Denkens, Datenformate und digitale Produktionsprozesse praxisnah vermittelt. Im bayerischen Lehrplan für das Fach Informationstechnologie für Realschulen heißt es hierzu beispielsweise konkret, dass in einem CAD-System einfache Werkstücke als Volumenmodelle dargestellt werden sollen, indem geometrische Grundkörper additiv und subtraktiv verknüpft werden (vgl. Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung 2025).

Auch das Fach Kunst lässt sich gewinnbringend in Projekte zum 3D-Druck einbinden. Der 3D-Druck eröffnet hier vielfältige gestalterische Möglichkeiten, etwa bei der Entwicklung von Skulpturen, Designobjekten oder Installationen. Lernende setzen sich mit Form, Proportion, Oberfläche und Wirkung von Objekten auseinander und verbinden ästhetische Gestaltungsprinzipien mit technischen und funktionalen Anforderungen. Die Verbindung von Ästhetik und Funktionalität ermöglicht es, den 3D-Druck auch als künstlerisches Ausdrucksmittel zu nutzen und spricht insbesondere Lernende an, die sich für Gestaltung und Design interessieren.

Das Thema 3D-Druck eignet sich daher besonders für projektorientiertes Arbeiten: Schüler:innen können in interdisziplinären Teams Produkte entwickeln, die reale Problemstellungen lösen oder nachhaltige Alternativen aufzeigen (z. B. Ersatzteile, Hilfsmittel oder Recycling-Projekte). Dadurch entstehen authentische Lernanlässe, in denen technisches Gestalten, naturwissenschaftliche Erkenntnis und digitale Kompetenz miteinander verbunden werden.

3. Bezug zur Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE)

Der 3D-Druck eröffnet vielfältige Anknüpfungspunkte zur Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE), da er Fragen des Ressourcenschutzes, der Produktionsethik und der Verantwortung im Umgang mit Technologien unmittelbar berührt. Lernende setzen sich nicht nur mit einer innovativen Fertigungstechnologie auseinander, sondern reflektieren auch deren ökologische, ökonomische und soziale Auswirkungen.

Im Mittelpunkt steht das Verständnis, dass technologische Innovationen immer auch im Spannungsfeld von Nachhaltigkeit, Wirtschaftlichkeit und gesellschaftlicher Verantwortung stehen. Der 3D-Druck kann in mehrfacher Hinsicht zu einer nachhaltigeren Produktionsweise beitragen:

- Ressourcenschonung: Additive Fertigung reduziert Materialabfall, da Objekte schichtweise nur dort aufgebaut werden, wo tatsächlich Material benötigt wird.
- Lokale Produktion: Produkte oder Ersatzteile können vor Ort und bedarfsgerecht hergestellt werden, was Transportwege und CO₂-Emissionen verringert. Zudem werden Abhängigkeiten von internationaler Politik und Wettbewerbern auf dem Markt reduziert, wodurch die Resilienz gestärkt wird.
- Reparatur und Wiederverwendung: 3D-Druck ermöglicht die Nachproduktion defekter oder fehlender Bauteile auch wenn diese eigentlich nicht mehr hergestellt werden wodurch Geräte länger nutzbar bleiben.
- Materialinnovation: Die Entwicklung biologisch abbaubarer oder recycelbarer Druckmaterialien eröffnet Perspektiven für eine umweltverträgliche Kreislaufwirtschaft.
- Schnelle und lokale Prototypenfertigung: Durch den 3D-Druck können Prototypen direkt vor Ort hergestellt werden. Das ermöglicht, Produkte in kleiner Stückzahl zu testen, bevor sie in die Massenproduktion gehen. So lassen sich Fehlproduktionen vermeiden, Transportwege und -kosten für Prototypen reduzieren und CO₂-Emissionen senken. Varianten können flexibel angepasst werden, ohne lange Wartezeiten oder internationale Lieferketten.

Im Unterricht kann die Technologie somit als konkretes Beispiel dienen, um die Verknüpfung von Digitalisierung und Nachhaltigkeit erfahrbar zu machen. Lernende werden angeregt, kritisch zu hinterfragen, unter welchen Bedingungen Materialien hergestellt werden, welche Energieformen im Druckprozess genutzt werden und wie digitale Produktion soziale und ökologische Verantwortung einschließt.

Darüber hinaus fördert der 3D-Druck zentrale Gestaltungskompetenzen der BNE:

- Vorausschauendes Denken, indem Entwürfe im Hinblick auf ihre Langlebigkeit und Umweltverträglichkeit geplant werden.
- Interdisziplinäres Wissen, da technische, ökologische, ökonomische und kreative Aspekte verbunden werden müssen.
- Partizipation und Gestaltung, indem Lernende eigene Lösungen für nachhaltige Alltagsprobleme entwickeln – etwa durch das Design nützlicher, ressourcenschonender Alltagsgegenstände.
- Verantwortungsbewusstsein, weil der Umgang mit Materialien, Energie und digitalen Werkzeugen reflektiert wird.

Insgesamt trägt die Auseinandersetzung mit 3D-Druck im schulischen Kontext dazu bei, Nachhaltigkeit als Leitprinzip technologischer Innovation zu begreifen. Lernende erleben, dass Zukunftstechnologien nicht nur Effizienz und Kreativität fördern, sondern auch als Instrumente dienen können, um ökologische und gesellschaftliche Herausforderungen aktiv zu gestalten.

4. Berufsfeldkunde im Kontext des „3D-Drucks“

Mechatroniker:in

Allgemeines Berufsbild:

Mechatroniker:innen arbeiten an der Schnittstelle von Mechanik, Elektronik und Informatik. Sie bauen, warten und reparieren komplexe technische Systeme wie Maschinen, Roboter oder Produktionsanlagen. Ihre Aufgaben umfassen das Montieren mechanischer Komponenten, das Installieren elektronischer Steuerungen und das Programmieren automatisierter Abläufe. Den Beruf kann man über eine 3-4-jährige Ausbildung erlernen und verbindet handwerklich-technische Praxis mit digitaler Steuerungstechnik.

Rolle im Kontext 3D-Druck:

Im Umfeld des 3D-Drucks sind Mechatroniker:innen insbesondere für den Aufbau, die Wartung und Kalibrierung der Drucksysteme verantwortlich. Sie sorgen dafür, dass Drucker präzise arbeiten, Materialien korrekt verarbeitet werden und der Herstellungsprozess reibungslos abläuft. In industriellen Anwendungen überwachen sie automatisierte Fertigungslinien, in denen 3D-Drucker integriert sind, und optimieren Prozessabläufe. Darüber hinaus tragen sie zur Weiterentwicklung der Drucktechnologien bei, etwa durch die Integration von Sensorik, Robotik oder KI-gestützter Steuerungssysteme.

Konstrukteur:in / Technische:r Produktdesigner:in

Allgemeines Berufsbild:

Konstrukteur:innen und Technische Produktdesigner:innen entwickeln und gestalten Bauteile, Geräte oder ganze Produkte. Sie arbeiten mit computergestützten Konstruktionsprogrammen (CAD) und berücksichtigen dabei funktionale, ästhetische und fertigungstechnische Aspekte. In ihrem Berufsalltag erstellen sie technische Zeichnungen, 3D-Modelle und Fertigungsunterlagen, wählen geeignete Materialien aus und optimieren bestehende Konstruktionen. Der Beruf erfordert ein ausgeprägtes räumliches Vorstellungsvermögen, technisches Verständnis, präzises Arbeiten und Kreativität. Der Zugang erfolgt über eine duale Ausbildung als Technische:r Produktdesigner:in oder über ein Studium in Maschinenbau, Design oder Ingenieurwesen.

Rolle im Kontext 3D-Druck:

Im Bereich des 3D-Drucks nehmen Konstrukteur:innen eine zentrale Rolle ein: Sie entwickeln digitale Modelle, die als Grundlage für den Druckprozess dienen. Dabei müssen sie die Besonderheiten additiver Fertigungsverfahren – wie Schichtaufbau, Materialeigenschaften und Stabilität – berücksichtigen. Durch die Möglichkeiten des 3D-Drucks können sie innovative Formen und Funktionsweisen umsetzen, die mit herkömmlichen Verfahren nicht realisierbar wären. Konstrukteur:innen tragen somit wesentlich dazu bei, die Potenziale des 3D-Drucks für individuelle Produktlösungen, Prototyping und nachhaltige Fertigung zu nutzen.

Werkstoffprüfer:in / Materialwissenschaftler:in

Allgemeines Berufsbild:

Werkstoffprüfer:innen und Materialwissenschaftler:innen untersuchen die Eigenschaften und Qualität von Metallen, Kunststoffen oder Keramiken. Sie analysieren Materialien hinsichtlich Festigkeit, Dichte, Elastizität und Temperaturbeständigkeit, um ihre Eignung für bestimmte Anwendungen zu beurteilen. Werkstoffprüfer:innen sind meist handwerklich-technisch ausgebildet, während Materialwissenschaftler:innen in der Regel ein naturwissenschaftlich-technisches Studium absolvieren.

