

# Schulprojekte im Didaktisierten FabLab

## IDEEN IDEEN IDEEN REICH REICH REICH



# Einleitung

Das IDEENREICH – das FabLab der Hochschule Flensburg – wird seit Anfang 2018 als Teilvorhaben des BMBF-Projekts „Innovative Hochschule“ gefördert. Wir sind eine offene Hightech-Werkstatt, die sich seitdem auch als außerschulischer Lernort der Region Flensburg und Umgebung etabliert hat. Mit unserer umfassenden Ausstattung unserer Räume bieten wir einen Ort für digitale Fabrikation mit dem 3D-Drucker oder Lasercutter, die ohne große Vorkenntnisse bedient werden können und schnelle Erfolge garantieren. Als kollaborativer Erfahrungsraum stehen wir allen Personen von der Grundschule über die Hochschulen und die Wirtschaft bis in andere gesellschaftliche Gruppierungen (bspw. Vereine oder Träger) zahlreichen Gruppen zur Verfügung. Ein zielgruppenspezifisches Nutzungsprogramm, das angeleitete Projektarbeiten genauso einschließt wie eigenständige Projektierungen, reduziert bestehende Barrieren und ermöglicht individualisierten Zugang zur Technik(-nutzung). Wir unterstützen also nicht nur Start-Ups und KMUs mit unserem Fachwissen und den Technologien des FabLabs und sorgen so für eine noch engere Verzahnung unserer Hochschule und der regionalen Wirtschaft, wir entwickeln auch gezielt Lernangeboten für Schulen. Das IDEENREICH stellt somit einen alternativen Lernort zum Klassenzimmer dar, in dem die Lernenden mit Zukunftstechnologien und den 21st Century Skills in Berührung kommen.

Das vorliegende Portfolio gibt einen Überblick über ausgewählte Projekte, die das Team des IDEENREICHs mit Schülerinnen und Schülern verschiedener Klassenstufen und Schulformen durchgeführt hat. Es soll einen Eindruck von unserer Arbeit als außerschulischer Lernort vermitteln und als Inspiration und Anregung für Lehrkräfte und andere FabLabs dienen.

Wir machen Technik erfahrbar - mach mit!

Die dargestellten Projekte wurden allesamt vor Beginn der Coronapandemie durchgeführt.



**Franka Heers (M.Eng., M.Ed.)** ist die pädagogische Leitung im didaktisierten FabLab IDEENREICH. Sie entwickelt, erprobt und evaluiert didaktische Konzepte und lässt dabei sowohl technisches als auch pädagogisches Fachwissen einfließen. An der Maker Education begeistert sie besonders der niederschwellige Zugang und die gestaltende Auseinandersetzung mit Technologie. Durch kreative und gestalterische Making-Projekte möchte sie insbesondere jungen Frauen und Mädchen den MINT-Bereich näherbringen. Ein FabLab wie das IDEENEICH hätte Sie schon zu ihrer Schul- und Studienzeit gewünscht.



**Nele Schmidt (B.Eng., M.Sc.)** ist Designingenieurin und arbeitet als wissenschaftliche Mitarbeiterin im FabLab. Alles was an der Schnittstelle von analog zu digital passiert, begeistert sie. Als kreativer Kopf bringt sie Ansätze aus dem Design und der partizipativen Innovation sowie ihre Erfahrung aus der Produktgestaltung in unsere Angebote mit ein. Besonders die Entwicklung von Innovationen durch Making motiviert sie, das Maker-Mindset zu vermitteln und junge Lernende zu befähigen ihre eigenen Ideen umzusetzen.



**Katherina Salow (B.Ed.)** ist Master-Lehramtsstudierende für Technik und Deutsch in der Grundschule und wissenschaftliche Mitarbeiterin im IDEENREICH. Sie unterstützt das Team seit dem ersten Schulprojekt und integriert ihre pädagogischen und technischen Kenntnisse aus dem Studium in die Konzeption und Durchführung von Workshops. In der Arbeit mit digitalen Technologien erfreut sie sich vor allem, wenn sie bei jüngeren Lernenden Interesse an Technik wecken kann.



# Inhaltsverzeichnis

Was ist ein FabLab oder Makerspace?	2
Methodisch-didaktische Grundlagen der Maker Education	3
Das IDEENREICH	4
Zum vorliegenden Portfolio	9
Solarauto	10
T-Shirt-Design	12
Spielinterface mit Makey Makey	14
Lampendesign	16
Smarte Hafenanlage	18
Reflektorbuttons	20
Entwicklung und Fertigung eines Logos	22
Brückenbau	24
Interaktive Plakatgestaltung	26
Oster- oder Weihnachtsschmuckanhänger	28
Inventor Challenge mit LittleBits	30
Pflanzenlabyrinth	32
Spieleentwicklung	34



# Was ist ein FabLab oder Makerspace?

Die sogenannte Maker-Bewegung hat sich in den letzten Jahren zum gesellschaftlichen Trend entwickelt und wird mittlerweile als so wichtig eingeschätzt, dass sie Wirtschaft und Gesellschaft fundamental verändern kann. Ziel der Bewegung ist es, Dinge selbst herzustellen oder weiterzuentwickeln, um damit (technische) Probleme zu lösen. Maker und Makerinnen haben Freude am Selbermachen und dem kreativen Umgang mit Technik sowie daran, mit ihren Dingen einen Mehrwert für die Gesellschaft zu erzeugen. Dazu wird neben physischen Gegenständen Wissen generiert, welches von der Community aufgearbeitet und geteilt wird.

Orte, an denen sich die Makercommunity trifft und arbeitet, werden als FabLabs oder Makerspaces bezeichnet. Diese High-Tech-Werkstätten stellen ihren Nutzerinnen und Nutzern moderne digitale Fertigungstechnologien wie 3D-Drucker, Laser-Cutter und CNC-Maschinen zur Verfügung. Aber auch traditionelle Werkzeugen und Maschinen zur Holz und Metallverarbeitung sowie Lötstationen und Stick- und Nähmaschinen gehören zur Standardausstattung.



## Methodisch-didaktische Grundlagen der Maker Education

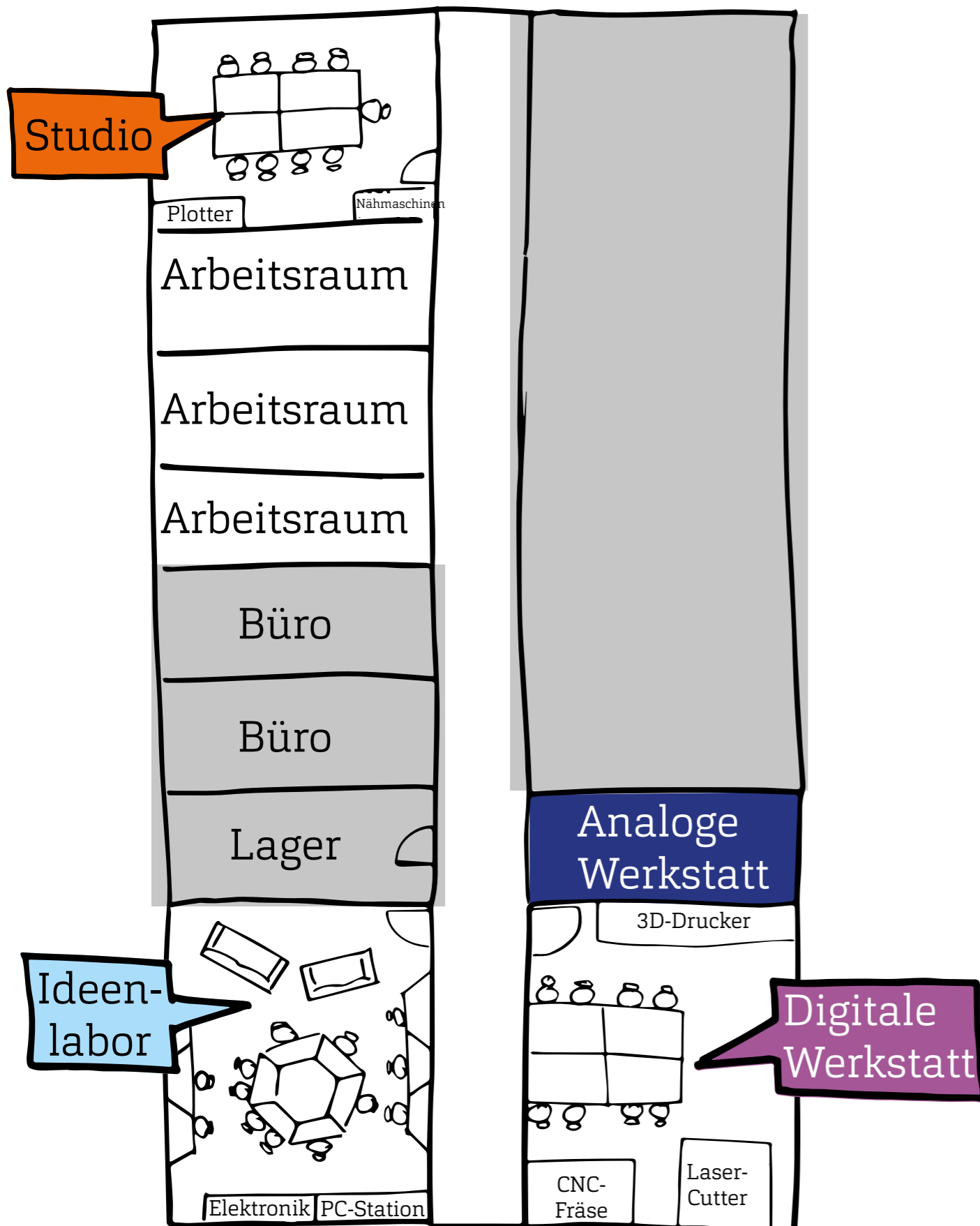
FabLabs gewinnen zunehmend auch im Bildungsbereich an Bedeutung. Die Maker Education nimmt die Arbeit der Maker-Bewegung als Vorbild für schulische Lernprozesse und bietet so multiperspektivische Zugänge zu Technik, welche keineswegs auf die reine Erweiterung technischer Kompetenzen begrenzt sind.

Ziel der Maker Education ist es, Kinder und Jugendliche dazu zu befähigen, die Welt selbst zu gestalten, also selbst zu Makern und Makerinnen zu werden. Das kreative Gestalten und Selbermachen – insbesondere mit digitalen Technologien – steht bei Making-Projekten stets im Vordergrund. Durch entdeckendes und handlungsorientiertes Lernen werden neben technischen und digitalen Fähigkeiten besonders Problemlösekompetenzen, Teamfähigkeit und eigenständiges Arbeiten gefördert. Lebensweltorientierte Ansätze wie künstlerische Making-Projekte, also digitale Medien und Technologien für künstlerische Prozesse zu nutzen, kann Interesse und Faszination wecken und differenzierte Zugänge zu Technik liefern. Die Offenheit der Maker Education bietet somit großes Potential in der Förderung von Selbst- und Sozialkompetenzen der Lernenden.





# Das IDEENREICH



## Ideenlabor

Hier entstehen die Projektideen! Das Ideenlabor bietet Raum für Austausch, das Halten von Präsentationen und PC-Arbeitsplätze sowie zentrale Stromanschlüsse für Laptops, um die eigenen Ideen zunächst digital umzusetzen. Das Mobiliar kann an die Bedürfnisse der einzelnen Lerngruppen angepasst werden, so lassen sich bspw. kleine Gruppentische, klassische Tischreihen oder ein großer Konferenztisch realisieren.

Im Ideenlabor befindet sich außerdem unsere kleine Elektronikwerkstatt inkl. Werkzeugwand und vielfältigem Zubehör. Hier findet man außerdem alles was man zum Coden braucht wie z.B. Mikrocontroller wie den Arduino oder den Calliope Mini plus Kabel, Motoren, verschiedene Sensoren und Aktoren.

Und nicht zu vergessen: die klassischen „roten Sofas“, um sich in angenehmer Atmosphäre auszutauschen, Ideen zu generieren, Projektpartner kennenzulernen, ...

Zur Ausstattung des Ideenlabors:

- Sitz- und Arbeitsplätze für bis zu 20 Personen
- Beamer inkl. Lautsprecher
- Dokumentenkamera
- Farbdrucker
- 2 PC-Arbeitsplätze, 11 Laptops plus Maus
- 3 klassische Lötstationen, 1 Heißluftlötstation
- Werkzeugwand mit verschiedenen Schraubendrehern, Zangen, Isolierbändern, Multimeter, ...
- Arduinos mit Zubehör
- 1 Klassensatz Calliope Mini
- Makey Makey
- Mikroskop und Oszilloskop







Analoge Werkstatt

Feilen, bohren, sägen - manchmal sind es ganz klassische Werkzeuge, die nötig sind, damit eine Idee Wirklichkeit wird. Unsere analoge Werkstatt ist klein aber fein. Hier finden sich konventionelle Werkzeuge und Maschinen, die ganz ohne Computersteuerung auskommen. Im Gegensatz zu unseren anderen Räumen kann es hier auch mal richtig staubig werden!

