

Ingold/Maurer (Hrsg.): #Entwurf, 11.2020



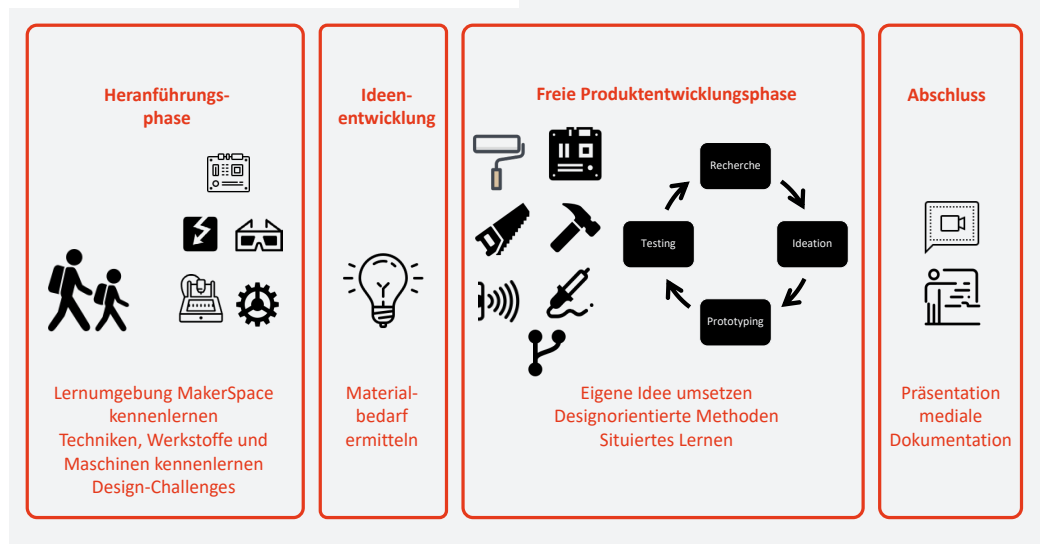
Unterrichten im MakerSpace

Making sollte so offen und frei wie möglich sein. Gefragt ist «Didaktische Bescheidenheit» (Arnold 2017). Natürlich benötigen die Schüler*innen auch Kenntnisse und Fertigkeiten, um eigene Ideen umzusetzen, die im Schulalltag mangels Zeitressourcen nicht immer selbstentdeckend und in offenen Lernsettings erworben werden können. In der Praxis hat sich eine vierstufige didaktische Struktur bewährt, die sowohl dem schulischen Bedürfnis nach fachlichem Wissens- und Kompetenzaufbau als auch den Anliegen der Maker Education gerecht wird.

Eine stärker strukturierte Heranführungsphase (1) schafft die fachlichen Grundlagen in einem ausgewählten Themenschwerpunkt. Eine Ideenentwicklungsphase (2) bereitet gedanklich auf ein eigenes Projekt vor und ermittelt den voraussichtlichen Materialbedarf. Eine freie Produktentwicklungsphase (3) lässt den Schüler*innen den nötigen Freiraum, um eigene Projekte praktisch anzugehen und ihre Ideen umzusetzen. Eine Abschlussphase (4) dient der Dokumentation und Präsentation der Ergebnisse.

Die Heranführungsphase kann starke Bezüge zu den Fachkompetenzen in Technischem und textilem Gestalten (TTG), Natur, Mensch, Gesellschaft (NMG) und Medien und Informatik (MI) haben, während in der freien Produktentwicklungsphase überfachliche Kompetenzen im Vordergrund stehen.

ABB 1: 4STUFIGE DIDAKTISCHE STRUKTUR



1. Stufe: Die Heranführungsphase

Worauf kommt es beim 3D-Drucken an? Wie gestaltet man eine Druckvorlage? Wie funktioniert die CNC-Fräse? Wie programmiert man mit Scratch? Bei diesen Fragen wird man um eine Instruktion der Schüler*innen nicht herumkommen. Es gibt aber zahlreiche Themen und Kompetenzbereiche beim Making, die sich im Rahmen von sogenannten Design-Challenges erarbeiten lassen.

DESIGN-CHALLENGES

1. Eine Design-Challenge ist ein konkreter Konstruktionsauftrag, den die Schüler*innen nicht mit einer Handlungsroutine oder Musterlösung bearbeiten können, sondern bei dem sie ein Problem lösen müssen.
2. Mindestens eine der drei Komponenten Zielstellung, Material oder Lösungsweg bleibt offen.
3. Design-Challenges können inhaltlich zugespitzt werden, so dass die Schüler*innen bei der Bearbeitung mit bestimmten fachlichen Aspekten konfrontiert werden.
4. Design-Challenges müssen im Anschluss gemeinsam ausgewertet werden. Dabei geht es darum, die Erkenntnisse beim Problemlösen sichtbar zu machen und fachlich zu systematisieren.