Rolle im Kontext 3D-Druck:

Da der 3D-Druck mit einer Vielzahl unterschiedlicher Materialien – von Kunststoffen über Metalle bis hin zu biobasierten Stoffen – arbeitet, sind Fachkräfte in der Werkstoffprüfung und Materialwissenschaft entscheidend für Qualität und Sicherheit der Produkte. Sie erforschen neue Druckmaterialien, entwickeln Mischungen mit verbesserten Eigenschaften und prüfen, wie sich Druckparameter auf die Materialstruktur auswirken. Ihr Wissen ist unverzichtbar, um stabile, funktionale und nachhaltige 3D-gedruckte Produkte zu gewährleisten.

Fachinformatiker:in für Anwendungsentwicklung

Allgemeines Berufsbild:

Fachinformatiker:innen für Anwendungsentwicklung planen, programmieren und testen Softwarelösungen. Sie entwickeln Anwendungen, die auf die Bedürfnisse von Unternehmen oder Anwender:innen zugeschnitten sind, und arbeiten dabei häufig im Team mit UX-/UI-Designer:innen, Softwaretester:innen, Projektmanager:innen oder Ingenieur:innen. Neben Programmierkenntnissen sind analytisches Denken, Problemlösungsfähigkeit, Kommunikationsgeschick und Lernbereitschaft wichtige Voraussetzungen. Die Ausbildung dauert in der Regel drei Jahre.

Rolle im Kontext 3D-Druck:

Im Bereich des 3D-Drucks entwickeln Fachinformatiker:innen Software für CAD-Modelle, Druckvorbereitung (Slicing) und Prozesssteuerung. Sie optimieren Programme, die den Druckvorgang simulieren oder Parameter wie Schichthöhe, Temperatur und Geschwindigkeit automatisch anpassen. Auch die Entwicklung benutzerfreundlicher Schnittstellen und cloudbasierter Plattformen für den Datenaustausch gehört zu ihren Aufgaben. Damit schaffen sie die digitalen Grundlagen, auf denen 3D-Druckprozesse effizient und sicher ablaufen können.

5. Struktur der Unterrichtseinheit

Empfohlene Klassenstufen: 9/10

Länge: 3 Doppelstunden (à 90 Minuten)

Zentrale Fragen:

- Wie funktioniert der 3D-Druck und welche Materialien werden dabei verwendet?
- Wie entsteht aus einer digitalen Idee ein reales Produkt?
- In welchen Bereichen wird 3D-Druck heute eingesetzt und welche Bedeutung hat er für Wirtschaft, Technik und Gesellschaft?
- Welche Berufe sind an der Entwicklung, Umsetzung und Weiterentwicklung des 3D-Drucks beteiligt?
- Welche Fähigkeiten und Interessen sind für Berufe im Umfeld des 3D-Drucks besonders wichtig und welche passen zu mir?

| Stunde | Thema | Schwerpunkte |
|--------|--|---|
| 1 | „Wie Dinge Schicht für Schicht entstehen – Einführung in den 3D-Druck“ | Physikalische und chemische Eigenschaften von Kunststoffen; 3D-Druck als Fertigungsverfahren |
| 2 | „Vom digitalen Modell zum physischen Produkt“ | 3D-Druck-Prozess von der Idee über die digitale Modellierung bis zum fertigen Werkstück; Anwendung von CAD-Grundlagen |
| 3 | „Zukunft gestalten – Berufe im Umfeld des 3D-Drucks“ | Einsatzfelder von 3D-Druck; Berufsfelder und Tätigkeitsprofile im 3D-Druck; erforderliche Kompetenzen und persönliche Stärken |

6. Unterrichtsverläufe

6.1. Stunde 1: Wie Dinge Schicht für Schicht entstehen – Einführung in den 3D-Druck

Ziel der Stunde:

Die Schüler:innen erkennen, dass verschiedene Kunststoffe unterschiedliche physikalische und chemische Eigenschaften besitzen. Sie verstehen, warum diese Unterschiede für die Nutzung in Technik und Alltag bedeutsam sind und lernen den 3D-Druck als Fertigungsverfahren kennen, das auf spezifische Materialeigenschaften angewiesen ist.

| Phase/Zeit | Lehrkräfte- / Lernendenverhalten | Methodisch-didaktische Hinweise | Sozialform / Medien |
|---|---|--|---|
| Einstieg 5 Minuten | <p>Die Lehrkraft präsentiert verschiedene Alltagsgegenstände aus unterschiedlichen Kunststoffen (z. B. Plastikflasche, Lego-Stein, Brillengestell, Verpackungsschale, PLA-gedrucktes Objekt).</p> <p>Impulse:</p> <ul style="list-style-type: none"> • „Beschreibe die Gemeinsamkeiten und Unterschiede.“ • „Vermute, warum sie nicht alle aus demselben Material bestehen.“ • „Wie verändern sich Materialien, wenn man sie biegt, erhitzt oder fallen lässt?“ <p>Die Lernenden äußern Vermutungen, vergleichen Haptik und Stabilität der Gegenstände und tauschen Erfahrungen aus dem Alltag aus (z. B. Recycling, Haltbarkeit, Bruchfestigkeit).</p> | <p>Hinführung zum Thema</p> <p>Alltagsbezug</p> <p>Wecken von Interesse</p> <p>Erstes Erkunden von Materialeigenschaften</p> | <p>Plenum</p> <p>Reale Gegenstände (z.B. erhältlich bei Shapeways oder Makerverse) oder M1: Bildkarten</p> |
| Zielangabe | <p>Heute lernst du verschiedene Kunststoffe kennen und entdeckst, wie Gegenstände beim 3D-Druck Schicht für Schicht entstehen.</p> | | |
| Erarbeitung 25 Minuten | <p>Die Lehrkraft führt die Begriffe Kunststoff, Polymer, Thermoplast und Filament ein.</p> <p>Sie erklärt in vereinfachter Form den Zusammenhang zwischen chemischer Struktur und physikalischer Eigenschaft (z. B. Molekülketten, Erweichungstemperatur, Elastizität).</p> <p>Impulse:</p> <ul style="list-style-type: none"> • „Was passiert, wenn Kunststoff erhitzt wird?“ • „Warum eignet sich nicht jeder Kunststoff für den 3D-Druck?“ • „Welche Eigenschaften könnte ein Material haben, das gut schichtweise verarbeitet werden kann?“ | <p>Sicherung von grundlegenden Begrifflichkeiten und Vorbereitung der Arbeitsphase</p> <p>Verknüpfung von Grundlagen der Chemie (Stoffeigenschaften, Reaktionsverhalten bei Temperatur) und Physik (Verhalten bei Wärme, Schmelzpunkte, mechanische Belastung)</p> | <p>Plenum</p> <p>M2: Tafelmaterial zur Veranschaulichung</p> <p>M3: Arbeitsblatt „Materialien beim 3D-Druck“</p> <p>Musterlösung für M3</p> |

| Phase/Zeit | Lehrkräfte- / Lernendenverhalten | Methodisch-didaktische Hinweise | Sozialform / Medien |
|--|---|---|---|
| | <p>Die Lehrkraft teilt das Arbeitsblatt aus und stellt zentrale 3D-Druck-Materialien vor (z. B. PLA, ABS, PETG). Am Beispiel von PLA erläutert sie, dass diese Materialien unterschiedliche Eigenschaften haben und daher in verschiedenen Bereichen Anwendung finden.</p> <ul style="list-style-type: none"> • PLA: biobasiert, leicht druckbar, spröde <p>Lernende notieren die Eigenschaften von PLA in einer Tabelle auf dem Arbeitsblatt.</p> <p>Anschließend sammeln sie im Plenum Überlegungen zu der Frage, welche Gegenstände man aus PLA anfertigen könnte (auf Grundlage der Eigenschaften des Kunststoffes).</p> | | |
| Arbeitsphase 25 Minuten | <p>Die Lernenden spielen das Spiel „3D-Druck“ und füllen dabei begleitend die weiteren Spalten der Tabelle auf dem Arbeitsblatt aus. Sie ergänzen weitere 3D-Druck-Materialien aus dem Spiel, notieren ihre Eigenschaften und erläutern mögliche Anwendungsfelder.</p> | <p>Spielbasiertes Lernen</p> | <p>Einzelarbeit</p> <p>M3: Arbeitsblatt „Materialien beim 3D-Druck“</p> <p>https://sieya.de/game/3d-druck</p> <p>Musterlösung für M3</p>  |
| Reflexion 10 Minuten | <p>Die Ergebnisse der Arbeitsphase werden gesammelt und die Tabelle gemeinsam ergänzt.</p> <p>Die Lehrkraft stößt ein kurzes Unterrichtsgespräch an über Vorteile des 3D-Druck-Verfahrens und knüpft damit an die Spielerfahrung der Lernenden an.</p> | <p>Sammeln von Schüler:innenergebnissen</p> | <p>Plenum</p> |