Zur Ausstattung der analogen Werkstatt:

- Standbohrmaschine
- Kapp- und Gehrungssäge
- Mehrere Akkuschauber
- Schraubzwingen
- Heißklebepistolen
- Band- und Winkelschleifer
- Dremel
- Stichsäge
- Blechschere
- Holzleim
- ...



Digitale Werkstatt

Der Name spricht für sich – hier findet die digitale, also computergesteuerte Fertigung statt. Ein Hingucker ist unser Regal mit insgesamt zehn 3D-Druckern, welches eine gesamte Wand des Raumes ausfüllt. Eine selbstkonstruierte Einhausung des Regals mit Schiebetüren aus Plexiglas schützt vor Feinstaub, der beim Druckprozess entstehen kann und lässt trotzdem das Beobachten der laufenden Drucker zu. Unser Lasercutter schneidet und graviert Pappe und Sperrholzplatten. Damit ist er nicht nur ideal für die Erstellung von schnellen Protypen, mit Grundkenntnissen in der digitalen Motiverstellung lassen sich hier ganz individuelle Schmuckstücke erstellen. Besonders beliebt in der Weihnachtszeit: Individuell gestalteter Weihnachtsschmuck! Die Bedienung der CNC-Fräse erfordert im Gegensatz zu den 3D-Druckern und dem Lasercutter einiges an Hintergrundwissen, weshalb sie bei Projekten mit Schülerinnen und Schülern bisher nicht zum Einsatz kommt. In unseren allgemeinen Öffnungszeiten erfreut sie sich aber insbesondere bei Studierenden steigender Beliebtheit.

In der digitalen Werkstatt befinden sich auch acht Arbeitsplätze, die bspw. für das Nachbearbeiten von 3D-Drucken verwendet werden können. Da es durch die Maschinen zum Rauch-, Staub- und Feinstaubentwicklung kommen kann, sind diese Arbeitsplätze aber nicht für zeitintensivere Arbeiten geeignet. Eine Werkzeugwand hält auch hier eine Auswahl an praktischen Werkzeugen griffbereit.

Zur Ausstattung der digitalen Werkstatt:

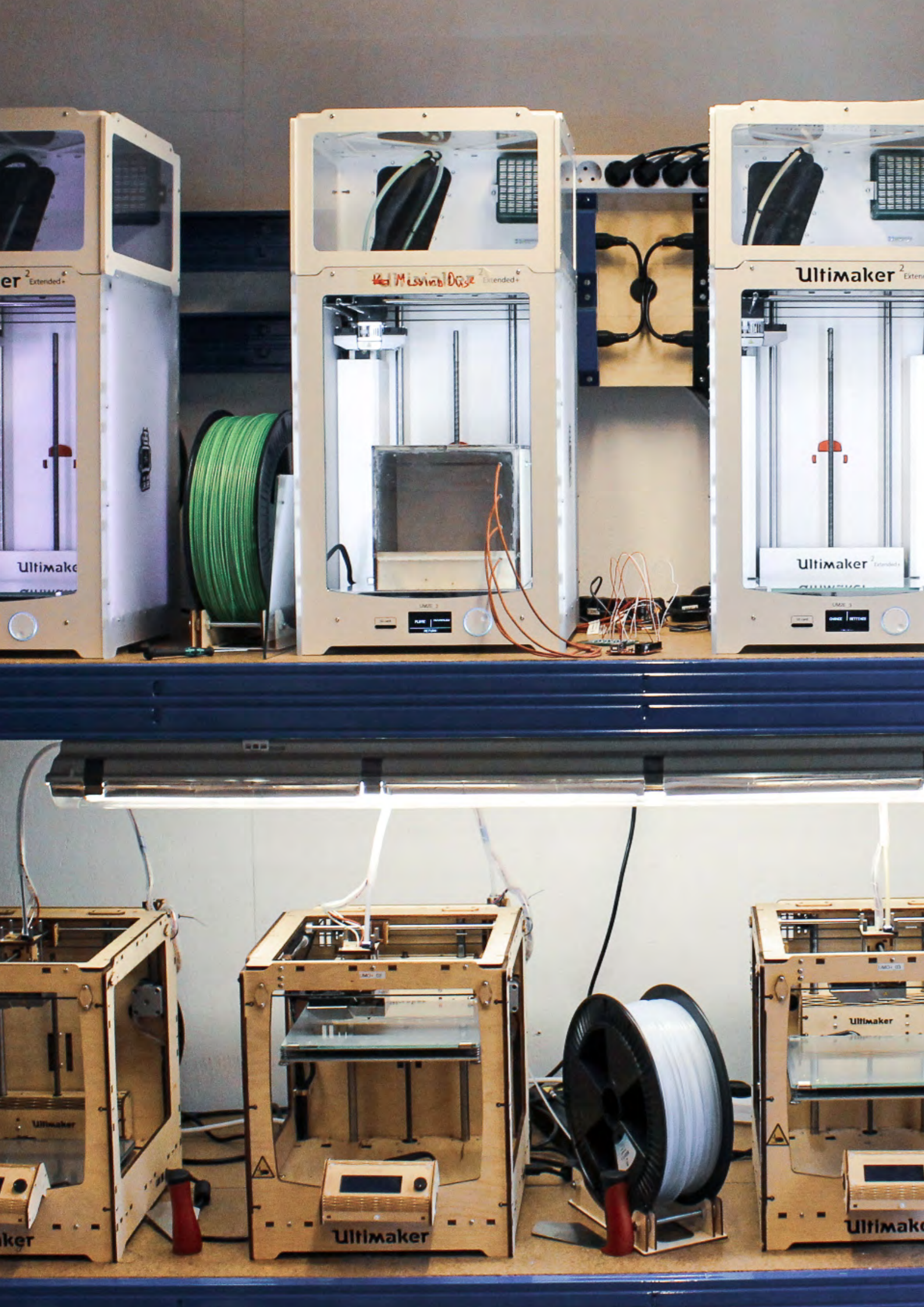
- 3D-Drucker: 4 Ultimaker Original Plus, 4 Ultimaker 2 Extendend
- Lasercutter mit einer Arbeitsfläche von 1300x1000mm
- CNC-Fräse für die Bearbeitung von Holz und Kunststoffen
- 8 Arbeitsplätze
- Werkzeugwand mit verschiedenen Schraubendrehern, Feilen, Entgratungs- und Messwerkzeugen



Studio

Das Studio ist unser Raum für Textilarbeiten, außerdem gibt es große Arbeitsflächen und Pinnwände für kreatives Arbeiten. Unsere verschiedenen Nähmaschinen inklusive Zubehör eignen sich nicht nur zum schnellen Ausprobieren von Ideen, sondern auch zum Herstellen, Reparieren oder Aufwerten von hochwertigen Textilien. Neben Baumwoll- und Jersey kann hier auch Leder verarbeitet werden.













## Zum vorliegenden Portfolio

Die in diesem Portfolio beschriebenen Projekte und Workshops sind so beschrieben, wie sie bei uns stattgefunden haben. Die Rahmenbedingungen wie zeitlicher Umfang, Klassenstufe und Größe der Lerngruppe lassen sich in den meisten Fällen zielgruppenspezifisch anpassen und sollen lediglich eine Orientierungshilfe darstellen. Alle Lernangebote im IDEENREICH beginnen nach der Begrüßung mit einer Führung durch die Räumlichkeiten inklusive altersgerechter Sicherheitsunterweisung und enden mit dem gemeinsamen Aufräumen der Arbeitsplätze. Dies ist in der zeitlichen Planung stets mitberücksichtigt.

Bei der Darstellung der Projekte werden verschiedene Symbole verwendet. Hier ein Überblick:

In diesen Kästchen gibt es zusätzliche Informationen.

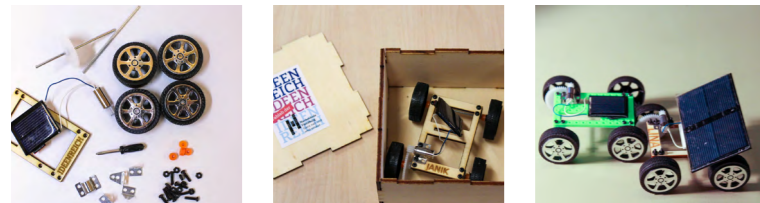
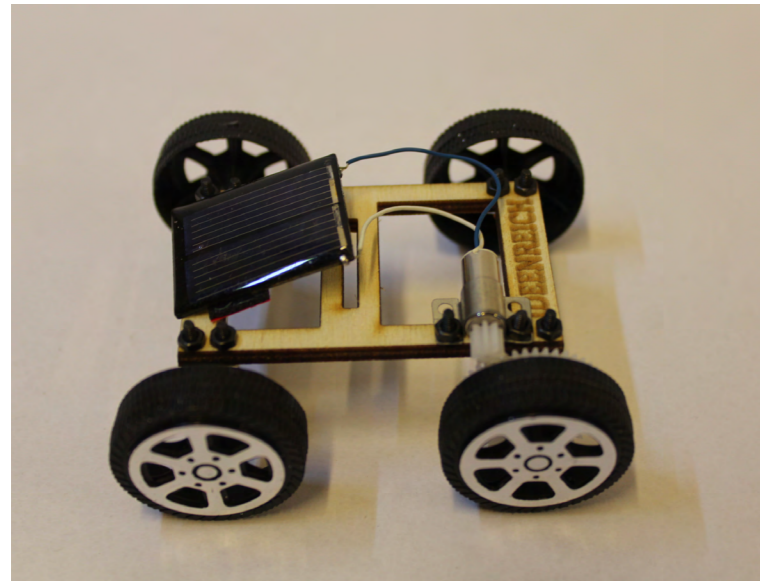
-  Klassenstufe
-  zeitlicher Umfang
-  Anzahl der Lernenden
-  genutzte Hardware
-  genutzte Software
-  sonstige Materialien
-  (Technische) Inhalte
-  Anknüpfungspunkte im Unterricht









Das digitale Portfolio sowie zusätzliche Informationen und Materialien findest du hier:

<https://hs-flensburg.de/hochschule/organisation/einrichtungen/fablab-ideenreich/schulprojekte>







-  durchgeführt mit Klassenstufe 10
-  4 x 90 Minuten
-  durchgeführt mit 8 Lernenden
-  Computer, Lasercutter, 3D-Drucker, Lötstation
-  Inkscape, SolidEdge, Cura
-  Bausatz Solarauto: Solarzelle, DC-Motor, 4 Räder, 2 Achsen
-  Grundlagen Lasercutting, 3D-Druck, CAD, Löten
-  Regenerative Energien, alternative Antriebsformen, Elektromobilität

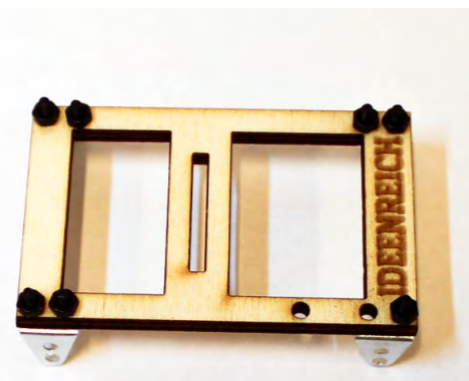
Die Stunden müssen nicht am Stück stattfinden, die Schwerpunkte können außerdem beliebig vertieft werden. Damit ist das Projekt flexibel an den schulinternen Stundenplan anpassbar.

Die Durchführung des Projektes erfolgte über 4 Doppelstunden, an denen jeweils verschiedene Schwerpunkte behandelt wurden.

## Einheit 1: Individualisierung und Fertigung des Chassis per Lasercutter

Zunächst werden die Bausätze vorgestellt, die als Grundlage für das Solarauto-Projekt dienen. Ziel des Projektes ist es, ausgehend von diesem Bausatz, ein funktionsfähiges Solarfahrzeug zu kreieren, wobei verschiedene Elemente der Bausätze individualisiert und optimiert werden. Dabei kommen die Lernenden mit verschiedenen Fertigungstechnologien und deren Anwendung in Kontakt.

Inhalt der ersten Doppelstunde ist es, ein digitales Modell des Chassis zu bearbeiten und für die anschließende Fertigung im Lasercutter vorzubereiten. Dabei arbeiten die Lernenden in Zweiergruppen am Laptop mit dem Bildbearbeitungsprogramm Inkscape, wobei eine Blankoversion des Chassis vorgegeben ist. Die Lernenden machen sich mit der Software vertraut, erstellen eine Vektorgrafik ihres Vor-



Dieser Arbeitsschritt bietet großes Potential für inhaltliche Vertiefung. Das Chassis kann auch komplett von den Lernenden gezeichnet und entworfen werden. Dies kann in der Schule stattfinden.

Inkscape kann kostenlos heruntergeladen werden, sodass mit der Software in der Schule und von zu Hause aus gearbeitet werden kann.

namens, positionieren diese korrekt auf dem Chassis und speichern die Grafik anschließend im richtigen Dateiformat ab. Anschließend werden die Chassis im Lasercutter aus 3mm-Sperrholzplatten gefertigt. Zusätzlich erhalten die Lernenden einen Bausatz für eine Box, in der später das Fahrzeug aufbewahrt und transportiert werden kann. Diese Bausätze sind bereits vorbereitet und geschnitten und müssen lediglich in der richtigen Anordnung verklebt werden.