Bei «Reverse Engineering Challenges» ist das Endprodukt (z.B. ein Modell eines Fahrzeugs) vorgegeben. Es soll möglichst so nachgebaut werden, dass es seine Funktion optimal erfüllt. Statt einer Anleitung zu folgen, sind die Lernenden herausgefordert, die Konstruktionsprinzipien des Modells zu analysieren, geeignete Materialien zu organisieren und technische Umsetzungsmöglichkeiten auszuprobieren.

Bei «Material-Challenges» ist das Material vorgegeben, während das Ziel offen bleibt. Eine Variante wäre z. B. Sensoren, Microcontroller, Lampen, Motoren und Kabel mit einem offenen Auftrag vorzugeben wie «Baut ein Objekt, das in irgendeiner Form auf Menschen reagiert».

«Funktions-Challenges» zielen auf die Aneignung einer spezifischen Technik ab und fokussieren ein konkretes Ziel. «Bringt eine Glühbirne zum Leuchten. Holt euch alle Materialien, die ihr dazu braucht.»

Sandra Schön (et al. 2020) unterscheiden fünf verschiedene Arten von Konstruktionsaufträgen, die in der Heranführungsphase verwendet werden können. Das Spektrum reicht vom Arbeiten nach Anleitung bis zum völlig freien Ausprobieren.

ART DES AUFTRAGS	BEDEUTUNG	BEISPIEL
FREIES EXPLORIEREN	Beim «Freien Explorieren» haben die Lernenden keinerlei Einschränkungen bei der Nutzung eines MakerSpace. Sie können tun und lassen, was sie wollen und dabei ihren Interessen nachgehen, Materialien erkunden, neue Technologien ausprobieren.	Ihr habt hier eine Auswahl von Sensoren. Versucht etwas daraus zu entwickeln.
PROBLEMBASIERTE AUFGABE (DESIGN CHALLENGE)	Eine «problembasierte Aufgabe» – entspricht den bereits genannten Design-Challenges, also offenen Aufgabenstellungen, die unterschiedliche Lösungen ermöglichen.	Entwickelt ein Gerät, das etwas von A nach B bringt, aber keine Räder hat. Überlegt euch Lösungen, wie man sehbeeinträchtigten Mitschüler*innen die Orientierung im Klassenzimmer erleichtern kann.
AUFTRAGSORIENTIERTE UMSETZUNG	Eine «auftragsorientierte Umsetzung» beinhaltet eine konkrete Aufgabe, die nicht weiter zu hinterfragen ist.	Konstruiert Ausstecherformen für den 3D-Drucker, die wir auf dem Weihnachtsmarkt verkaufen können. Gestaltet einen Mülleimer, der sich bedankt, wenn etwas hineingeworfen wird.
WETTBEWERBSORIENTIERTE AUFGABEN	«Wettbewerbsorientierte Aufgaben» verlangen von den Maker*innen innerhalb einer vorgegebenen Zeit für ein Problem die beste, schnellste oder kreativste Lösung zu entwickeln. Aus Gender-Perspektive können solche wettbewerbsorientierten Aufgaben problematisch sein, da sie häufiger Jungen ansprechen und motivieren, als Mädchen».	Wer baut den kleinsten Papierflieger, der am weitesten fliegt?
ANLEITUNGSORIENTIERTE AUFGABE	Geschlossene «anleitungsorientierte Aufgaben» kommen zum Einsatz, wenn bestimmte Technologien systematisch eingeführt werden müssen.	Programmiert die LED so, dass sie viermal weiss blinkt und dann dauerhaft rot leuchtet.

Wichtig in der Heranführungsphase ist das Timing. Design-Challenges müssen unbedingt im Anschluss ausgewertet werden, damit sich die Erkenntnisse festigen und später in eigenen Projekten angewendet werden können. Es braucht Zeit, um verschiedene Lösungen zu testen, zu vergleichen und jeweils die spezifischen Stärken und Schwächen herauszuarbeiten. Eine 20minütige Design-Challenge kann in der Auswertung schnell mit 25 Minuten zu Buche schlagen.