| Phase/Zeit | Lehrkräfte- / Lernendenverhalten | Methodisch-didaktische Hinweise | Sozialform / Medien |
|--|---|---|--|
| | <p>Impuls: „Im Spiel hast du auch mögliche Vorteile des 3D-Drucks kennengelernt. Fasse diese nun zusammen (z. B. präzise Fertigung, Ressourcenschonung, Individualisierung).“</p> | | |
| <p>Vertiefung 20 Minuten</p> | <p>Die Lehrkraft zeigt ein reales PLA-Filament und eine kurze Demonstration des Druckvorgangs (z. B. Video oder Live-Start eines 3D-Drucks, falls vorhanden).</p> <p>Danach präsentiert sie ein neues Anwendungsbeispiel: Stell dir vor, an einer Handyhalterung für das Auto ist der Haltearm abgebrochen. Ich möchte mir nun dieses Ersatzteil neu drucken.</p> <p>Impulsfragen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • „Welche Anforderungen muss das Material hier erfüllen?“ • „Welcher der besprochenen Kunststoffe wäre dafür geeignet?“ • „Was passiert, wenn man das falsche Material wählt?“ <p>Die Lernenden diskutieren und begründen ihre Auswahl.</p> <p>Im Falle der Handyhalterung muss dabei bedacht werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mechanische Belastung: Die Halterung muss das Gewicht des Handys tragen, also stabil und zäh sein. • Temperaturbelastung: Im Auto wird es im Sommer über 60 °C heiß, im Winter sehr kalt; das Material darf sich nicht verformen oder spröde werden. • Elastizität: Leicht flexible Teile (z. B. Klemmelemente) dürfen nicht brechen. • Oberflächenbeschaffenheit: Möglichst glatt, keine scharfen Kanten oder Splitter. <p>ABS wäre aus diesem Grund ideal, da es robust und stoßfest, aber auch temperaturbeständig ist, dennoch aber leicht flexibel.</p> | <p>Transfer auf ein neues Anwendungsbeispiel</p> <p>Anschauliche Demonstration des Druckvorgangs verbindet theoretisches Wissen mit technischer Anwendung</p> | <p>Plenum</p> <p>selbst gewähltes Video von YouTube ö.Ä. oder 3D-Drucker</p> |

| Phase/Zeit | Lehrkräfte- / Lernendenverhalten | Methodisch-didaktische Hinweise | Sozialform / Medien |
|--------------------------------------|--|---------------------------------|---------------------|
| Sicherung 5 Minuten | <p>Gemeinsame werden die wichtigsten Erkenntnisse an der Tafel gesichert.</p> <p>Leitfragen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Welche Kunststoffe kennst du jetzt, und welche Eigenschaften besitzen sie? • Warum sind Materialeigenschaften für den 3D-Druck wichtig? | Moderiertes Unterrichtsgespräch | Plenum |

Methodisch-didaktische Umsetzung der Stunde

Der erste Block der Unterrichtseinheit führt in die Grundlagen des 3D-Drucks über den Zugang der Materialwissenschaften ein und legt den fachübergreifenden Schwerpunkt auf naturwissenschaftliches Denken, technologisches Verständnis und Alltagsbezug. Im Mittelpunkt steht das Erkennen der Bedeutung von Materialeigenschaften für technische Anwendungen und Fertigungsprozesse.

Der Einstieg über reale Alltagsgegenstände ermöglicht den Lernenden, ihr Vorwissen zu aktivieren und intuitive Erfahrungen mit verschiedenen Kunststoffen zu reflektieren. Durch den Vergleich der Haptik und Stabilität der Materialien wird eine begriffliche Grundlage für die spätere Unterscheidung von Werkstoffen geschaffen. Die Schüler:innen erleben damit unmittelbar, dass die Auswahl des Materials für den Gebrauchswert eines Produkts entscheidend ist – eine Einsicht, die den weiteren Verlauf der Reihe trägt.

In der Erarbeitungsphase werden zentrale Grundbegriffe wie Kunststoff, Polymer, Thermoplast und Filament eingeführt und im Kontext des 3D-Drucks verankert. Dabei wird der Zusammenhang zwischen chemischer Struktur und physikalischer Eigenschaft bewusst auf einem für die Zielgruppe verständlichen Niveau behandelt. Diese Phase schafft die fachliche Brücke zwischen Chemie (Stoffeigenschaften und thermisches Verhalten) und Physik (Wärmeleitung, Schmelzpunkte, Elastizität). Der exemplarische Fokus auf PLA dient dazu, eine konkrete Verbindung zum 3D-Druck herzustellen und erste technische Bewertungskompetenzen aufzubauen.

Das anschließende Spiel „3D-Druck“ überführt das Wissen in eine aktive, handlungsorientierte Lernform. Durch das Zuordnen von Materialien, Eigenschaften und Anwendungsfeldern wird ein entdeckendes und zugleich systematisierendes Lernen gefördert. Die Kombination von Spiel und Arbeitsblatt ermöglicht dabei sowohl kognitive Festigung als auch motivierende Lernaktivität.

In der Reflexionsphase wird die Verbindung zwischen den Spielelementen und der realen Technik des 3D-Drucks hergestellt. Hier erkennen die Lernenden den funktionalen Nutzen der verschiedenen Kunststoffe und diskutieren gleichzeitig Vorteile additiver Fertigungsverfahren – etwa Nachhaltigkeit, Präzision oder Individualisierung.

Die Vertiefung erweitert die Perspektive, indem sie das theoretisch Erarbeitete mit einem konkreten Druckvorgang verknüpft. Die Demonstration oder Video-Sequenz visualisiert das „Schicht-für-Schicht-Prinzip“ und erlaubt den Lernenden, ihr Wissen über Materialverhalten in einem realen technischen Kontext anzuwenden. So wird das zuvor erworbene naturwissenschaftliche Verständnis mit einem technologischen Anwendungsverständnis verbunden.

Die abschließende Sicherung dient der fachsprachlichen Klärung und dem bewussten Festhalten zentraler Erkenntnisse. Damit wird ein stabiles Fundament gelegt für den zweiten Block, in dem der Prozess des digitalen Modellierens und Druckens im Mittelpunkt steht.

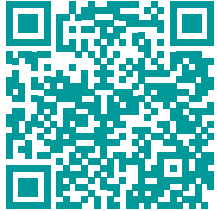
6.2. Stunde 2: Vom digitalen Modell zum physischen Produkt

Ziel der Stunde:

Die Lernenden verstehen den vollständigen 3D-Druck-Prozess von der Idee über die digitale Modellierung bis zum fertigen Werkstück. Sie wenden CAD-Grundlagen praktisch an und verknüpfen dabei Material- und Prozesswissen.

| Phase/Zeit | Lehrkräfte- / Lernendenverhalten | Methodisch-didaktische Hinweise | Sozialform / Medien |
|---|--|--|---|
| Einstieg 10 Minuten | <p>Die Lehrkraft zeigt ein kurzes Video oder führt eine Live-Demonstration an einem 3D-Drucker vor, der Schicht für Schicht ein einfaches Objekt fertigt.</p> <p>Impulsfragen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • „Beschreibe den Druckvorgang.“ • „Vermute: Woher weiß der Drucker, was er drucken soll?“ • „Welche Informationen braucht der Drucker dafür?“ | <p>Anknüpfen an die vorherige Stunde, Aktivierung von Vorwissen</p> <p>Überleitung von der Materialkunde zum Fertigungsprozess</p> | <p>Plenum</p> <p>selbst gewähltes Video von YouTube ö.Ä. oder Live-Demo mit einem 3D-Drucker</p> |
| Zielangabe | <p>Heute wirst du zum Designer oder zur Designerin und stellst eigene Modelle für den 3D-Druck her.</p> | | |
| Erarbeitung 25 Minuten | <p>Die Lehrkraft erarbeitet mit den Lernenden Schritt für Schritt den Prozess des 3D-Drucks:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Idee / Entwurf – ein Objekt soll entstehen (z. B. Schlüsselanhänger, Halterung). 2. CAD-Modellierung – das Objekt wird digital erstellt. 3. Slicing – das CAD-Modell wird in Schichten zerlegt, die der Drucker versteht. 4. Druckprozess – der 3D-Drucker fertigt Schicht für Schicht das reale Objekt. <p>Dazu zeigt die Lehrkraft am Smartboard ein Schaubild mit unbeschrifteten Prozessschritten, die Lernenden ordnen diese in die richtige Reihenfolge und beschriften sie.</p> | <p>Veranschaulichung des 3D-Druck-Prozesses</p> <p>Grundlage für die Arbeitsphase schaffen</p> | <p>Plenum</p> <p>Smartboard</p> <p>CAD Software (z.B. Tinkercad, Blender, FreeCAD)</p> <p>M4: Tafelmaterial Schaubild</p> |