## Einheit 2: Montage der Bausätze

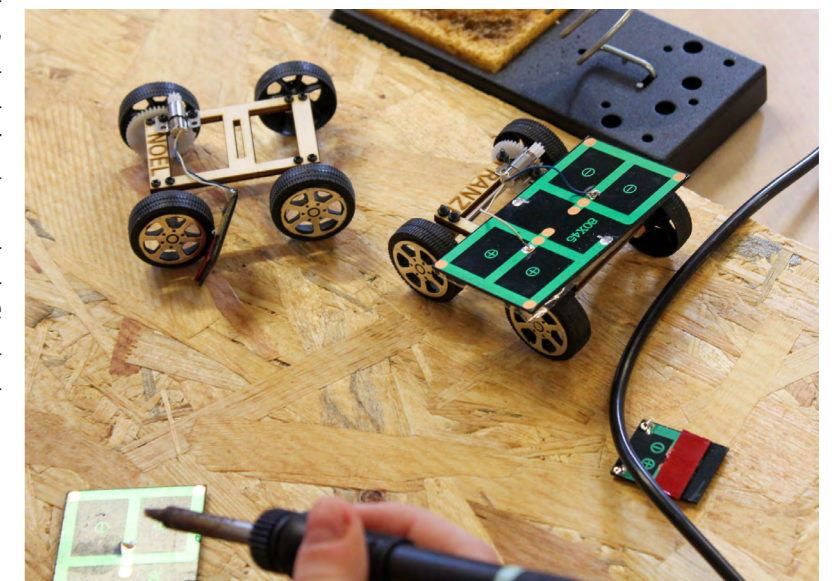
In der zweiten Doppelstunde werden die Bausätze zusammengebaut. Dabei werden bis auf die individualisierten Chassis die Bauteile der Originalbausätze verwendet. Die Lernenden montieren ihr Fahrzeug selbstständig mithilfe einer von uns erstellten Montageanleitung. Nach der Montage werden die Fahrzeuge unter verschiedenen Lichtquellen (z.B. Baustrahler, Lötlampe, Sonneneinstrahlung durch Fenster) getestet.

## Einheit 3: Konstruktion des Winkelkeils zur Aufnahme des Solarpanels

Die Solarpanels des Original-Bausatzes liegen flach auf dem Chassis auf. Zu Optimierungszwecken soll der Bausatz um einen Winkelkeil erweitert werden. Dieser wird von den Lernenden selbst im CAD-Programm Solid-Edge konstruiert und anschließend im 3D-Drucker gefertigt. Nach einer Einführung in den 3D-Druck, werden grundlegende Funktionen des CAD-Programms (Erstellen einer 2D-Skizze, Extrusion, Ausschnitt, Bemaßung von Bauelementen, Verrundungen erstellen) anhand eines Probestückes demonstriert und geübt. Anschließend erfolgt die eigenständige Konstruktion des Winkelkeils anhand einer einfachen technischen Zeichnung. Die Lernenden arbeiten dabei wieder in Zweiergruppen am Laptop.

## Einheit 4: Fertigung des Winkelkeils mittels 3D-Drucker und Verlöten des Solarpanels

Nach einer Einführung in die Software Cura, welche aus dem digitalen 3D-Modell den Maschinencode für den 3D-Drucker generiert, starten die Lernenden eigenständig die 3D-Drucke der Winkelkeile. Während die Winkelkeile im 3D-Drucker entstehen, widmen sich die Lernenden der weiteren Optimierung der Fahrzeuge. Bei den Testfahrten (Einheit 2) zeigte sich, dass die Fahrzeuge oft Probleme haben, das Anlaufmoment zu überwinden. Dies soll durch eine größere Solarplatte verbessert werden. Nach einer praktischen Einführung zum Löten, arbeiten die Lernenden in Zweiergruppen an jeweils einer Lötstation. Anschließend an die Lötarbeiten werden die fertigen Winkelkeile aus den 3D-Druckern entnommen und die Fahrzeuge montiert. Auf einer Rennstrecke, bestehend aus zwei aneinander gereihten Tischen und einem Baustrahler, werden die fertigen Fahrzeuge final getestet. Hier können die Schülerinnen und Schüler die Optimierungsmaßnahmen vergleichen und bewerten.



Auch diese Boxen können bei ausreichend Zeit von den Lernenden selbst generiert und individualisiert werden. Als Basis kann dazu folgendes Online-Tool dienen: <https://de.makercase.com/>.



Link zum Online-Tool



Hier kann wunderbar im Unterricht angeknüpft werden.



Hier kann z.B. die optimale Ausrichtung von Solarzellen zur Sonne vertieft werden.

Das CAD-Tool Solid Edge ist als kostenfreie Version für Bildungszwecke verfügbar, sodass mit dieser Software auch von zu Hause oder in der Schule gearbeitet werden kann.



# T-Shirt-Design

0-13



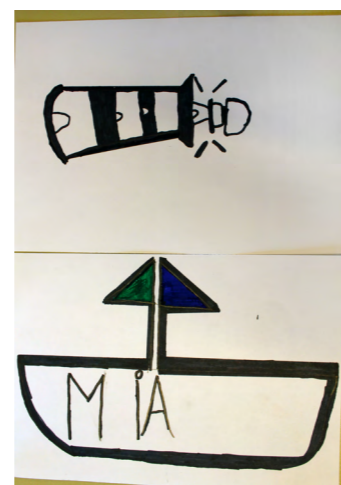
- durchgeführt mit Klassenstufe 4
- 180 Minuten
- durchgeführt mit 20 Lernenden
- Schneidplotter, Computer, Kamera, Transferpresse
- Silhouette Studio
- Vorbereitung:** Papier, Blei- und Filzstifte **Durchführung:** Wärmeübertragungsfolien, Pinzetten, T-Shirts
- Einstieg in digitale Fertigung, kreative Motivgestaltung zu vorgegebenen Thema
- Einstieg oder Vertiefung beliebiger Themen, bei uns: Klassenfahrt nach Sylt

Für die Durchführung des Projektes sind 3 Stunden (inkl. Pause) vorgesehen, wenn mit der gleichen Altersstufe und Gruppengröße gearbeitet wird. Ziel des Projektes ist es, dass alle Lernenden ein T-Shirt mit ihrem selbst erstellten Motiv erhalten. Bei der Motiverstellung werden verschiedene Phasen durchlaufen.

## Phase 1: Ideenfindung und Motiverstellung (analog)

Die Motiverstellung erfolgt zu einem vorgegebenem Thema - hier eine Klassenfahrt nach Sylt. Um zum Thema passende Motive zu finden und die Kreativität der Lernenden anzuregen, findet ein gemeinsames kurzes Brainstorming statt. Die Ergebnisse werden in einer Beispielgalerie aufgehängt.

Anschließend wird erläutert, auf welche Merkmale bei der Motiverstellung geachtet werden muss, um ein zufriedenstellendes Ergebnis zu erreichen. Die Lernenden erstellen ihr Motiv „analog“, d.h. mit Stift und Papier. Wichtig dabei sind das genaue



Bei diesem Arbeitsschritt kann auch auf digitale Vorlagen zurückgegriffen werden oder es kann direkt digital gearbeitet werden.

Zeichnen und das vollständige Ausmalen von Flächen.

## Phase 2: Übertragen, Plotten und Entgittern

Damit das Motiv mit dem Schneidplotter geschnitten werden kann, muss es digitalisiert werden. Um ein analog erstelltes Motiv in die Software Silhouette Studio einzupflegen, muss es fotografiert und anschließend vektorisiert werden. Die Lernende können diesen Arbeitsschritt unter Anleitung selbst durchführen. Aufgrund des geringen Alters und der relativ geringen Zeit wurde dieser Schritt hier jedoch von den Lehrenden durchgeführt. Die Schülerinnen und Schüler hatten dabei die Möglichkeit, zuzusehen und Fragen zu stellen. Anschließend wird das digitale Motiv an den Schneidplotter übertragen und auf Wärmeübertragungsfolie geschnitten. Der Fertigungsprozess gibt vor, dass das Motiv dabei gespiegelt übertragen werden muss, dass es „von unten“ in die Folie geschnitten und anschließend richtig herum aufgebügelt wird. Diese Tatsache führt häufig zunächst zu Verwirrung, kann aber anschaulich erläutert werden und führt im weiteren Verlauf bei vielen Lernenden zu einem Aha-Erlebnis.

Die Software Silhouette Studio kann kostenfrei heruntergeladen werden, sodass mit dieser Software auch von zu Hause aus oder in der Schule gearbeitet werden kann.

Hier wird räumliches Vorstellungsvermögen gefördert.

Nach dem Schneiden ist es nun Aufgabe der Lernenden die unnötigen Teile des Folienausschnittes zu entfernen um das gewünschte Motiv freizulegen, dieser Arbeitsschritt wird auch „Entgittern“ genannt. Dabei können Pinzetten zur Hilfe genommen werden. Bei diesem Arbeitsschritt ist feinmotorisches Geschick gefordert.

## Phase 3: Aufbügeln und Reflexionsrunde

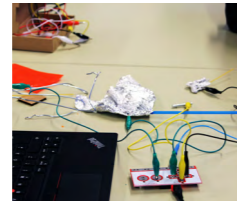
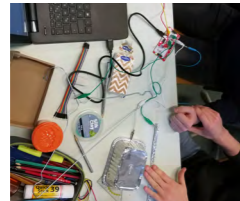
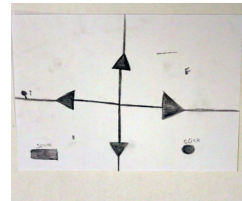
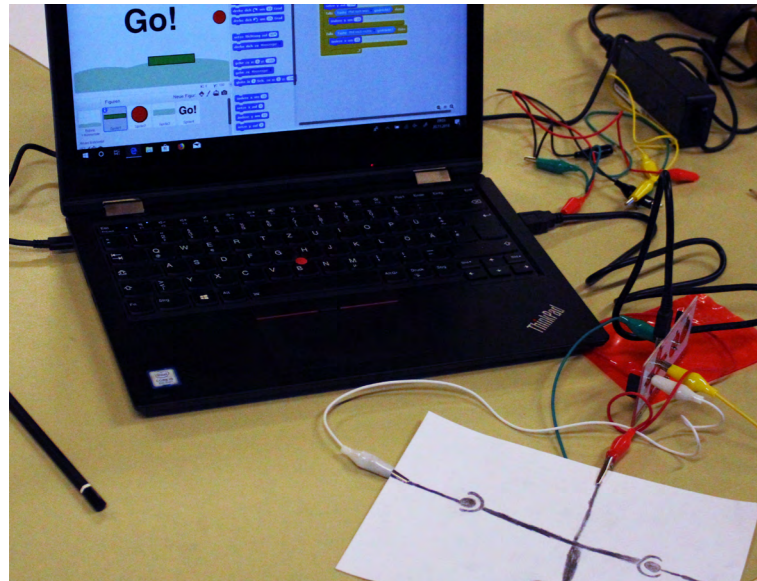
Nachdem das Motiv vollständig entgittert ist, wird es auf das T-Shirt aufgebracht. Dazu positionieren die Schülerinnen und Schüler das Motiv aus Wärmeübertragungsfolie auf die gewünschte Stelle auf dem T-Shirt. Dann bügeln sie es unter Anleitung mit einer Bügelpresse auf das T-Shirt. Abschließend muss nur noch die Transferfolie abgezogen werden.








Bei einer abschließenden Feedbackrunde werden die Ergebnisse vorgestellt. Um die Ergebnisse festzuhalten und das Projekt zu beenden, kann ein Gruppenfoto gemacht werden.





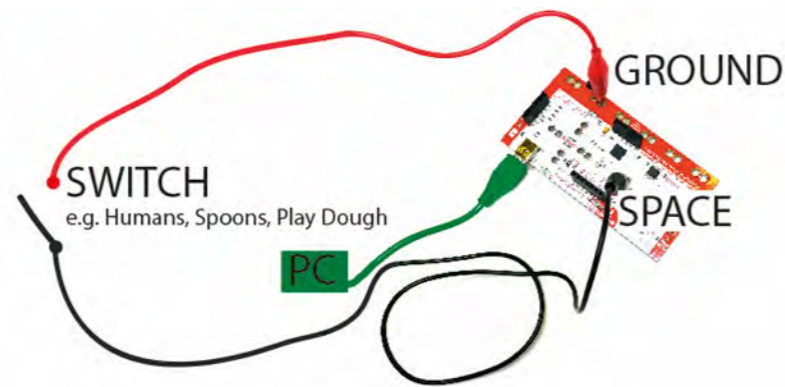
# Spielinterface mit Makey Makey 9-11



-  durchgeführt mit Klassenstufe 10 & 11
-  120 Minuten
-  durchgeführt mit 20 Lernenden
-  Set aus Laptop (mit Internetverbindung) und Makey Makey für je 2-4 Lernende
-  Verschiedene (leitfähige) Bastelmaterialien, Papier, Bleistifte, Radiergummis
-  Einstieg ins Thema Mensch-Maschine-Interaktion, kreativ Spiele spielen
-  Mensch und Technik, Grundlagen des elektrischen Stromkreises, Leiter und Nichtleiter

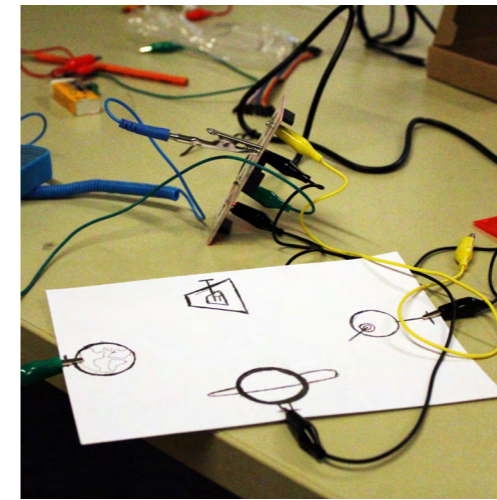
Makey Makey ist eine kleine Platine, mit der sich leitfähige Alltagsobjekte in Computertasten umwandeln lassen. Ziel dieses Projektes ist es, neuartige Spielinterfaces für verschiedene (einfache) Computerspiele zu entwickeln. Neben technischen Grundlagen, wie der Funktionsweise einer Tastatur oder den Grundlagen des elektrischen Stromkreises, fördert dieses Projekt Kreativität und Innovation bei den Lernenden.