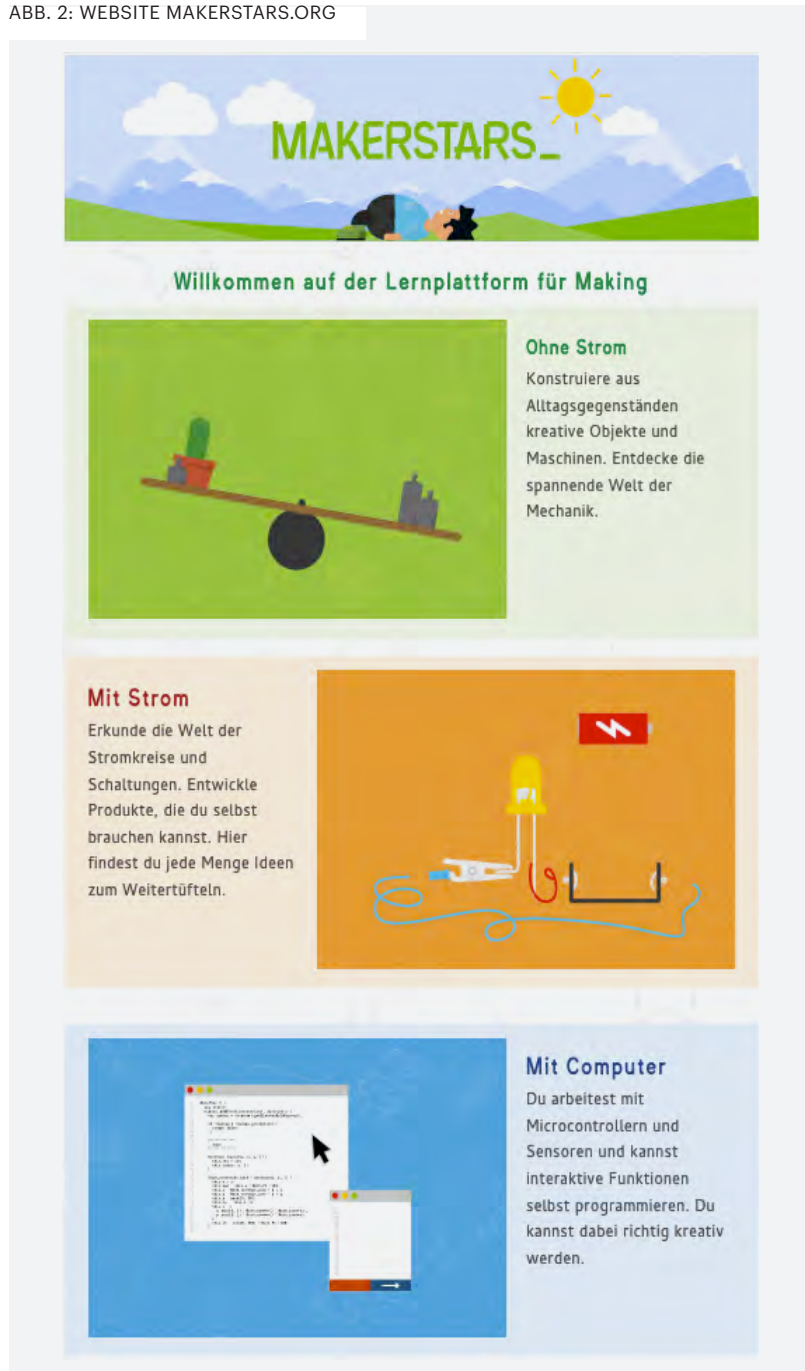
HINWEIS

Im Idealfall ist die Heranführungsphase ein rhythmisierter Mix aus den verschiedenen Konstruktionsaufträgen. Ausschliesslich Design-Challenges würde die Schüler*innen überfordern und zu viel Zeit in Anspruch nehmen. Ausschliesslich anleitungsorientierte Aufgaben wären ungeeignet als Vorbereitung auf die freie Produktentwicklung.

Beispiel-Challenges

Wer Beispiel-Design-Challenges für seinen Unterricht sucht, wird auf der Website <https://makerstars.org> fündig. Dort gibt es eine Auswahl an Challenges in den Bereichen «Ohne Strom», «Mit Strom» und «Mit Computer», die fortlaufend erweitert wird.

ABB. 2: WEBSITE MAKERSTARS.ORG



2. Stufe: Die Ideenentwicklung

Zwischen der Heranführungsphase und der freien Produktentwicklungsphase sollte etwas Zeit vergehen. Ein bis zwei Wochen sind ideal. In dieser Zeit können die Schüler*innen die Techniken, Arbeitsformen und Baustoffe, die sie in der Heranführungsphase kennengelernt haben, revue passieren lassen. Vielleicht gelingt es ihnen, auf dieser Basis schon eine erste Idee für die freie Produktentwicklungsphase zu entwickeln.