| Phase/Zeit | Lehrkräfte- / Lernendenverhalten | Methodisch-didaktische Hinweise | Sozialform / Medien |
|--|--|---|---|
| | Anschließend erfolgt ein kurzer Einstieg in eine einfache CAD-Software (z. B. Tinkercad). Die Lehrkraft zeigt, wie geometrische Grundkörper kombiniert, verschoben und subtrahiert werden. Dabei bindet sie die Lernenden ein und nimmt mehrere Lernende nach vorne, um die Aktionen in der Software selbst auszuprobieren. | | |
| Arbeitsphase 40 Minuten | <p>Die Lernenden wenden ihr Wissen praktisch an. Sie erstellen in Partnerarbeit ein einfaches Objekt in der CAD-Software (z. B. Namensschild, Spielfigur, Stifthalter).</p> <p>Arbeitsauftrag:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Entwerft euer eigenes 3D-Modell (max. 5 cm Kantenlänge). 2. Achtet darauf, dass euer Modell druckbar ist (keine freischwebenden Teile). 3. Exportiert das Modell als STL-Datei und öffnet es im Slicer. 4. Betrachtet die Schichten im Slicer und besprecht, wie sich Druckzeit und Materialbedarf verändern. 5. Fertigt zum Schluss Screenshots eurer Entwürfe an. <p>(Optional: Beispiel-Druck eines ausgewählten Modells durch die Lehrkraft.)</p> | Erfahrungsorientiertes, handlungsbasiertes Lernen – aus digitaler Planung entsteht ein greifbares Produkt | <p>Partnerarbeit</p> <p>Computer</p> <p>CAD-Software (z.B. Tinkercad, Blender, FreeCAD)</p> <p>Slicer (z.B. Cura, Orca Slicer, KISS-Slicer)</p> |
| Reflexion 15 Minuten | <p>Im Plenum werden die Erfahrungen aus der Arbeitsphase reflektiert.</p> <p>Impulsfragen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • „Was war beim Modellieren besonders schwierig?“ • „Wo habt ihr additive Verfahren genutzt, wo subtraktive?“ | Präsentation und Reflexion der Schüler:innenergebnisse | <p>Plenum</p> <p>Screenshots der Modelle aus der Arbeitsphase</p> |

| Phase/Zeit | Lehrkräfte- / Lernendenverhalten | Methodisch-didaktische Hinweise | Sozialform / Medien |
|--|--|--|--|
| Vertiefung 15 Minuten | <p>Die Lehrkraft verknüpft die Modelle der Lernenden mit Erkenntnissen aus der ersten Stunde. Sie bespricht mit den Lernenden, welche Materialien für ihre Projekte besonders geeignet wären, welche Eigenschaften die gedruckten Designs dann hätten und wie man die Designs anpassen könnte.</p> <p>Impulse:</p> <ul style="list-style-type: none"> • „Begründe, welches Druckmaterial du für dein Design wählen würdest. Beziehe in deine Überlegungen auch die Eigenschaften der verschiedenen Druckmaterialien mit ein.“ • „Wie könnte man das Design anpassen, um Material zu sparen oder Stabilität zu erhöhen?“ | <p>Moderierendes Unterrichtsgespräch</p> <p>Transfer</p> <p>Verknüpfung von Wissen aus unterschiedlichen Fachbereichen</p> | <p>Plenum</p> <p>Screenshots der Modelle aus der Arbeitsphase</p> |
| Sicherung 10 Minuten | <p>Die Lernenden spielen ein kurzes, digitales Zuordnungsspiel, in dem sie den Herstellungs- und Druckprozess sowie verschiedene Fachbegriffe (Kunststoffe, additive und subtraktive Verfahren etc.) noch einmal wiederholen.</p> | <p>Sicherung des Gelernten</p> | <p>Plenum</p> <p>Digitales Spiel hier abrufbar: https://learningapps.org/watch?v=pa0xfi9k525 </p> |

Methodisch-didaktische Umsetzung der Stunde

Der zweite Block der Unterrichtsreihe führt die Lernenden von der stofflichen Ebene der Kunststoffe in die prozessuale Welt des 3D-Drucks über. Während im ersten Block das Verständnis für Materialeigenschaften und deren Bedeutung im Fertigungskontext im Mittelpunkt stand, wird nun der digitale Entstehungsprozess eines Produkts nachvollzogen – von der Idee bis zur Realisierung. Der Fokus liegt damit auf der Verbindung von Kreativität, digitaler Kompetenz und naturwissenschaftlichem Wissen.

Der Einstieg über eine kurze Live-Demonstration oder ein Video schafft einen motivierenden visuellen Zugang. Die Lernenden beobachten, wie ein Objekt Schicht für Schicht entsteht, und erkennen, dass dieser Ablauf auf digitalen Informationen basiert. Die anschließenden Impulsfragen regen sie dazu an, den Datenfluss zwischen Software und Hardware zu hinterfragen und erste Hypothesen zum Funktionsprinzip zu entwickeln. So wird an das Vorwissen aus dem ersten Block angeknüpft und eine neue Problemstellung eröffnet: Wie wird aus einer Idee ein druckfähiges Modell?

In der Erarbeitungsphase wird die Prozesskette des 3D-Drucks schrittweise aufgebaut: Idee → CAD-Modellierung → Slicing → Druckvorgang. Diese Visualisierung vermittelt den Lernenden ein strukturiertes Prozessverständnis und legt die Grundlage für den späteren praktischen Teil. Durch die interaktive Demonstration in einer CAD-Software (z. B. Tinkercad) wird der abstrakte Konstruktionsprozess greifbar. Hier bietet sich ein erster Einblick in additive und subtraktive Gestaltungsprinzipien, die konzeptionell an das „additiv-subtraktiv“-Denken aus den Informatik- und Techniklehrplänen anknüpfen.

Die Arbeitsphase steht im Zeichen handlungsorientierten Lernens: Aus einer eigenen Idee entsteht ein digitales Produkt. Die Lernenden arbeiten in Partnerarbeit, um kooperatives Problemlösen zu fördern und individuelle Stärken einzubringen. Das Arbeiten mit einer CAD-Software stärkt räumliches Denken, digitale Gestaltungskompetenz und technologisches Verständnis. Durch die anschließende Visualisierung im Slicer erleben die Lernenden, wie sich Designentscheidungen unmittelbar auf Druckzeit, Materialverbrauch und Struktur auswirken – ein authentischer Einblick in reale Fertigungsprozesse.

Die Reflexionsphase ermöglicht es, den eigenen Lernprozess bewusst zu betrachten. Das Besprechen typischer Schwierigkeiten (z. B. fehlende Druckbarkeit, falsche Proportionen) fördert Fehleranalysekompetenz und stärkt den Blick für technische Umsetzbarkeit. Durch den Vergleich additiver und subtraktiver Konstruktionsentscheidungen werden zentrale technologische Prinzipien gefestigt.

In der Vertiefungsphase wird das erworbene Wissen mit den chemisch-physikalischen Grundlagen aus Block 1 verknüpft. Die Lernenden überlegen, welche Materialien für ihre entworfenen Objekte geeignet wären, und begründen ihre Auswahl anhand der erarbeiteten Eigenschaften. Dadurch entsteht eine interdisziplinäre Verbindung zwischen Chemie (Materialeigenschaften), Physik (Festigkeit, Schmelzverhalten) und Technik (Anwendung, Konstruktion). Zugleich wird ein Bewusstsein für nachhaltige und funktionale Gestaltung geschärft.

Die Sicherung über ein digitales Zuordnungsspiel sichert die Fachbegriffe und Prozessschritte auf spielerische Weise und wiederholt gleichzeitig die korrekte Terminologie (z. B. Filament, Slicer, additiv, CAD). Diese Phase schließt den Lernprozess mit einer kognitiven und metasprachlichen Festigung ab und schafft die Grundlage für den dritten Block, in dem der Fokus auf beruflichen Perspektiven und der Zukunftsrelevanz additiver Fertigungsverfahren liegt.

6.3. Stunde 3: Zukunft gestalten – Berufe im Umfeld des 3D-Drucks

Ziel der Stunde:

Die Schüler:innen erkennen berufliche Perspektiven im Kontext des 3D-Drucks, verstehen die Vielfalt der Einsatzgebiete und vergleichen Anforderungen verschiedener Berufe mit ihren eigenen Interessen und Stärken.

| Phase/Zeit | Lehrkräfte- / Lernendenverhalten | Methodisch-didaktische Hinweise | Sozialform / Medien |
|--------------------------------------|--|---|--|
| Einstieg 10 Minuten | <p>Die Lehrkraft zeigt eine Bilder-collage mit mehreren Alltagsgegenständen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • eine kleine Spielfigur • ein Smartphone-Halterung • eine Kunststoff-Zahnschiene • eine Prothese • eine Vase • ein personalisierter Schlüsselanhänger <p>Impuls: „Eins (oder mehrere) dieser Dinge wurde mit einem 3D-Drucker hergestellt – ratet mal, welche!“</p> <p>Die Schüler:innen diskutieren kurz im Plenum und begründen ihre Vermutungen.</p> <p>Die Lehrkraft löst auf und ergänzt: „Tatsächlich können heute all diese Dinge gedruckt werden – vom Spielzeug bis zur Prothese.“</p> <p>Impuls: „Was glaubt ihr: Welche weiteren Dinge oder Produkte kann man heute schon mit einem 3D-Drucker herstellen?“</p> <p>Die Lehrkraft sammelt Stichworte (z.B. Schmuck, Häuser, Werkzeuge, Implantate, Kleidung, Ersatzteile) an der Tafel oder mithilfe eines digitalen Brainstorming-Tools, wie Mentimeter.</p> | <p>Visueller Impuls</p> <p>Interesse und Neugierde wecken</p> <p>Alltagsbezug herstellen</p> <p>Aktivierung von Vorwissen</p> <p>Weit gefasster Zugang, um Offenheit für die Vielfalt der Einsatzfelder zu erzeugen</p> | <p>Plenum</p> <p>Tafel / Whiteboard / Smartboard</p> <p>ggf. digitales Brainstorming-Tool (z.B. Mentimeter, Padlet)</p> <p>M5: Bildercollage</p> |
| Zielangabe | <p>Ihr habt schon viele spannende Produkte genannt – aber hinter jedem gedruckten Objekt stehen Menschen, die Ideen entwickeln, Materialien prüfen oder Maschinen steuern. Heute wollen wir herausfinden, wer das alles macht, welche Aufgaben diese Berufe haben und was vielleicht zu euch passt.</p> | Transparenz | |