Mensch-Maschine-Interaktionen können sehr vielseitig und unterschiedlich sein. Ein schöner Einstieg ist der Bezug zum Alltag der Lernenden. Wann und wo interagieren wir mit Maschinen oder Computern? Meistens schon morgens beim Frühstück, z.B. beim Kaffeekochen.



## Phase 1: Papier und Bleistift verwenden

Nach einer Einführung zum Thema Mensch-Maschine-Interaktion werden die Grundlagen des elektrischen Stromkreises sowie die Funktionsweise des Makey Makeys veranschaulicht. Damit die Funktionsweise verinnerlicht wird, besteht die erste Aufgabe darin, in Klein-



Minuten, für das anschließende Spielen des Spiels etwa 15 Minuten, eingeplant werden.

## Phase 2: Alle Materialien sind erlaubt

Nach dieser ersten Projektphase werden die Einschränkungen, die Materialien betreffend, aufgehoben. Erlaubt ist nun alles, was an Bastel- und Alltagsgegenständen vorhanden ist. Sind diese nicht elektrisch leitend, können sie beispielsweise mit Alufolie oder Knete modifiziert werden. Dabei werden die Schülerinnen und Schüler ausdrücklich dazu aufgefordert, Dinge auszuprobieren und erfinderisch zu sein. Einfache Spiele, die sich zum Ausprobieren der Interfaces eignen, sind beispielsweise die „Drum Machine“ (<https://scratch.mit.edu/projects/2728243/>) oder einfache Jump-and-Run-Spiele wie „Super Mario“ (<https://scratch.mit.edu/projects/31583772/>). Für die zweite Projektphase können insgesamt bis zu 60 Minuten eingeplant werden. Die Lernumgebung sollte so aufgebaut sein, dass es den Kleingruppen möglich ist, sich frei im Raum zu bewegen. Es ist durchaus erlaubt, sich zwischendurch von den anderen Gruppen inspirieren zu lassen. Als Projektabschluss dient eine kleine Präsentation der jeweils innovativsten Ideen. Zusätzlich sollte ausreichend Zeit zum Aufräumen eingeplant werden.

gruppen ein Interface für das Spiel „Pong“ (<https://scratch.mit.edu/projects/10105317/>) zu entwickeln. Die Herausforderung besteht darin, ein Interface ausschließlich aus Papier und Bleistift herzustellen. Dabei sind die Lernenden angehalten, nach einer funktionierenden Version, möglichst kreative Lösungen zu finden. Dafür darf das Papier zum Beispiel geknickt oder gefaltet werden. Für die Entwicklung des Interfaces sollten etwa 30

Erfahrungsgemäß wird mit dieser Einschränkung die Notwendigkeit des Masse- bzw. Minuspols verständlicher. Unsere Erfahrungen zeigen: Je besser die Lernenden die Funktionsweise verinnerlicht haben, desto kreativer fallen Lösungen späterer Aufgaben aus.



Link zum Spiel „Pong“

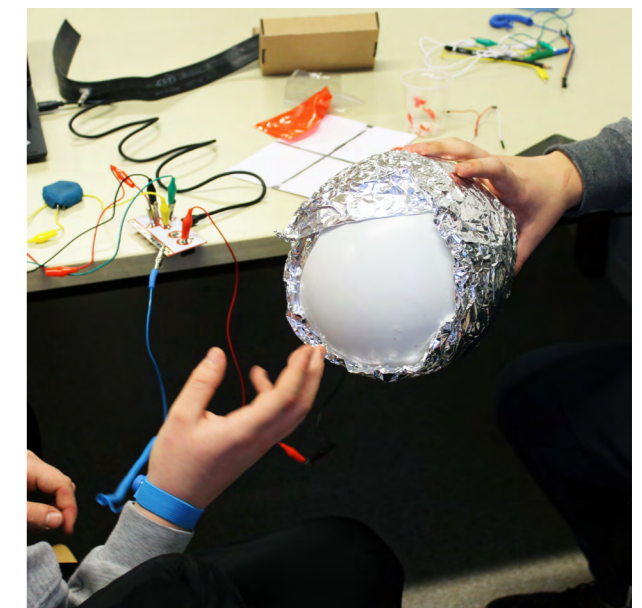
Da auch der menschliche Körper elektrisch leitend ist, sind zwischenmenschliche Interaktionen wie Händeschütteln eine Möglichkeit der Spielsteuerung.



Link zum Spiel „Drum Machine“











Link zum Spiel „Super Mario“







-  durchgeführt mit Klassenstufe 13
-  7 Stunden
-  durchgeführt mit 20 Lernenden
-  Computer, Lasercutter
-  Inkscape
-  **Vorbereitung:** Papier, Blei- und Filzstifte, Scheren, Klebeband
- Durchführung:** Lampenbausätze, Montageanleitung, Holzleim
- Nachbereitung:** Abtönfarbe mit Pinseln, Öl, Schleifpapier
-  Design-Thinking-Prozess, Kreativitätsmethoden, digitale Motiverstellung, Lasercutting
-  Unterschiede zwischen Kunst und Design, Grundlagen Holzbearbeitung

Für die Durchführung des Projektes sind 7 Stunden (inkl. Pause) vorgesehen, wenn mit der gleichen Altersstufe und Gruppengröße gearbeitet wird. Ziel des Projektes ist es, einen vollständigen Designprozess zu durchlaufen und eine funktionierende Lampe mit individuell gestaltetem Lampenschirm zu entwickeln und zu fertigen.

### Phase 1: Design-Thinking und den Unterschied zwischen Kunst und Design verstehen

Das Projekt beginnt mit einem Einstieg in den Design-Thinking Prozess. Danach erarbeiten die Lernenden unter Anleitung die Unterschiede zwischen Kunst und Design. Nachdem der Ablauf des Projektes erläutert wurde, starten die Schülerinnen und Schüler in Zweiergruppen mit der Design Challenge, eine individuelle Nachttischlampe zu gestalten.

### Phase 2: Zusammenbau der Lampenbasis

In Zweiergruppen fertigen nun alle Teilnehmenden aus einem vorliegenden Lampenbausatz mithilfe einer Montageanleitung ein Grundgerüst für ihre Nachttischlampe. Dabei werden die Einzelteile mit Holzleim zusammengesetzt. Es kann hilfreich sein, eine Einwegspritze mit Leim zu befüllen, um diesen besser zu



Bei einer zeitlichen Ausweitung können auch die Bausätze individualisiert und von den Lernenden selbst erarbeitet werden.

portionieren und verteilen. Die Lampenbasis sollte ausreichend Zeit zum Trocknen erhalten und wird vorerst nicht weiter benötigt.

### Phase 3: Ideenfindung, Entwicklung und Testen eines Prototyps (analog)

Die Lernenden skizzieren in ihrer Kleingruppe erste Ideen für ihre Lampen. Dabei kann bereits mit farblichen Mitteln gearbeitet werden. Die Skizzen werden nun auf dickes Papier übertragen und an einer Lampenbasis getestet. Dabei ist es hilfreich die exakten Größen von Motiven zu erproben, um genaue Vorstellungen über die Leuchteffekte zu erhalten.



### Phase 4: Einführung in die Software und Designerstellung (digital)

Inhalt der vierten Phase ist es, das erprobte Design des Prototypen zu digitalisieren und in die Software Inkscape zu übertragen. Die Schülerinnen und Schüler erlernen die Grundfunktionen der Software und erstellen eine digitale Zeichnung ihrer erprobten Motive. Diese werden anschließend als Vektorgrafik im .dxf-Format exportiert.

### Phase 5: Lasercutting, Schleifen, Ölen, Bemalen, Leimen

Die Vektorgrafik wird an den Lasercutter übertragen und geschnitten. Die Lernenden entscheiden individuell, wie sie mit den gefertigten Lampenseiten fortfahren. Es stehen die Möglichkeiten des Schleifens, Ölens, Bemalens und Hinterlegen mit farbigem Papier zur Auswahl. Dieser Arbeitsschritt erfordert feinmotorisches Geschick. Der letzte Fertigungsschritt ist das Verleimen der individuell gestalteten Lampenschirme an der Lampenbasis.

### Phase 6: Präsentation und Reflexionsrunde

Die fertig designten und montierten Nachttischlampen werden von allen Teilnehmenden mit einem Namen und Werbeslogan versehen und in einer Art Lampenausstellung präsentiert. Die Schüler und Schülerinnen geben sich gegenseitig Rückmeldung und lernen sowohl Kritik zu äußern als auch anzunehmen.

Inkscape kann kostenlos heruntergeladen werden, sodass mit der Software in der Schule und von zu Hause aus gearbeitet werden kann.

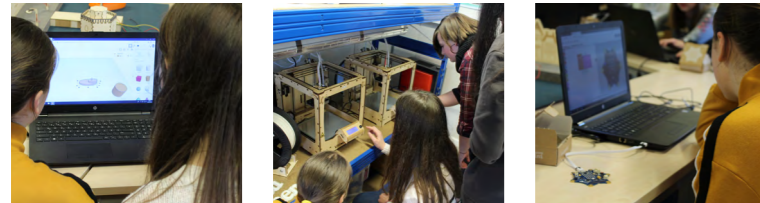
Diese Thematik kann im Unterricht weiter vertieft werden. Die Schüler und Schülerinnen lernen unterschiedliche Dateiformate kennen.

Hier werden Grundkenntnisse über verschiedene Arten der Holzbearbeitung vermittelt.



# Smarte Hafenanlage

8-13



- durchgeführt mit Klassenstufe 8
- 5 1/2 Stunden
- durchgeführt mit 12 Lernenden
- 3D-Drucker, Calliope Mini, Computer
- Cura, TinkerCAD, Open Roberta Lab
- LEDs, Kabel mit Krokodilklemmen, vorbereitete Hafenanlage
- 3D-Konstruktion, 3D-Druck, Programmierung von Mikrocontrollern
- spielerischer Einstieg ins Coding, Automatisierung (Industrie 4.0)

Für die Durchführung des Projektes sind 5 1/2 Stunden (inkl. Mittagspause) vorgesehen. Ziel des Workshops ist es, eine smarte Hafenanlage mit selbst konstruierten Booten und eigenen Programmierungen zum Leben zu erwecken.

## Workshop Teil I: 3D-Druck (~ 2 Stunden): Einführung, Konstruktion und Druck

Nach einer gemeinsamen Begrüßung, einer kurzen Führung und dem Erläutern des Ablaufes wird den Lernenden eine Miniatur-Hafenanlage vorgestellt, die im Laufe des Projekts mit Leben gefüllt werden soll. Anschließend erhalten die Schülerinnen und Schüler eine Einführung zum Thema 3D-Druck und in die Software TinkerCAD, wo kleine Beispielboote gezeigt werden.

Die Lernenden konstruieren anhand vorgegebener Abmessungen selbstständig kleine Boote. TinkerCAD eignet sich als Konstruktions-tool für Lernende ohne Vorkenntnisse im Bereich der 3D-Konstruktion. Die individuellen Boote werden anschließend



TinkerCAD ist browserbasiert. Schulische Einrichtungen können auch ein virtuelles Klassenzimmer erstellen.



im 3D-Drucker gefertigt. Beim Festlegen der Druckeinstellungen, die im Slicer Cura vorgenommen werden müssen, erhalten die Lernenden Hilfestellung und starten danach selbstständig unter Anleitung die Drucke ihrer Konstruktionen.

## Workshop Teil II: Calliope Mini (~ 2 1/2 Stunden): Einführung, Programmierung und Zusammenbau

Der zweite Teil beginnt mit einer kurzen Einführung in den Umgang mit dem Mikrocontroller Calliope Mini und der dazugehörigen Programmierumgebung NEPO. Die Lernenden erproben die Funktionsweise eigenständig anhand kleiner Übungsaufgaben.

Sind die Schülerinnen und Schüler mit der grundlegenden Funktionsweise der Soft- und Hardware vertraut, werden die einzelnen Elemente der Hafenanlage vorgestellt, die es in Zweiergruppen zu programmieren gilt.

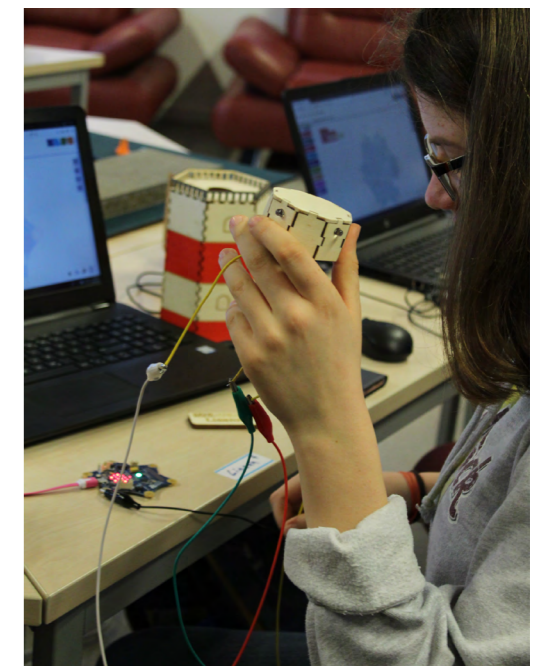
Zusätzlich wird ein Überblick darüber gegeben, wie eine LED extern an den Mikrocontroller angeschlossen werden kann. Hier steht das Verständnis der Ausführung eines programmierten Codes auf dem Mikrocontroller zu einer externen Hardware im Vordergrund.

In den Zweiertteams wird sich nun einem Element der Hafenanlage gewidmet, das gemeinsam nach eigenen Vorstellungen programmiert wird.

Am Ende des Workshops bauen alle Teilnehmenden ihre individuell konstruierten und programmierten Bestandteile der Hafenanlage zu einem Gesamtergebnis zusammen und stellen sich gegenseitig die Ergebnisse vor.

Dies können z.B. Leuchtturm, Belegungsanzeige, Infotafel, Ampel, Straßenlaterne, Touristenzähler, usw. sein.

Im Unterricht kann Aufbau und Funktionsweise einer LED weiter vertieft werden.





# Reflektorbuttons

6-13



- durchgeführt mit Klassenstufe 8
- 180 Minuten
- durchgeführt mit 28 Lernenden
- Schneidplotter, Computer, Transferpresse, Heißklebepistole
- Silhouette Studio
- Papier, Stifte, Scheren, reflektierende Wärmeübertragungsfolien, Pinzetten, Abtönfarbe und Pinsel, Broschnennadeln
- digitale Motiverstellung, Einstieg in digitale Fertigung
- Sicherheit und Sichtbarkeit im Straßenverkehr

Für die Durchführung sind 3 Stunden (inkl. Pause) vorgesehen, wenn mit der gleichen Altersstufe und Gruppengröße gearbeitet wird. Ziel des Projektes ist es, dass alle Teilnehmenden einen reflektierenden Button mit individuellem Motiv erarbeiten. Der Button kann zur besseren Sichtbarkeit im Straßenverkehr auf dem morgendlichen Schulweg beitragen.

## Phase 1: Ideenfindung und Low-Tech-Prototyping

Alle Lernenden erhalten einen aus Holz vorbereiteten Button, für den zunächst Prototypen des später reflektierenden Motivs aus Papier hergestellt werden. Dabei sollte auf die Größe des Motivs geachtet werden, um eine ausreichende Reflektorfläche mit großem Nutzen zu erreichen. Um geeignete Motive zu finden, kann eine Internetrecherche helfen.

Anschließend suchen sich die Schülerinnen und Schüler eine Hintergrundfarbe für den Button aus. Dieser wird dann mit Abtönfarbe bemalt und wird vorerst zum Trocknen beiseitegelegt.

## Phase 2: Einführung in die Software und Motiverstellung

In der zweiten Phase gilt es, das in Phase 1 entwickelte Motiv in Silhouette Studio zu zeichnen und zu plotten.

Nach einer Einführung in die Software Silhouette Studio erstellen die Lernenden ihre analogen Motivideen eigenständig als digitale Zeichnung. Dabei kann es hilfreich sein, wenn in Zweiergruppen gearbeitet wird. Schließlich wird die digitale Grafik an den Schneidplotter übertragen und von diesem in reflektierende Wärmeübertragungsfolie

Hier steht die Förderung von Medienkompetenz im Vordergrund.

Die Software Silhouette Studio kann kostenfrei heruntergeladen werden, sodass mit dieser Software auch von zu Hause oder in der Schule gearbeitet werden kann.

geschnitten.

Nach dem Schneiden ist es Aufgabe der Lernenden, die unnötigen Teile des Folienschnittes zu entfernen. Diesen Arbeitsschritt nennt man auch „Entgittern“. Dabei können Pinzetten zur Hilfe genommen werden. Dieser Arbeitsschritt erfordert feinmotorisches Geschick und räumliches Vorstellungsvermögen beim Freilegen des gewünschten Motivs.

## Phase 3: Fertigstellung des Reflektorbuttons und Abschlussrunde

Die Lernenden bügeln nach kurzer Einführung die fertigen Motive mit der Druckpresse auf die Holzbuttons. Anschließend werden Broschnennadeln auf die Rückseite des Buttons mithilfe einer Heißklebepistole angebracht.

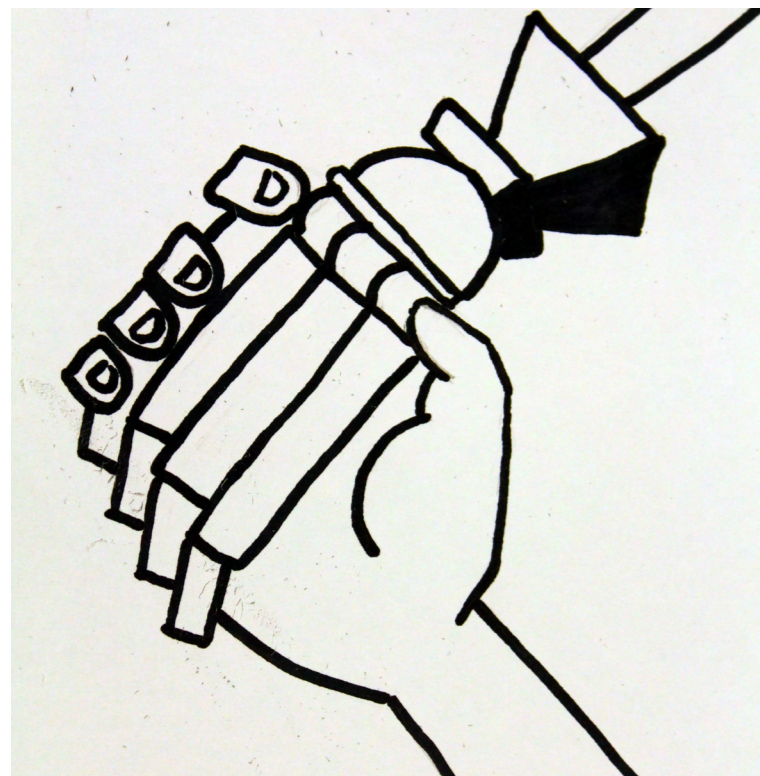
Abschließend wird gemeinsam aufgeräumt. In einer Feedbackrunde stellen die Schülerinnen und Schüler ihre Ergebnisse vor und geben sich gegenseitiges Feedback.









Das ordentliche Hinterlassen des Arbeitsplatzes ist wichtiger Teil der Arbeit im FabLab und jeder anderen Werkstatt.





# Entwicklung und Fertigung eines Logos 7-11



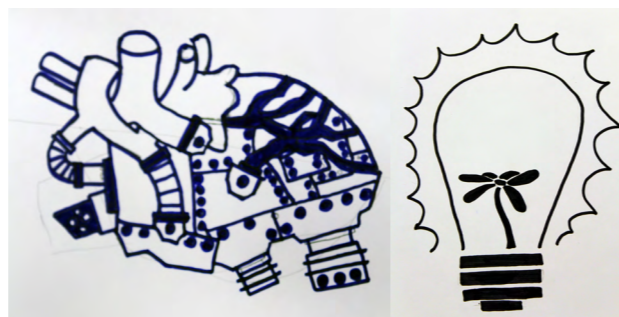
-  durchgeführt mit Klassenstufe 10
-  120 Minuten
-  durchgeführt mit 20 Lernenden
-  Schneidplotter, Computer, Transferpresse
-  Silhouette Studio
-  Papier, Blei- und Filzstifte, Wärmeübertragungsfolien, Pinzetten, Beutel
-  Logoentwicklung zu vorgegebenem Thema, digitale Motiverstellung, Einstieg in digitale Fertigung
-  Einstieg oder Vertiefung beliebiger Themen, bei uns: Mensch & Technik

Das hier vorgestellte Projekt fand im Rahmen des Philosophieunterrichts zum Thema „Mensch und Technik“ statt.

Logos können zu jedem beliebigen Thema in nahezu jedem Unterrichtsfach entwickelt werden. Dieses Projekt ähnelt in Aufbau und Ablauf stark dem Projekt „T-Shirt-Design“ mit dem Unterschied, dass der Schwerpunkt stärker auf der digitalen Motiverstellung liegt. Ziel dieses Projektes ist es, dass die Lernenden sich intensiv mit den für sie relevanten Schwerpunkten des Themas auseinandersetzen und diese in Form einer kreativen grafischen Umsetzung begreifbar machen.

## Phase 1: Ideenfindung und Motiverstellung (analog)

Nach einer Einführung in Ziel und Idee des Projektes wird zunächst der Begriff Logo näher definiert. Außerdem wird die Funktionsweise des Schneidplotters inklusive Fertigungsbeispiele vorgestellt. Anschließend beginnt die Ideenfindungsphase. Hierzu können verschiedene Kreativtechniken aus dem Designbereich zur Anwendung kommen. In jedem Fall empfiehlt es sich, vor der digitalen Motiverstellung Skizzen auf Papier zu erstellen. Die Logoentwicklung erfolgt in Zweiergruppen.



Damit die Motive später auch geschnitten werden können, ist es wichtig, Möglichkeiten und Grenzen des Fertigungsprozesses zu kennen.



## Phase 2: Motiverstellung (digital), Plotten und Entgittern

In dieser Phase gilt es, das zunächst auf Papier skizzierte Logo in Silhouette Studio zu zeichnen und zu plotten. Nach einer gemeinsamen Einführung in die Grundfunktionen der Software erstellen die Lernenden ihre digitalen Motive eigenständig. Dabei steht das Verstehen des Transfers von einer analogen Zeichnung zu einer digitalen Vektorgrafik im Vordergrund. Auch hier empfiehlt sich das Arbeiten in Zweierteams.

Silhouette Studio ist die Software für unsere Schneidplotter. Alternativ können die Motive mit einem beliebigen anderen Zeichenprogramm erstellt und importiert werden.

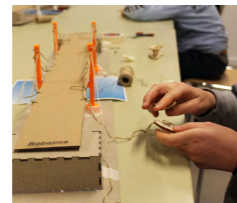
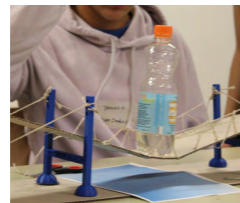
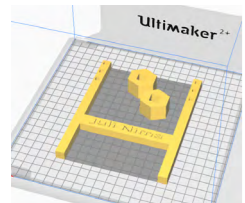
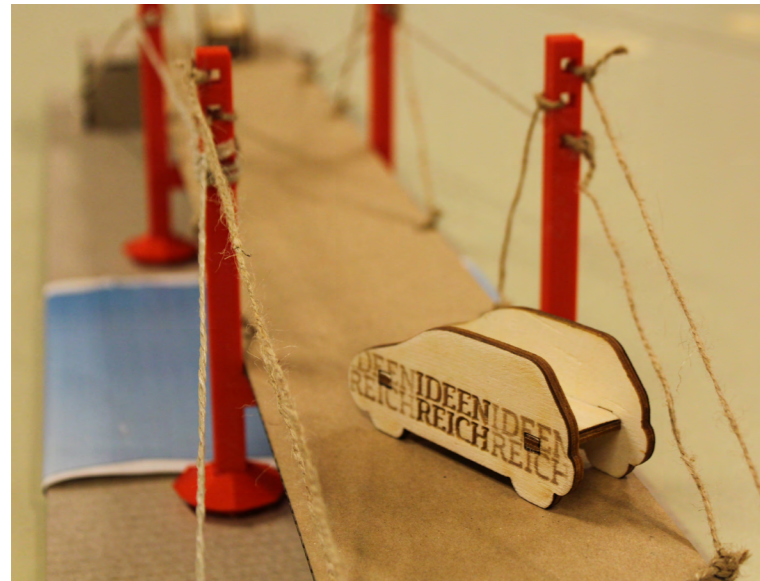
Nun werden die digitalen Grafiken an den Plotter übertragen und auf die Wärmeübertragungsfolie geschnitten. Nach dem Schneiden ist es nun Aufgabe der Schülerinnen und Schüler die unnötigen Teile des Folienausschnittes zu entfernen, das sogenannte „Entgittern“. Hierbei können Pinzetten zur Hilfe genommen werden. Dieser Arbeitsschritt erfordert feinmotorisches Geschick und räumliches Denken, um das gewünschte Motiv freizulegen.