| Phase/Zeit | Lehrkräfte- / Lernendenverhalten | Methodisch-didaktische Hinweise | Sozialform / Medien |
|--|---|---|---|
| Erarbeitung 15 Minuten | <p>Die Lehrkraft zeigt nacheinander vier Folien mit realen Einsatzfeldern des 3D-Drucks:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Industrie/Maschinenbau: Ersatzteile, Werkzeuge, Prototypen • Medizin: Prothesen, Implantate, Organmodelle • Bauwesen: Häuser, Brücken, Bauteile • Design/Mode: Kleidung, Schmuck, Alltagsprodukte <p>Arbeitsauftrag:</p> <p>„Ihr seht hier vier Bereiche, in denen 3D-Druck heute schon eingesetzt wird. Überlegt im Plenum:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wo ist der 3D-Druck für euch besonders spannend – und warum? • Welche Vorteile bringt er in diesem Bereich? • Welche Herausforderungen oder Probleme könnte es geben?“ <p>Gemeinsam werden die Ideen und Assoziationen gesammelt.</p> <p>Impuls: „In all diesen Bereichen arbeiten Menschen mit ganz unterschiedlichen Aufgaben zusammen. Jetzt schauen wir uns an, wer genau hinter diesen Entwicklungen steckt.“</p> | <p>Sichtbarmachen der Vielfalt der Einsatzfelder</p> <p>Einordnung von Anwendungen</p> <p>Verknüpfung von Technologie, Gesellschaft und Berufswelt</p> | <p>Plenum</p> <p><u>M6: Präsentation „Einsatzfelder des 3D-Drucks“</u></p> |
| Arbeitsphase 25 Minuten | <p>Jede Gruppe erhält eine Berufskarte (1) Konstrukteur:in / Technische:r Produktdesigner:in, (2) Mechatroniker:in, (3) Werkstoffprüfer:in / Materialwissenschaftler:in, (4) Fachinformatiker:in für Anwendungsentwicklung.</p> | <p>Vertiefte Auseinandersetzung mit Berufsrollen</p> <p>Förderung von Teamarbeit und Selbstständigkeit</p> <p>Berufsorientierung praxisnah erfahrbar machen</p> | <p>Gruppenarbeit</p> <p><u>M7: Arbeitsblatt „Berufe im Kontext des 3D-Drucks“</u></p> |

| Phase/Zeit | Lehrkräfte- / Lernendenverhalten | Methodisch-didaktische Hinweise | Sozialform / Medien |
|--|--|---|--|
| | <p>Die Gruppen lesen und erarbeiten:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. „Was macht man in diesem Beruf?“ 2. „Welche Fähigkeiten braucht man?“ 3. „Was daran finde ich interessant?“ <p>Die Ergebnisse werden auf dem Arbeitsblatt notiert und visualisiert.</p> | | |
| Reflexion 20 Minuten | <p>Zur Reflexion und Besprechung der Ergebnisse schlüpft jede Gruppe in ihre Berufsrolle.</p> <p>Danach folgt ein Job-Speed-Dating:</p> <p>Jede Gruppe besucht reihum andere „Berufsteams“ (jeweils 5 Minuten pro Station, Kombinationen (1) und (2) sowie (3) und (4); dann (1) und (3) sowie (2) und (4); dann (1) und (4) sowie (2) und (3)) und stellt sich gegenseitig vor.</p> <p>Dabei beantworten sie:</p> <ul style="list-style-type: none"> • „Was macht man in eurem Beruf?“ • „Was muss man können, um den Beruf gut auszuüben?“ <p>Währenddessen füllen die zuhörenden Lernenden eine Übersichtstabelle zu den einzelnen Berufen aus, in der sie die typischen Tätigkeiten und benötigten Fähigkeiten notieren.</p> | <p>Aktive Wiederholung und Austausch</p> <p>Kommunikative Sicherung von Inhalten</p> <p>Sozialer Lernaspekt: voneinander lernen</p> | <p>Gruppenarbeit</p> <p>M7: Arbeitsblatt „Berufe im Kontext des 3D-Drucks“</p> <p>M8: Arbeitsblatt „Berufe im Überblick“</p> |
| Vertiefung 15 Minuten | <p>Nach dem Job-Speed-Dating fordert die Lehrkraft die Lernenden auf, über ihre eigenen Stärken und Interessen nachzudenken:</p> <p>Impuls: „Wenn ihr Teil eines 3D-Druck-Teams wärt – welche Rolle würdet ihr übernehmen?“</p> <p>Die Lehrkraft teilt das Arbeitsblatt aus.</p> | <p>Transferphase: Verbindung von Wissen und Selbsterfahrung</p> <p>Selbstreflexion und individuelle Berufsorientierung</p> <p>Förderung der Ich-Kompetenz</p> | <p>Einzelarbeit</p> <p>M9: Arbeitsblatt „Mein Platz im 3D-Druck-Team“</p> |

| Phase/Zeit | Lehrkräfte- / Lernendenverhalten | Methodisch-didaktische Hinweise | Sozialform / Medien |
|--------------------------------------|---|---|---------------------|
| | <p>Arbeitsauftrag:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Markiere drei Tätigkeiten (z. B. konstruieren, programmieren, prüfen, gestalten, warten, planen), die zu dir passen oder dich interessieren. 2. Ordne sie einem der Berufe zu, den du kennengelernt hast. 3. Ergänze: „Welche Fähigkeiten bringst du dafür schon mit – und was würdest du noch lernen wollen?“ <p>Die Ergebnisse werden auf einem kleinen Steckbrief notiert („Mein Platz im 3D-Druck-Team“) und ggf. freiwillig vorgestellt.</p> | | |
| Sicherung 5 Minuten | <p>Die Lehrkraft bittet die Lernenden, noch einmal auf ihre Ergebnisse aus dem Job-Speed-Dating und der Vertiefung („Mein Platz im 3D-Druck-Team“) zu schauen.</p> <p>Impulsfragen zur gemeinsamen Sicherung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • „Welche Gemeinsamkeiten haben die verschiedenen Berufe, die wir heute kennengelernt haben?“ • „Welche Kompetenzen braucht man in fast allen Berufen rund um den 3D-Druck?“ • „Was unterscheidet die Berufe trotzdem voneinander?“ <p>Die Lehrkraft sammelt die Antworten mündlich und ergänzt ggf.</p> | <p>Ergebnissicherung</p> <p>Abstraktion von Einzelfällen auf übergeordnete Kompetenzen</p> <p>Bewusstmachung von Zusammenhängen</p> | Plenum |

Methodisch-didaktische Umsetzung der Stunde

Der dritte Block der Unterrichtseinheit erweitert den fachlichtechnischen Blick des 3D-Drucks um eine berufsorientierte Perspektive. Nach der inhaltlichen Auseinandersetzung mit Materialeigenschaften (Stunde 1) und Prozessverständnis (Stunde 2) steht nun der Mensch im Mittelpunkt der Betrachtung: Welche beruflichen Rollen, Tätigkeiten und Kompetenzen sind notwendig, damit der 3D-Druck als Technologie funktioniert und weiterentwickelt werden kann?

Der Einstieg erfolgt bewusst lebensweltlich und aktivierend über eine Bildercollage mit Alltagsprodukten, die den Lernenden den breiten Anwendungsbereich des 3D-Drucks vor Augen führt. Durch das gemeinsame Rätseln und Sammeln eigener Ideen wird Vorwissen aktiviert und Interesse geweckt. Diese Phase dient zugleich der emotionalen und kognitiven Öffnung für die Berufsorientierung, da sie die Frage nach den Menschen „hinter den Produkten“ aufwirft.

In der Erarbeitungsphase werden die vielfältigen Einsatzfelder des 3D-Drucks systematisch vorgestellt und inhaltlich strukturiert. Die Lernenden erkennen, dass additive Fertigung weit über technische Anwendungen hinausreicht – sie betrifft Medizin, Bauwesen, Design, Industrie und Bildung gleichermaßen. Damit wird ein Verständnis für die Breite der Berufsfelder geschaffen, in denen 3D-Druck eine Rolle spielt. Die Phase dient der inhaltlichen Vorbereitung auf die vertiefte Auseinandersetzung mit konkreten Berufsprofilen in der anschließenden Gruppenarbeit.

Die Arbeitsphase ist kooperativ und handlungsorientiert gestaltet. Durch die Bearbeitung von Berufskarten erschließen sich die Lernenden realistische Tätigkeits- und Kompetenzprofile aus unterschiedlichen Berufsfeldern – von der Konstruktion über Mechatronik und Informatik bis hin zum Design. Der Perspektivwechsel vom Produkt zur Person verdeutlicht, dass technische Innovation immer interdisziplinäre Zusammenarbeit voraussetzt. Die Schüler:innen übernehmen Verantwortung im Gruppenprozess und erfahren, dass verschiedene Talente und Fähigkeiten für den Erfolg in modernen Produktionsumgebungen gleichermaßen wichtig sind.

Das anschließende Job-Speed-Dating in der Reflexionsphase schafft eine kommunikative, lebendige Form der Ergebnissicherung. Die Lernenden treten in ihren Berufsrollen auf, präsentieren sich gegenseitig und üben dabei fachsprachliche Ausdrucksformen und soziale Kompetenzen. Gleichzeitig entsteht durch den Austausch ein vertieftes Verständnis dafür, wie eng technische, kreative und analytische Aufgaben im 3D-Druck miteinander verbunden sind. Die begleitende Übersichtstabelle unterstützt die Strukturierung und Vergleichbarkeit der Berufsprofile.

In der Vertiefungsphase richtet sich der Fokus auf die individuelle Berufsorientierung. Die Lernenden reflektieren ihre eigenen Interessen und Stärken und ordnen sie typischen Tätigkeiten der vorgestellten Berufe zu. Durch die Arbeit mit dem Steckbrief „Mein Platz im 3D-Druck-Team“ wird das zuvor erarbeitete Wissen mit persönlicher Selbstreflexion verknüpft. Diese Phase stärkt Ich-Kompetenz, Selbstwahrnehmung und Entscheidungsfähigkeit – zentrale Elemente einer zeitgemäßen Berufsorientierung.

Die Sicherungsphase bündelt die zentralen Erkenntnisse der Stunde. Durch das Herausarbeiten gemeinsamer Kompetenzen und Unterschiede zwischen den Berufsfeldern wird das Verständnis für berufliche Vielfalt und interdisziplinäre Zusammenarbeit vertieft. Die Lernenden erkennen, dass Berufe im 3D-Druck-Team nicht isoliert nebeneinanderstehen, sondern sich gegenseitig ergänzen und gemeinsame Grundkompetenzen – etwa technisches Verständnis, Teamfähigkeit, Kreativität und digitale Kompetenz – erfordern.

Damit schließt der dritte Block die Unterrichtseinheit mit einem Perspektivwechsel ab: vom Verständnis der Technologie hin zur Einsicht in ihre gesellschaftliche und berufliche Relevanz. Die Schüler:innen entwickeln ein differenziertes Bild davon, wie technologische Innovationen wie der 3D-Druck Arbeitswelt, Zukunft und individuelle Berufswege prägen.

7. Arbeitsmaterialien

7.1. Stunde 1: Wie Dinge Schicht für Schicht entstehen – Einführung in den 3D-Druck

M1: Bilder Einstieg



Materialien beim 3D-Druck

Mit einem 3D-Drucker kannst du Gegenstände aus verschiedenen Kunststoffen, aber auch noch weiteren Materialien drucken. Die Materialien haben unterschiedliche Eigenschaften und werden daher für die verschiedensten Anwendungsfälle verwendet.

| Materialbezeichnung | Eigenschaften | Anwendungsfälle |
|---------------------|---------------|-----------------|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

- 1 Spiele das Spiel „3D-Druck“. Im Spiel lernst du verschiedene Materialien für den 3D-Druck kennen. Fülle die Tabelle mit deinen Erkenntnissen aus dem Spiel aus. Ergänze dabei für jedes 3D-Druckmaterial die verschiedenen Eigenschaften und Anwendungsfälle.



- 2 Zusatz: Recherchiere im Internet weitere Materialien, die sich für den 3D-Druck eignen und ergänze sie in der Tabelle.

7. Arbeitsmaterialien

7.2. Stunde 3: Zukunft gestalten – Berufe im Umfeld des 3D-Drucks

M5: Bildercollage



- 1 Lest euch folgendes Interview im Berufe-Magazin durch.

„Der Drucker läuft nur gut, wenn seine Technik perfekt abgestimmt ist.“

Jonathan Wilhelm, Mechatroniker

Frage: Was genau machst du an einem 3D-Drucker?

Antwort: Meine Aufgabe ist es, dafür zu sorgen, dass die 3D-Drucker zuverlässig laufen. Das bedeutet, dass ich sie aufbaue, einstelle und kalibriere. Ich prüfe, ob die Achsen richtig laufen, die Motoren sauber arbeiten und die Düsen korrekt beheizt werden. Wenn ein Druck fehlschlägt oder ungewöhnliche Geräusche auftreten, analysiere ich, ob die Ursache in der Mechanik, in der Elektronik oder in der Software liegt. Die Geräte bestehen aus vielen sensiblen Komponenten und jede Fehlfunktion muss genau untersucht werden.

Frage: Woran erkennst du, dass etwas nicht stimmt?

Antwort: Das entwickelt man mit der Zeit. Manche Fehler höre ich am Klang der Motoren, andere erkenne ich an der ersten gedruckten Schicht. Wenn die Temperaturen schwanken, riecht das oft leicht verbrannt. Wenn die Schichten verrutschen, weiß ich: Hier ist ein Motor falsch eingestellt. Ich gehe dann systematisch vor, um die Ursache zu finden – ein bisschen wie ein technischer Ermittler.

Frage: Welche Rolle spielt die Mechatronik im industriellen 3D-Druck?

Antwort: Eine sehr große. In Fabriken stehen oft ganze Gruppen von Druckern, die automatisiert arbeiten müssen. Ich kümmere mich dann nicht nur um die Drucker selbst, sondern auch um Roboterarme, Fördersysteme und Sensoren, die den gesamten Ablauf überwachen. Besonders spannend sind moderne Systeme, die mithilfe von künstlicher Intelligenz vorhersagen, wenn bald ein Fehler auftreten könnte.

Frage: Welche Fähigkeiten braucht man?

Antwort: Für meinen Beruf braucht man technisches Verständnis und handwerkliches Geschick. Man arbeitet an mechanischen Bauteilen, an elektronischen Schaltungen und an Steuerungssoftware. Es ist wichtig, konzentriert und strukturiert zu arbeiten und im Notfall schnell reagieren zu können. Geduld ist dabei genauso entscheidend wie Verantwortungsbewusstsein.

Frage: Was macht deinen Beruf besonders?

Antwort: Man sieht direkt die Ergebnisse der eigenen Arbeit. Ein gut eingestellter Drucker liefert perfekte Bauteile – und das ist jedes Mal ein Erfolgserlebnis.

- 1 Lest euch folgendes Interview im Berufe-Magazin durch.

„Ohne durchdachte Modelle gibt es nichts zu drucken.“

Jaro Pavlovic, Konstrukteur / Technischer Produktdesigner

Frage: Wie beginnt dein typischer Arbeitstag als Konstrukteur:in?

Antwort: Meist starte ich mit den Anforderungen für ein neues Bauteil. Das kann ein Gehäuse, eine Halterung oder ein komplexes Produkt sein. Ich schaue mir zunächst genau an, welche Kräfte auf das Teil wirken, welche Größe benötigt wird und welches Material dafür geeignet ist. Anschließend beginne ich mit dem CAD-Modell, Schritt für Schritt. Jeder Aspekt, den ich konstruiere, hat Auswirkungen auf die Stabilität und die Herstellbarkeit des Produkts. Genauigkeit ist dabei enorm wichtig, denn selbst kleine Fehler können später große Folgen haben.

Frage: Wie nutzt du 3D-Druck in deiner Arbeit?

Antwort: Der 3D-Druck ist für uns Konstrukteur:innen ein riesiger Vorteil. Früher waren Prototypen teuer und mussten extern gefertigt werden. Heute kann ich oft schon nach wenigen Stunden das erste Modell in der Hand halten und prüfen, ob es den Anforderungen entspricht. Beim Konstruieren denke ich immer mit, wie der Drucker das Modell Schicht für Schicht aufbauen wird. Ich überlege, wo Stützstrukturen notwendig sind, welche Wandstärken sinnvoll sind und wie ich das Modell so gestalte, dass es stabil, aber zugleich materialeffizient bleibt.

Frage: Wo wird es besonders anspruchsvoll?

Antwort: Schwierig wird es dann, wenn ein Modell möglichst wenig Material verbrauchen soll, aber trotzdem stabil und funktional sein muss. In solchen Fällen arbeite ich oft mit digitalen Berechnungsmethoden, die Material im digitalen Modell dort entfernen, wo es nicht wirklich gebraucht wird. Der 3D-Druck eröffnet dafür ideale Möglichkeiten, denn er kann Formen erzeugen, die mit klassischen Verfahren kaum machbar wären.

Frage: Welche Fähigkeiten braucht man?