## Phase 3: Aufbügeln und Abschlussrunde

Letztlich ist es Aufgabe der Lernenden, das fertige Logo mit der Druckpresse auf einen Stoffbeutel aufzubügeln. Hier kann nach Anleitung auch selbstständig gearbeitet werden. Um das Projekt angemessen abzuschließen, wird gemeinsam aufgeräumt und eine kurze Feedbackrunde abgehalten, in der die Lernenden ihre Ergebnisse und ihre Ideen hinter den Motiven vorstellen.





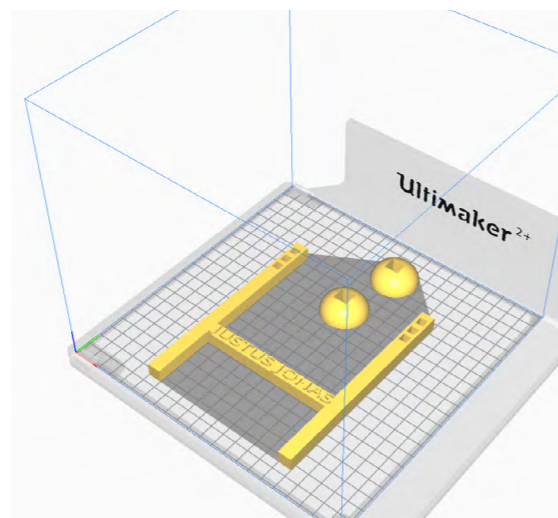


- durchgeführt mit Klassenstufe 7
- 4x75 Minuten
- durchgeführt mit 8 Lernenden
- Computer, Lasercutter, 3D-Drucker
- TinkerCAD, Inkscape
- Schnur, Fahrbahnen aus Pappe, Papier, Stifte, Lineale, 3-teiliges Autoset, Schleifpapier, Gewicht (z.B. PET Flasche)
- Grundlagen des technischen Zeichnens, Lasercutting und 3D-Druck kennen lernen
- Bionik, physikalisches Verständnis von Kräfteverteilungen

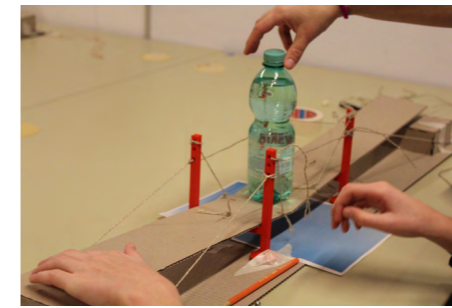
Für die Durchführung des Projektes sind 4 Einheiten á 75 Minuten vorgesehen, an denen verschiedene Teile des Projektes in Zweigruppen erarbeitet und durchgeführt werden.

### Einheit 1: Einführung in den 3D-Druck und Fertigung des Brückenpfeilers

Zunächst wird der Projektplan vorgestellt. Ziel des Projektes ist es, eine tragfähige Brückenkonstruktion mithilfe verschiedener moderner Fertigungsverfahren zu entwickeln und herzustellen. In der ersten Einheit wird eine Einführung in den 3D-Druck und in die Software TinkerCAD gegeben. Darauf aufbauend konstruieren die Lernenden selbstständig zwei Brückenpfeiler, welche anschließend im 3D-Drucker gefertigt werden und die Basis für eine Hängebrücke darstellen.



TinkerCAD ist browserbasiert. Schulische Einrichtungen können auch ein virtuelles Klassenzimmer erstellen.

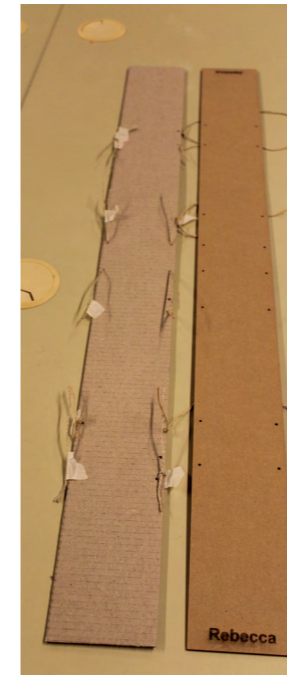


### Einheit 2: Abspannen der Fahrbahn und Stabilitätstests

Inhalt der zweiten Einheit ist das Entwickeln einer stabilen Abspannung zwischen den konstruierten Brückenpfeilern und der Fahrbahn. Dabei haben die Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit, verschiedene Arten der Abspannung mithilfe einer Schnur auszutesten. Dabei bewerten die Lernenden, wie sich die physikalischen Kräfte auf die verschiedenen Abschnitte der Brücke auswirken.

Um Stabilitätstests durchzuführen, kann eine PET Flasche mit unterschiedlich viel Wasser gefüllt werden, um verschiedene Gewichte auszuprobieren. Mit Schrauben lassen sich leicht Löcher in die Fahrbahnen bringen, durch die die Schnüre gefädelt werden können.

Hier kann wunderbar im Unterricht angeknüpft werden.



### Einheit 3: Zeichnung und Fertigung der individuell erstellten Fahrbahnen

Zu Beginn dieser Einheit fertigen die Lernenden Skizzen zu ihren individuellen Fahrbahnen an, die nach einer kurzen Einführung in die Software Inkscape übertragen werden. Zusätzlich fügen die Schülerinnen und Schüler ihre Namen auf den Fahrbahnen hinzu. Dies dient der Individualisierung und späteren Wiedererkennung. Anschließend muss die Zeichnung im richtigen Dateiformat (.dxf) abgespeichert werden.

Um die Funktionsweise des Lasercutters zu demonstrieren, werden abschließend Autobauteile aus 3mm-Sperrholzplatten geschnitten, die in der nächsten Einheit weiterverarbeitet werden.

Inkscape kann kostenlos heruntergeladen werden, sodass mit der Software in der Schule und von zu Hause aus gearbeitet werden kann.

### Einheit 4: Fertigstellung der Brücken und Montage der Autos

In der letzten Einheit des Projektes werden die digital in Inkscape angefertigten Zeichnungen der Fahrbahnen mit dem Lasercutter gefertigt. Dann erfolgt ein erneuter Zusammenbau der fertigen Brücken mit den individuell angepassten Fahrbahnen, den 3D-gedruckten Brückenpfeilern und Schnüren.

Als letzter Schritt steht die Fertigstellung des geschnittenen Autosets im Vordergrund. Dafür müssen die Einzelteile zuerst mit Schleifpapier geschliffen und später zu einem Auto zusammengesetzt werden. Dies fördert die Feinmotorik.

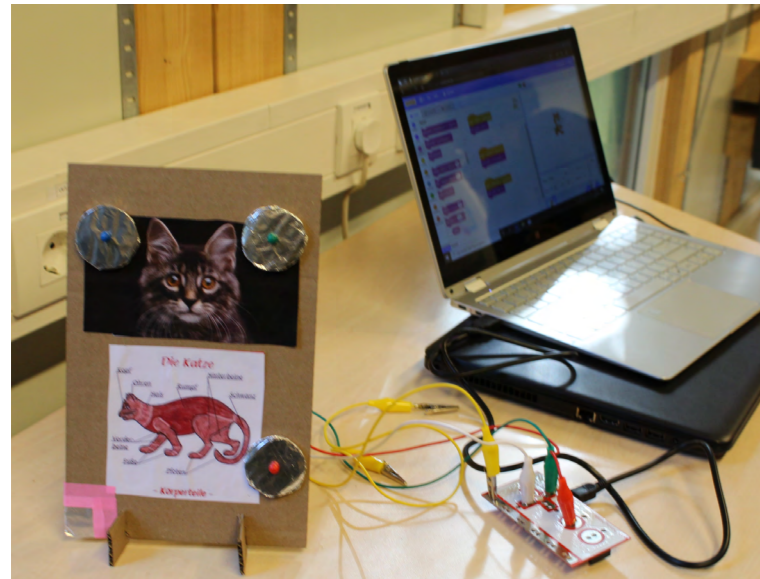
Um das Projekt angemessen abzuschließen, wird die Werkstatt gemeinsam aufgeräumt und eine Feedbackrunde abgehalten.





# Interaktive Plakatgestaltung

9-13



- durchgeführt mit Lehrkräften
- mind. 60 Minuten
- durchgeführt mit 9 Personen
- Computer, Makey Makey
- Scratch
- verschiedene (leitfähige) Bastelmaterialien, Kupferklebeband, Plakate, Krokodilklemmen
- Erarbeitung eines gewählten Themas, Einstieg in die Programmierung, Kreativitätsförderung
- fachübergreifend mit allen Unterrichtsfächern und zu beliebigen Themen einsetzbar

Makey Makey ist eine kleine Platine, mit der sich leitfähige Alltagsobjekte in Computertasten umwandeln lassen. Diese kann man u. a. nutzen, um interaktive Poster zu erstellen. Mit Hilfe der Programmierumgebung Scratch (<https://scratch.mit.edu/>) können ohne Vorkenntnisse im Bereich der Programmierung Klänge programmiert oder eigene Tonspuren eingesprochen werden, um interaktive Poster zu beliebigen Themen zu gestalten.

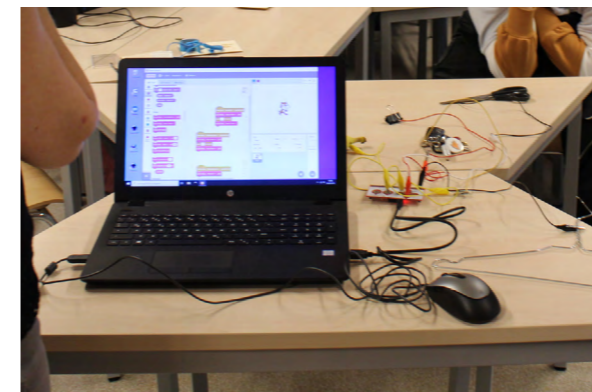
Die Schülerinnen und Schüler lernen dabei spielerisch die Grundkenntnisse des Programmierens kennen und beschäftigen sich gleichzeitig mit der Herstellung und Unterbrechung von Stromkreisen. Diese Methode ist fächerübergreifend und in allen Klassenstufen einsetzbar.

## Teil 1: Kennenlernen der MakeyMakey-Platine und Scratch

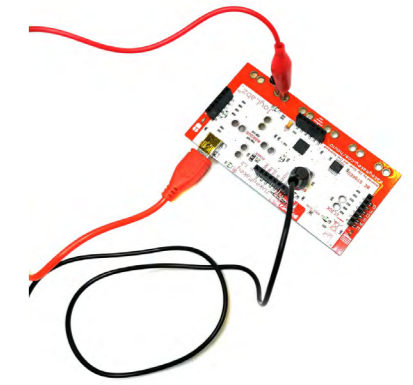
Nach einer kurzen Einführung in das Thema wird die Makey Makey-Platine vorgestellt und deren Funktionsweise erarbeitet. Mit dem Makey Makey ist es möglich, einzelne Elemente der Computertastatur durch Alltagsgegenstände zu ersetzen. Einzige Voraussetzung hierfür ist, dass die Alltagsgegenstände elektrisch leitend sein müssen. Dabei ist zu beachten, dass das Verständnis über die Funktion des Masse- bzw. Minuspols für Lernende teilweise Schwierigkeiten bereitet. Die Programmierumgebung Scratch bietet einen niederschweligen

Scratch kann sowohl online als auch offline als Desktopversion verwendet werden.

Hier eignet sich -je nach Kenntnisstand der Lernenden- eine Vertiefung in das Thema des elektrischen Stromkreises sowie Leiter und Nichtleiter.



Zugang in die Welt der Programmierung. Durch das Zusammensetzen von vordefinierten grafischen Blöcken werden Programmcodes generiert. Zudem besteht die Möglichkeit, selbst Klänge und Sprache aufzunehmen, Soundblöcke zu bearbeiten



und Soundeffekte hinzuzufügen.

Die erzeugten Klänge können den einzelnen Tasten auf dem Makey Makey zugewiesen werden. Mit Litzen und Klemmen können die Tasten zu leitenden Materialien auf einem Poster erweitert werden.

## Teil 2: Erstellung des interaktiven Plakates



In diesem Arbeitsschritt werden die Teilnehmenden aktiv, indem sie sich erst mit dem Makey Makey und Scratch vertraut machen. Dazu eignet sich ein spielerischer Einstieg. Bei ausreichender Zeit können hier verschiedene Aufgaben gelöst und Spiele gespielt werden. Nichtleiter können einfach durch Alufolie oder Knete zu Leitern modifiziert werden und die Lernenden werden dazu aufgefordert, Dinge auszuprobieren und erfinderisch zu sein.

Schließlich ist es Aufgabe, zu einem festgelegten Thema ein interaktives Plakat zu gestalten. Dazu muss das Plakat mit unterschiedlichen leitfähigen Elementen versehen werden. Graphische Elemente können mithilfe von Kupferklebeband zu Leitern werden. Zu jedem Element sollten in Scratch Klänge oder selbst eingesprochene Redesequenzen hinterlegt werden.

## Teil 3: Abschluss









Abschließend wird gemeinsam aufgeräumt und die interaktiven Poster werden im Plenum vorgestellt und ausprobiert.