Antwort: Man braucht ein gutes räumliches Vorstellungsvermögen und sollte in der Lage sein, dreidimensionale Strukturen im Kopf zu drehen und zu bewerten. Dazu kommen sorgfältiges Arbeiten, technisches Verständnis sowie der sichere Umgang mit CAD-Programmen. Außerdem hilft es sehr, geduldig zu sein und Freude daran zu haben, Probleme kreativ zu lösen – denn selten funktioniert der erste Entwurf perfekt.

Frage: Was begeistert dich an deinem Beruf?

Antwort: Ich liebe es, Ideen in echte Produkte zu verwandeln. Der Weg von der ersten Skizze über das CAD-Modell bis zum fertigen Druck ist für mich jedes Mal faszinierend.

- 1 Lest euch folgendes Interview im Berufe-Magazin durch.

„Ohne Materialwissen wäre der 3D-Druck ein Glücksspiel.“

Josefine Nussbaum, Werkstoffprüferin / Materialwissenschaftlerin

Frage: Was ist deine Aufgabe im 3D-Druck-Team?

Antwort: Ich Sorge dafür, dass wir beim 3D-Drucken das passende Material verwenden und dass wir genau wissen, wie es sich verhält. Jedes Material hat bestimmte Eigenschaften: Es kann flexibel oder hart, hitzebeständig oder empfindlich sein. Ich untersuche diese Eigenschaften und präge damit die Entscheidung, welches Material für welches Bauteil geeignet ist.

Frage: Wie testest du Materialien konkret?

Antwort: Zunächst drucken wir kleine Probestücke. Diese untersuche ich dann mit Prüfgeräten: Ich teste, wie sie sich dehnen lassen, wie sie auf Hitze reagieren oder wie sie brechen. Mithilfe von Mikroskopen schaue ich mir an, ob die einzelnen Schichten gut miteinander verschmolzen sind. Besonders wichtig ist beim 3D-Druck, dass die Schichten stabil verbunden sind – sonst ist das Bauteil später nicht belastbar.

Frage: Warum ist das für den 3D-Druck so entscheidend?

Antwort: Weil der 3D-Druck im Schichtverfahren arbeitet. Ein Bauteil ist nur so stabil wie seine schwächste Schicht. Ein weiterer Grund ist die Vielfalt der Materialien: Es gibt Kunststoffe, Metalle, Keramiken oder biobasierte Werkstoffe. Jedes von ihnen verhält sich unterschiedlich. Wenn ein Produkt später im Alltag funktionieren soll – etwa eine Prothese oder ein technisches Bauteil – müssen wir vorher wissen, wie das Material reagiert.

Frage: Welche Fähigkeiten braucht man?

Antwort: Man muss sehr sorgfältig arbeiten und ein gutes naturwissenschaftliches Verständnis mitbringen. Wer Spaß daran hat, zu analysieren, zu messen und Dinge genau zu erforschen, ist hier richtig. Auch der Umgang mit Laborgeräten und die Auswertung von Daten gehören dazu.

Frage: Was begeistert dich besonders?

Antwort: Materialien überraschen mich immer wieder. Schon kleine Änderungen, zum Beispiel bei der Drucktemperatur, können völlig unterschiedliche Eigenschaften hervorbringen. Es ist spannend, diesen Mustern auf den Grund zu gehen.

- 1 Lest euch folgendes Interview im Berufe-Magazin durch.

„Ich bringe dem Drucker bei, was er tun soll.“

Emine Cengiz, Fachinformatikerin für Anwendungsentwicklung

Frage: Was genau entwickelst du, damit der 3D-Druck funktionieren kann?

Antwort: Ich entwickle oder richte Software ein, die den gesamten Druckprozess steuert oder vorbereitet. Dazu gehören CAD-Programme, Slicer und Steuerungssysteme. Ich schreibe also Programme, die festlegen, wie der Druckkopf sich bewegt, wie viel Material extrudiert wird oder wie schnell der Drucker arbeiten soll. Ohne diese Software würde der Drucker nicht wissen, was er zu tun hat.

Frage: Wie sieht dein Arbeitstag aus?

Antwort: Ein Teil meines Tages besteht aus Programmierung. Ich schreibe neuen Code oder verbessere bestehenden. Dann teste ich die Software gründlich, denn schon eine kleine Berechnung kann später große Auswirkungen auf das Druckergebnis haben. Oft arbeite ich auch im Team, bespreche Probleme mit Konstrukteur:innen oder Mechatroniker:innen und überlege, wie wir die Software weiterentwickeln können.

Frage: Warum ist Software für den 3D-Druck so wichtig?

Antwort: Der 3D-Druck basiert auf präzisen Berechnungen. Die Software entscheidet, wie stabil ein Bauteil wird, wie viel Material benötigt wird oder wie lange der Druck dauert. Moderne Programme nutzen teilweise künstliche Intelligenz, um optimale Wege für den Druckkopf zu finden oder automatisch die besten Einstellungen für bestimmte Materialien vorzuschlagen. Damit ist Software einer der zentralen Bausteine des gesamten Prozesses.

Frage: Welche Fähigkeiten braucht man?

Antwort: Man braucht Programmierkenntnisse und ein gutes Verständnis für Logik und Struktur. Man sollte Spaß daran haben, Fehler im Code zu finden und zu beheben. Teamarbeit ist ebenfalls wichtig, denn die Software muss zu den Geräten und den Modellen passen.

Frage: Was findest du besonders spannend?

Antwort: Dass sich meine Arbeit direkt im Endprodukt zeigt. Wenn ich einen Algorithmus verbessere, kann das bedeuten, dass ein Druck plötzlich viel schneller fertig ist oder weniger Material verbraucht. Das motiviert sehr.

- 2 Diskutiert in der Gruppe und notiert eure Ergebnisse.

Was macht man in diesem Beruf?

Welche Fähigkeiten braucht man?

Was ist an dem Beruf besonders interessant?

M8: Arbeitsblatt – Berufe im Überblick

- 1 Höre den Präsentationen deiner Mitschüler:innen genau zu und notiere die wichtigsten Aspekte zu den Berufen in den Tabellen.

Beruf: _____

| Typische Tätigkeiten | Benötigte Fähigkeiten |
|----------------------|-----------------------|
| | |

Das finde ich an diesem Beruf interessant:

Beruf: _____

| Typische Tätigkeiten | Benötigte Fähigkeiten |
|----------------------|-----------------------|
| | |

Das finde ich an diesem Beruf interessant:

M8: Arbeitsblatt – Berufe im Überblick

- 1 Höre den Präsentationen deiner Mitschüler:innen genau zu und notiere die wichtigsten Aspekte zu den Berufen in den Tabellen.

Beruf: _____

| Typische Tätigkeiten | Benötigte Fähigkeiten |
|----------------------|-----------------------|
| | |

Das finde ich an diesem Beruf interessant:

Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen den Berufen:

M9: Arbeitsblatt – Mein Platz im 3D-Druck-Team

- 1 Markiere drei Tätigkeiten, die zu dir passen oder dich interessieren.

konstruieren montieren programmieren
 entwickeln
 analysieren
modellieren reparieren warten
 entwerfen
optimieren messen
 prüfen automatisieren
 experimentieren

- 2 Ordne sie einem der Berufe zu, den du kennengelernt hast und begründe deine Entscheidung.

- 3 Notiere: Welche Fähigkeiten bringst du für den Beruf schon mit – und was würdest du noch lernen wollen?

8. Musterlösung Lernspiel 3D-Druck

Im Spiel 3D-Druck unterstützen die Schüler:innen die Katze Pixel dabei, nach einem Tornado den Weg zurück nach Hause zu finden.

Die Schüler:innen navigieren dazu durch verschiedene Stationen, an denen sie Herausforderungen begegnen, die eine Problembeseitigung durch 3D-Druck erfordern. Dafür nutzen sie den „Print Shop“, eine fiktive App im Spiel, mit der sich mittels 3D-Druck und CAD-Tools eigene 3D-Objekte herstellen lassen. Sie wählen passende Materialien, Farben und Formen aus und drucken die benötigten Teile, um eine Herausforderung zu beenden. Im Verlauf des Spiels lernen die Schüler:innen, welche Eigenschaften verschiedene Materialien besitzen und wo sie im 3D-Druck eingesetzt werden können.

Das Spiel ist abgeschlossen, wenn Pixel mithilfe der gedruckten Objekte ihr Zuhause erreicht.