# Oster- oder Weihnachtsschmuckanhänger 5-13



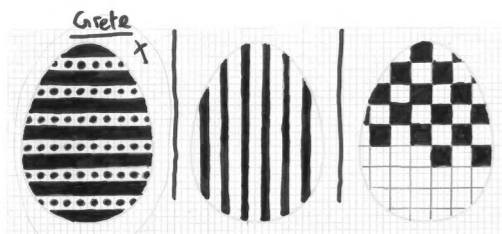
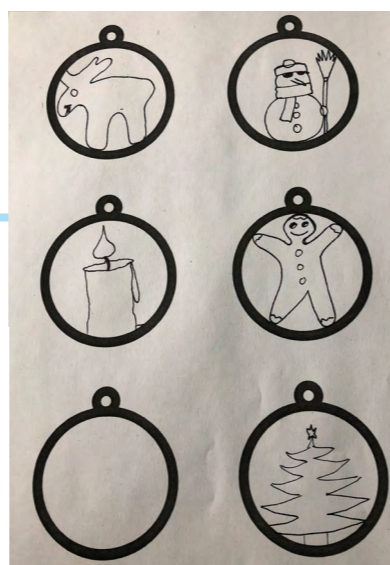
-  durchgeführt mit Klassenstufe 5 und 10
-  120 Minuten
-  durchgeführt mit max. 20 Lernenden
-  Computer, Lasercutter
-  Inkscape
-  Papier und Stifte, Schleifpapier
-  Motiverstellung zum Thema digital oder auf Papier, Einstieg in die digitale Fertigung
-  beliebiges Thema

Für die Durchführung des Projektes sind 2 Stunden vorgesehen. Der Erarbeitungsprozess kann je nach Altersstufe oder Gruppengröße verkürzt oder verlängert werden.

## Phase 1: Kennenlernen des Lasercutters und Ideenfindung (analog)

Zunächst wird eine Einführung in das Thema Lasercutting gegeben. Dabei liegt der Fokus darauf, dass die Schülerinnen und Schüler verstehen, dass gezeichnete Linien bei der Fertigung mit dem Lasercutter Schnittlinien repräsentieren. Ausgefüllte Flächen können entweder graviert oder als Kontur geschnitten werden.

Zunächst werden auf Papier geeignete Motivideen erstellt, wobei eine Internetrecherche zusätzliche Inspirationen liefern kann.



Hier kann auch ein bereits vorbereiteter AB verwendet werden, der die Ostereier bzw. Weihnachtskugeln als Vorlage beinhaltet.

## Phase 2: Einführung in die Software und Designerstellung (digital)

Anschließend werden die analogen Skizzen in die Software Inkscape übertragen.

Die Schülerinnen und Schüler erlernen die Grundfunktionen der Software und sind eigenständig in der Lage, das gewünschte Design als .dxf-Datei abzuspeichern. Dabei kann es hilfreich sein, mit allen Teilnehmenden ein Beispiel anzufertigen und dies gemeinsam Schritt für Schritt durchzugehen. Ein Handout, auf welchem die Grundfunktionen der Software dargestellt sind, kann beim eigenständigen Bearbeiten der Motive unterstützen.

Inkscape kann kostenlos heruntergeladen werden.

## Phase 3: Lasercutting und Nachbearbeitung

Nun wird die erstellte Vektorgrafik an den Lasercutter übertragen und die Motive aus 3mm-Sperrholzplatten geschnitten. Anschließend besteht die Möglichkeit, die Anhänger weiterzubearbeiten. Die Anhänger können beispielsweise abgeschliffen, geölt oder mit Acrylfarben oder Buntstiften bemalt werden.

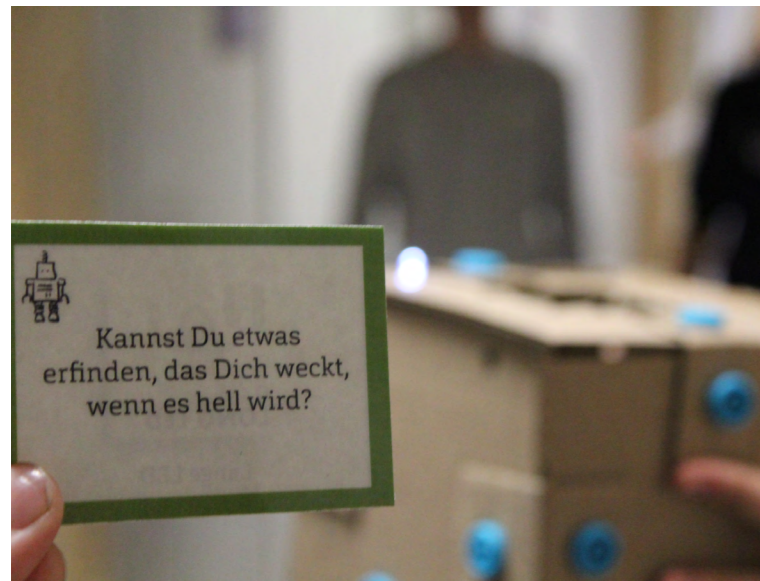
## Phase 4: Präsentation und Reflexionsrunde







Die fertigen Schmuckanhänger werden sich gegenseitig vorgestellt, bevor der Workshop mit einer Feedbackrunde beendet wird.





# Inventor Challenge mit LittleBits 9-13



-  durchgeführt mit Klassenstufe 10
-  120 Minuten
-  durchgeführt mit 2 Gruppen à 10 Personen
-  LittleBits Set, Makedos, Pappe, Scheren, Stifte, Kreppband, allgemeine Bastelmaterialien
-  Herausforderungen mit Elektronikbauteilen lösen, Kennenlernen des analogen Prototypings, Vorstellung des Produkts
-  Spielerisches Kennenlernen von Schaltkreisen, Sensoren und Aktoren

Die Stunden müssen nicht am Stück stattfinden, die Schwerpunkte können außerdem beliebig vertieft werden. Damit ist das Projekt flexibel an den schulinternen Stundenplan anpassbar.

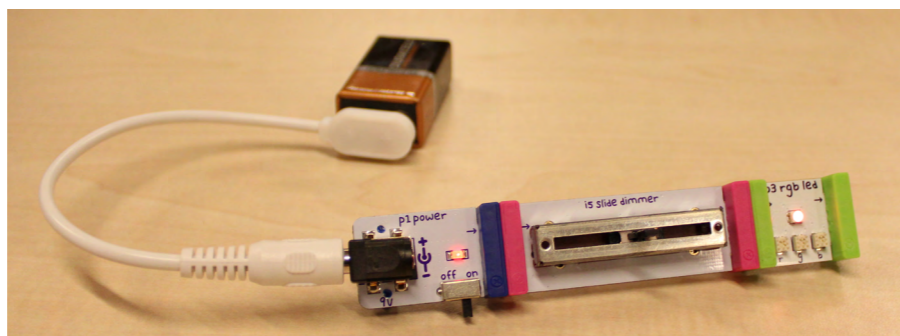
Für die Durchführung des Workshops sind 2 Stunden vorgesehen. Ziel des Kurses ist es, vorgegebene Challenges besonders kreativ zu lösen und teamorientiert zu arbeiten.

Im Workshop wird in Kleingruppen bis zu 4 Personen gearbeitet.

## Phase 1: Einführung in LittleBits und Makedo

Jede Kleingruppe erhält zu Beginn des Workshops einen LittleBit-Baukasten und eine Auswahl an Makedo-Werkzeugen.

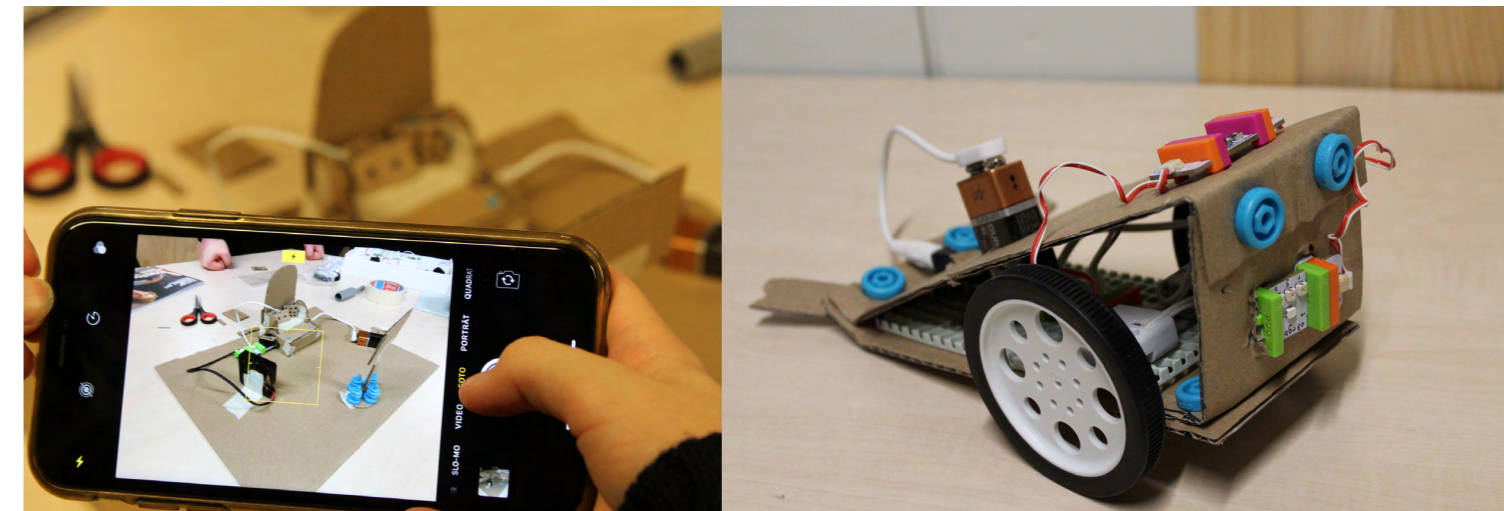
LittleBits sind elektronische Module, die mithilfe kleiner Magnete zusammengesteckt und so verbunden werden können. Die Module haben unterschiedliche spezifische Funktionen (z. B. Licht, Sound, Schalter, Motoren, etc.). Durch die Verbindung per Magnet können die verschiedenen Sensoren und Aktoren fehlersicher und ohne dass Löten, Verdrahten oder Programmierung nötig ist zu verschiedenen Schaltkreisen kombiniert werden. Ideal für einen kreativen und intuitiven Einstieg in die Welt der Elektronik!



Makedo sind Werkzeuge, die ideal dafür sind, schnelle Prototypen aus Pappe herzustellen. Im Set enthalten sind Schrauben und Schraubendreher aus Kunststoff, mit denen Pappteile verschraubt werden können. Um den Lernenden das Prinzip der LittleBits näherzubringen wird zunächst gemeinsam eine vorgegebene Aufgabe gelöst. Es soll eine LED zum Leuchten gebracht werden, dazu werden die benötigten LittleBit-Module vorgegeben. Anschließend wird unter Zuhilfenahme der Makedos ein Gehäuse für die LED gebaut.

## Phase 2: Arbeit an Challenges

Nun erhält jede Kleingruppe zwei Challengekarten, von denen eine bearbeitet werden soll. Auf den Karten sind Aufgaben und Herausforderungen dargestellt, für die es eine Lösung in Form einer Maschine zu

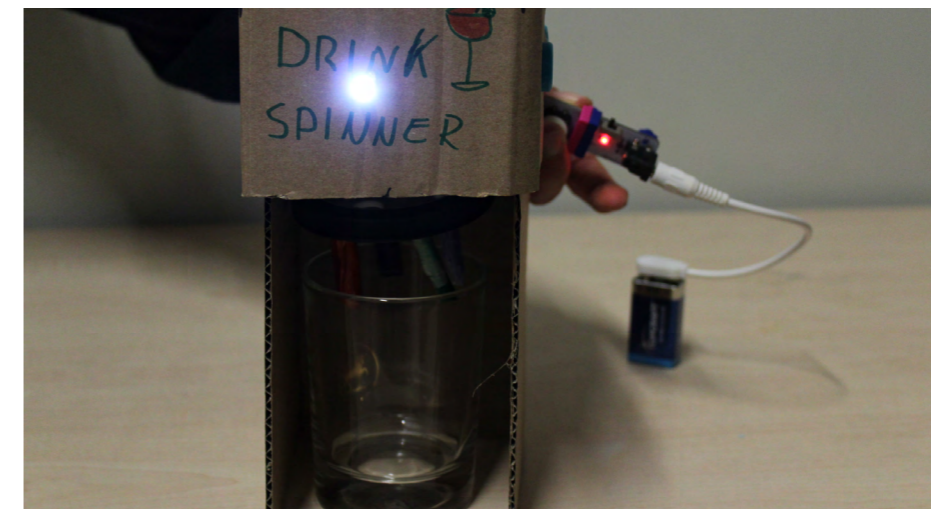


entwickeln gilt. Ziel ist es dabei, möglichst kreativ und teamorientiert vorzugehen. Für die Umsetzung werden zusätzlich zu den LittleBits die Makedo-Werkzeuge, Pappe und Kreppband genutzt.