Übersicht der Materialien im Spiel:

| Materialbezeichnung | Eigenschaften | Beispielhafte Anwendungsfälle |
|--|--|---|
| Acrylnitril-Butadien-Styrol (ABS) | Schlagfest, hitzebeständig | Spielzeug, Elektronikgehäuse |
| Polylactide (PLA) | Leicht druckbar, wenig Verzug, biologisch abbaubar | Deko-Objekte, Prototypen |
| Polycarbonat (PC) | Schlagfest, hitzebeständig, ermüdungsbeständig | Schutzvorrichtungen, technische Anwendungen |
| Aluminium | Korrosionsbeständig, gute Wärmeleitfähigkeit | Industrielle Anwendungen, mechanische Teile |
| Polyethylene Terephthalate Glycol (PETG) | Wasserfest, chemikalienbeständig, ermüdungsbeständig | Lebensmittelbehälter, Outdoor-Objekte |
| Polyamid/Nylon | Flexibel, hitzebeständig, schlagfest, ermüdungsbeständig | Hochbelastete Teile, funktionale Prototypen |

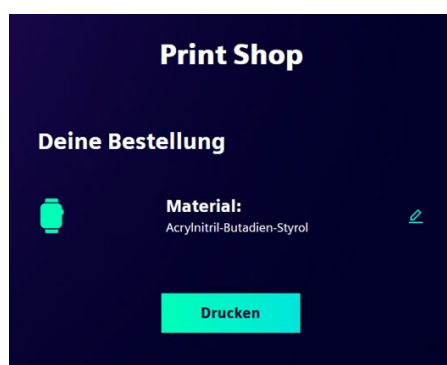
Das Spiel

Einführung in den Print Shop: Halsband reparieren

Benötigtes Material: Acrylnitril-Butadien-Styrol

Benötigte Form: Halsband

Benötigte Farbe: Türkisgrün



Hinweis: Ab jetzt können die Schüler:innen frei auf der Karte navigieren und selbst entscheiden, welche Station sie als Nächstes besuchen möchten. Zu Beginn sind vier Stationen freigeschaltet.

Aber Achtung: Die benötigten Materialien einer Station sind erst durch das Beenden einer anderen Station zu erlangen. Daher ist eine genaue Überlegung, welche die richtige Reihenfolge der Stationen ist, erforderlich.

Symbolerklärung der Karte

Achtung-Symbol: Hier fehlt noch ein bestimmtes Material und es ist der Besuch einer anderen Station erforderlich, bevor die Aufgabe gelöst werden kann. Daher sollten Schüler:innen zunächst Stationen ohne Achtung-Symbol besuchen, um die Herausforderungen erfolgreich zu meistern.

Grün markierte Station: Diese Station wurde erfolgreich abgeschlossen.

Ausgegraute Station: Diese Station kann noch nicht aufgerufen werden. Es müssen zunächst andere Stationen zur Freischaltung absolviert werden.

Hinweis: Im Folgenden sind die Stationen zur Lösungsorientierung in der richtigen Reihenfolge aufgeführt.

Station 1: Labor



Lösung Übung zur Polylactide-Herstellung:



Neu erworbenes Material:
Polylactide (PLA)

Station 2: Schule

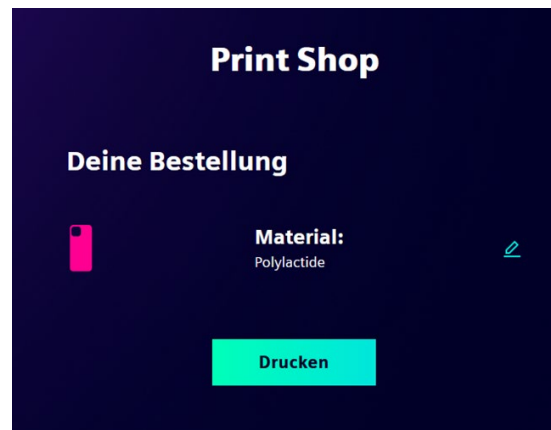


Lösung Printshop

Material: Polylactide

Form: Handyhülle

Farbe: Rosa



Neu erworbenes Material: Aluminium

Station 3: Fabrik

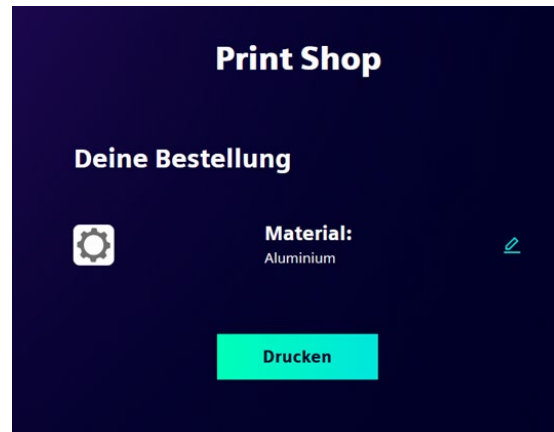


Lösung Printshop:

Benötigtes Material: Aluminium

Benötigte Form: Zahnrad

Benötigte Farbe: Grau

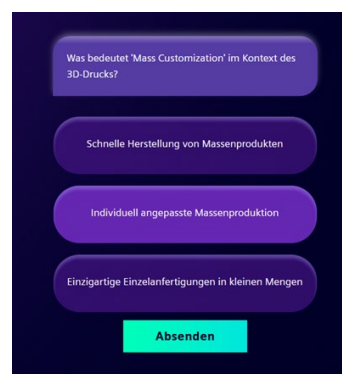
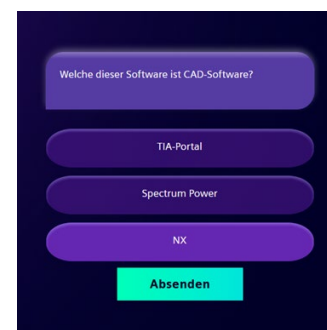
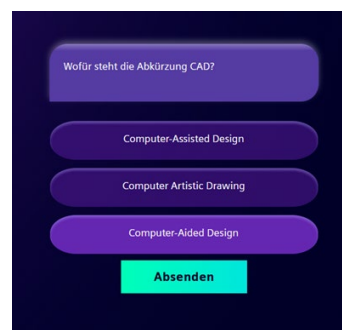


Neu erworbenes Material: Polycarbonat

Station 4: Baustelle



Lösung Quiz

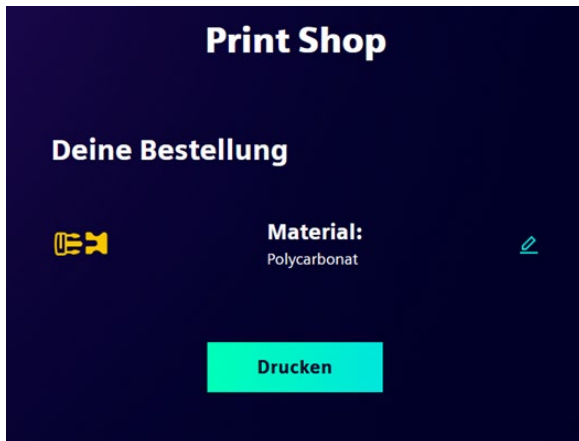


Lösung Printshop:

Material: Polycarbonat

Form: Gürtelschnalle

Farbe: Gelb



Neu erworbenes Material: Polyethylene Terephthalate Glycol (PETG)

Hinweis: Ab jetzt sind die letzten zwei Stationen auf der Karte zur Navigation freigeschaltet.

Station 5: Gärtnerei

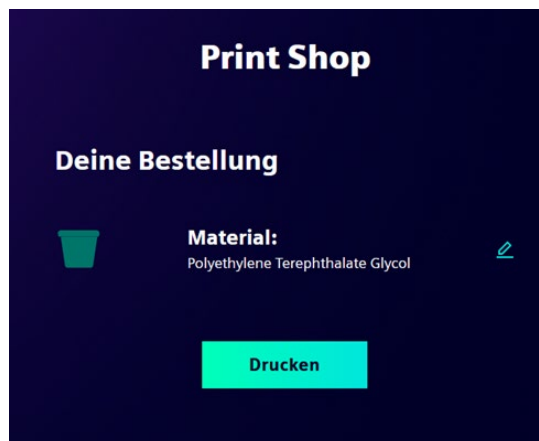


Lösung Printshop

Material: Polyethylene Terephthalate Glycol

Form: Blumentopf

Farbe: Dunkelgrün



Neu erworbenes Material: Polyamid/Nylon (PA)

Station 6: Nachbar mit Motorrad

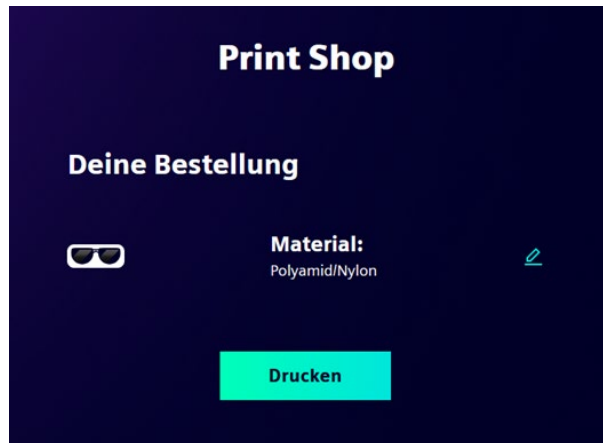


Lösung Printshop

Material: Polyamid/Nylon

Form: Sonnenbrille

Farbe: Schwarz



Hinweis: Das Spiel gilt nach dieser Station als abgeschlossen. Nun ist Pixel wieder zuhause.

Herausgeber: Siemens AG

People & Organization
Siemens Professional Education
Otto-Hahn-Ring 6
81739 München
Deutschland

E-Mail: marketing.spe@siemens.com
Internet: www.ausbildung.siemens.com

Registergericht:
Berlin-Charlottenburg, HRB 12300
München, HRB 6684
WEEE-Reg.-Nr. DE 23691322



SIEMENS