## Phase 3: Präsentation der Lösungen

Nach etwa einer Stunde Bearbeitungszeit präsentieren die Schülerinnen und Schüler ihre Lösungen in Form einer Ausstellung. Die Lernenden stellen sich gegenseitig ihre Challenge und ihre Maschine vor, wobei diese inklusive Titel und Slogan vermarktet werden sollen. Zum Abschluss wird über die kreativste Lösung abgestimmt.

Hier kann nach verschiedenen Kriterien (z.B. Kreativität, Innovation, Nachhaltigkeit, Teamwork,...) bewertet werden und somit verschiedene Preise vergeben werden.













# Pflanzenlabyrinth

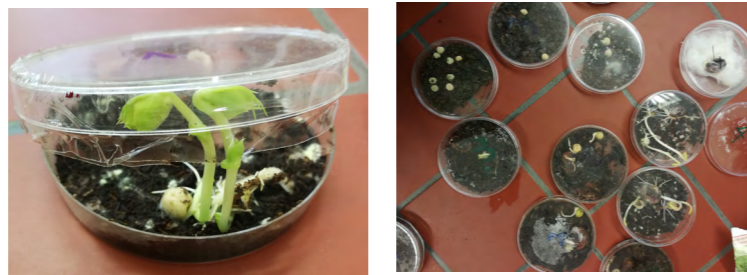
5-9



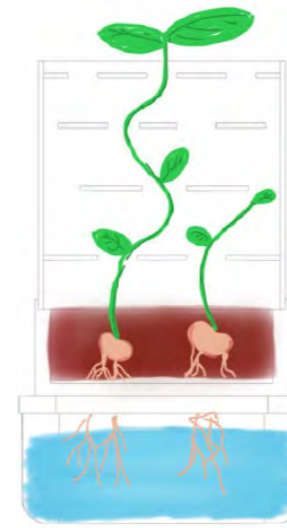
-  durchgeführt mit Klassenstufe 5
-  8x 90 Minuten
-  durchgeführt mit 15 Lernenden
-  Computer, 3D-Drucker
-  TinkerCAD, Cura
-  Bohnenkeimlinge, Wasser, Erde, Pappe
-  Grundlagen des technischen Zeichnens, 3D-Konstruktion, 3D-Druck, Zusammenbau
-  Pflanzenwachstum

Für die Durchführung des Projektes sind 8 Einheiten á 90 Minuten vorgesehen. Dabei wird der Fertigungsprozess eines Rankkastens für Bohnenkeimlinge mit den Grundlagen des Pflanzenwachstums verknüpft. In verschiedenen Einheiten eignet es sich, in Zweiergruppen zu arbeiten. In unserem Fall fanden die Doppelstunden wöchentlich statt. Die Reihenfolge und Schwerpunktsetzung der Einheiten kann teilweise variiert werden. Dabei ist jedoch drauf zu achten, dass für die Fertigung im 3D-Drucker und das Keimen und Wachsen der Pflanzen genügend Zeit eingeplant wird.

## Einheit 1 bis 3: Einstieg ins Thema Pflanzen



In den ersten 3 Einheiten beschäftigen sich die Lernenden mit dem Thema Pflanzenwachstum. Dabei werden unterschiedliche Bereiche aus der Biologie bearbeitet, die aufzeigen wie Pflanzen aufgebaut sind und was diese zum Wachsen benötigen.



## Einheit 4: Planung eines Rankkastens

Bevor die Lernenden ihre individuellen Rankkästen konstruieren können, muss der grundlegende Aufbau verinnerlicht werden. Neben dem Labyrinth, durch das die Pflanzen wachsen, beinhaltet dieser eine mit Erde gefüllte Pflanzkammer und ein Wasserbehälter unterhalb der Pflanzkammer, in den die Pflanzen runterwurzeln und sich so mit Wasser versorgen. Die Lernenden markieren auf einem Arbeitsblatt die unterschiedlichen Elemente und skizzieren ihr individuelles Pflanzlabyrinth möglichst maßstabsgerecht. Zum besseren Verständnis können die Lernenden die unterschiedlichen Elemente des Rankkastens farblich passend ausmalen (blau für Wasser, braun für Erde) und das Labyrinth um rankende Pflanzen erweitern.

Hier eignet es sich, eine übersichtliche Darstellung des Prinzips des Rankkastens zu präsentieren.

## Einheit 5 und 6: Konstruktion eines Rankkastens

Die Skizzen der Lernenden werden nun in ein digitales 3D-Modell übertragen. Nach einer kurzen Einführung in die Funktionsweise des 3D-Druckers und in die Software TinkerCAD, ist es Aufgabe der Teilnehmenden den skizzierten Rankkasten digital zu konstruieren. Dies erfordert Medien- und Sozialkompetenz, da miteinander gearbeitet und sich gegenseitig geholfen wird. Bei dem Slicen mit der Software Cura und dem Starten der 3D-Drucke kann Unterstützung von den Lehrenden eingeholt werden.

Die Fertigung im 3D-Drucker kann abhängig vom Design des Labyrinths bis zu 8 Stunden dauern.

## Einheit 7: Ansetzen der Keimlinge

In dieser Einheit steht das Ansetzen der Keimlinge für den Rankkasten im Vordergrund, also das Vorziehen des Saatgutes. Selbstverständlich können die Pflanzensamen auch direkt in den Rankkasten gesetzt werden. Das Erlebnis für die Lernenden ist jedoch ein Anderes. Beim Vorziehen auf z. B. nasser Watte kann der Prozess des Keimens deutlich besser beobachtet werden. Außerdem keimt erfahrungsgemäß nicht jede Bohne, so dass durch diesen Prozessschritt eine größere Sicherheit gegeben wird, dass im Rankkasten auch tatsächlich Pflanzen an der richtigen Stelle anwachsen.

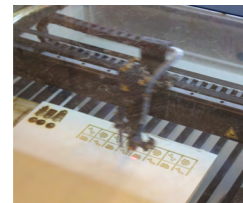
Mögliche Vertiefung im Unterricht: Verschiedenes Keimverhalten unterschiedlicher Pflanzenarten









## Einheit 8: Zusammenbau und Fertigstellung

In der letzten Einheit des Workshops werden die Einzelteile des 3D-gedruckten Rankkastens zusammengebaut. Dabei wird zunächst die Pflanzkammer mit Erde befüllt und die Keimlinge eingesetzt. Dann wird der Wasserbehälter gefüllt. Anschließend werden die einzelnen Teile aufeinander gesetzt. Dies erfordert etwas feinmotorisches Geschick.

Damit die Pflanzen nach oben zum Licht wachsen, muss das Labyrinth, das nach vorn hin durch eine durchsichtige Plexiglasscheibe abgeschlossen ist, verdunkelt werden. Dies kann z.B. mit einem passenden Stück Pappe und Klebe- oder Gummibändern erreicht werden. In den nachfolgenden Wochen muss darauf geachtet werden, dass stets ausreichend Wasser im Wasserbehälter vorhanden ist. Da Bohnen in der Regel sehr schnell wachsen, sind bereits nach wenigen Tagen Ergebnisse zu beobachten. Um den Fortschritt des Pflanzenwachstums zu beobachten, kann die Verdunkelungspappe jederzeit kurzzeitig abgenommen werden.





-  durchgeführt mit Klassenstufe 5
-  8x 50 Minuten
-  durchgeführt mit 15 Lernenden
-  Computer, 3D-Drucker, Lasercutter, Laminiergerät
-  TinkerCAD, Cura
-  Muster Spielbretter, Stifte, Lineal, Radiergummi, Papier, Pappe, Schleifpapier, Leim,
-  Erarbeitung einer Spielidee, digitale oder analoge Motiverstellung, digitale Fertigung kennenlernen
-  Einstieg oder Vertiefung beliebiger Themen

Für die Durchführung des Projektes sind 8 Einheiten á 50 Minuten vorgesehen. Ziel der Unterrichtseinheit ist es, sich in ein beliebiges Thema einzuarbeiten (in unserem Fall ein Naturwissenschaftliches) und dieses in Form eines Gesellschaftsspiels zu vertiefen und für andere zugänglich zu machen. Bei der Spieleentwicklung wird in Gruppen gearbeitet, was die Sozialkompetenz fordert und fördert.

### Einheit 1: Einarbeitung in das Thema der Wahl

In der ersten Einheit setzen sich die Lernenden mit einem selbstgewählten Thema auseinander. Die Schülerinnen und Schüler einigen sich in Kleingruppen von 4 Personen auf ein Thema und arbeiten sich selbstständig ein. Je nach Altersgruppe kann es von Vorteil sein, wenn die Lehrkraft die Auswahl an Materialien begrenzt, um die Recherchearbeiten zu erleichtern.

### Einheit 2: Ideensammlung für die Spielgestaltung

In offener Gesprächsrunde mit Brainstormingcharakter wird sich über unterschiedliche Spielformate von bekannten Gesellschaftsspielen (z.B. Memory, Monopoly, Schach, Leiterspiel, usw.) ausgetauscht und unterschiedliche Spielmechanismen betrachtet. Anschließend erfolgt eine Austauschrunde in den Kleingruppen, in der unterschiedliche Spielideen besprochen werden. Dabei sollte darauf geachtet werden, dass das zu erarbeitende Thema angemessen wiederspiegelt werden kann.

Dies kann ein zuvor im Unterricht behandeltes Thema sein, aus dem sich die Lernenden selbst Schwerpunkte wählen.

Hier kann gezielt Medienkompetenz gefördert werden.

### Einheit 3: Konkretisierung der Spielideen

Nun gilt es, sich in den Gruppen auf eine Spielidee zu einigen und erste Prototypen zu entwerfen. Dafür können bereits vorbereitete Spielfelder bearbeitet und modifiziert werden. Erfahrungsgemäß besteht für die Lehrkraft hier eine große Herausforderung darin, die Lernenden einerseits in ihrer Kreativität nicht zu beschränken, andererseits jedoch Ideen mit Hinblick auf ein übersichtliches, eindeutiges Regelwerk zu fokussieren. Auch bzw. gerade in dieser frühen Phase der Spieleentwicklung bietet es sich an, Spielregeln stichpunktartig festzuhalten.

### Einheit 4 bis 7: Umsetzung der Spielideen

In den folgenden Unterrichtsstunden werden die Spielideen weiter ausgearbeitet. Dabei liegen neben der gedanklichen Weiterentwicklung Schwerpunkte u. a. auf dem Design des Spielfelds und der Spielfiguren. Eine Arbeitsteilung innerhalb der Gruppen ist daher sinnvoll. Abhängig von der Ausgestaltung der Spiele kann eine Einführung in die Funktionsweise des 3D-Druckers erfolgen. Mit der Software TinkerCAD können die Teilnehmenden Würfel oder andere Figuren für das Spiel konstruieren und im 3D-Drucker fertigen. Dabei bleiben die Figuren jedoch häufig auf einfache Geometrien begrenzt. Für individueller Ausarbeitungen eignet sich in diesem Fall besonders die Fertigung mit dem Lasercutter. In diesem Fall können Zeichnungen der Schülerinnen und Schüler als Grundlage für Spielfiguren, Spielkarten und sonstiges Material dienen. Auch hier empfiehlt es sich, zunächst Prototypen aus Papier und Pappe zu erstellen, welche dann anschließend digitalisiert und mit dem Lasercutter aus 3mm-Sperrholzplatten geschnitten werden. Auf diese Art und Weise gefertigte Spielmaterialien können wiederum mit Schleifpapier und Buntstiften weiterverarbeitet werden, sodass auch die handwerkliche feinmotorische Arbeit geschult wird. Dies erfreut sich erfahrungsgemäß besonders bei jungen Lernenden großer Beliebtheit. Neben der Fertigung von Spielbrett und Spielfiguren muss ein Regelwerk aufgeschrieben werden. Regelwerk und eventuell vorhandenen Spielkarten können zugunsten der besseren Haltbarkeit einlamiert werden. Befinden sich die Spiele in einem „spielfähigen“ Entwicklungsstadium, bietet es sich an, die Spiele der Kleingruppen untereinander zu tauschen und probezuspielen. Hierbei werden Unklarheiten beim Regelwerk oder Logikfehler oft schnell sichtbar und können behoben oder angepasst werden. In diesen Unterrichtseinheiten herrscht eine offene Arbeitsatmosphäre vor, die sowohl die freie Entfaltung der Kreativität als auch die Selbstorganisation der Lernenden fördert.

### Einheit 8: Fertigstellung und Spielen der Spiele

Um alle Spielmaterialien gebündelt aufzubewahren, wird eine Box mit dem jeweiligen Namen und Logo des Spiels im Lasercutter gefertigt und von den Schülerinnen und Schülern zusammengebaut. Eine Präsentation und das abschließende Spielen der selbst entwickelten und gefertigten Spiele dient dazu, die Arbeit der Mitlernenden wertzuschätzen und das eigene Wissen um die gewählten Themengebiete zu erweitern.

3D-Druck und 3D-Konstruktion sowie Lasercutting und digitale Motiverstellung können als eigenständige Themenblöcke behandelt werden.





Das didaktisierte FabLab IDEENREICH ist Bestandteil des mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung im Rahmen der Bund-Länder-Förderinitiative „Innovative Hochschule“ geförderten Projektes „Grenzland Innovativ Schleswig-Holstein“.