Wichtig ist, dass die Schüler*innen frühzeitig überlegen, welches Material sie voraussichtlich benötigen werden. Hierbei hilft ein kleiner Ideensteckbrief.

ABB. 3: IDEENSTECKBRIEF

Makerspace

Mein Name: _____

Das würde ich gerne im MakerSpace bauen: _____

Zeichne hier eine Skizze davon.

Beschreibe kurz, wie das Ding funktioniert und was man damit machen kann.

Diese Materialien werde ich vermutlich brauchen.

HINWEIS

Den Schüler*innen sollte unbedingt signalisiert werden, dass sie nicht auf die Idee im Steckbrief festgelegt sind. Sie können sich in der freien Produktentwicklungsphase natürlich auch anders entscheiden. Ausnahme: Wenn sie aber Materialien brauchen, die extra beschafft werden müssen.

Als Lehrperson bekommt man auf diese Weise schon einen ersten Eindruck von den Ideen der Schüler*innen. In der Regel wird man einem Schüler oder einer Schülerin eine Idee nicht ausreden. Nur in gravierenden Fällen kann eingegriffen werden. Wenn beispielsweise die Kosten zu hoch, die technischen Möglichkeiten nicht vorhanden oder die Ideen mit humanethischen Maßstäben unvereinbar sind.

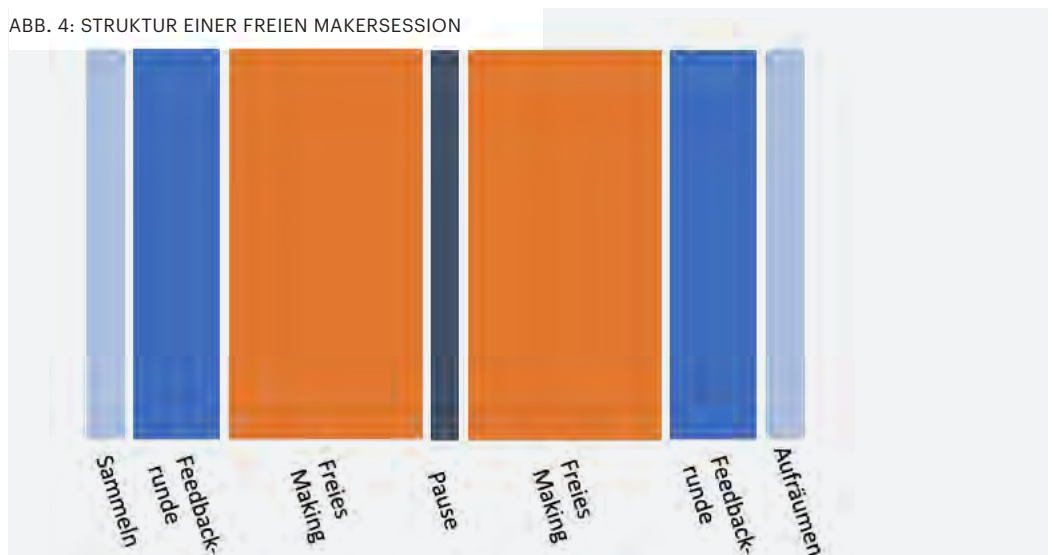
3. Stufe: Die freie Produktentwicklungsphase

Die freie Produktentwicklungsphase ist den individuellen Schüler*innenprojekten gewidmet. «Freiheit» bezieht sich in diesem Kontext auf drei Parameter.

- * Die Schüler*innen können selbst entscheiden, was sie entwickeln wollen.
- * Die Schüler*innen können entscheiden, ob sie ihr Produkt alleine oder im Team entwickeln wollen.
- * Die Schüler*innen können sich ihre Arbeit selbst einteilen, d.h. sich selbst Ziele setzen und überprüfen, inwieweit die Ziele bzw. Etappen tatsächlich erreicht wurden.

Eine freie Produktentwicklungssession dauert im Idealfall vier Lektionen. So haben die Schüler*innen Zeit, zu experimentieren, Probleme zu lösen und ihr Projekt weiterzutreiben. Bei aller Freiheit ist eine gewisse Struktur dennoch sinnvoll. In unseren Making-Projekten haben wir den folgenden Ablauf ritualisiert.

ABB. 4: STRUKTUR EINER FREIEN MAKERSESSION



Sammeln

Die ersten 10 Minuten Sammeln dienen der Vorbereitung der Maker-Session. Die Schüler*innen legen sich die benötigten Materialien bereit, rekapitulieren den aktuellen Stand und setzen sich Ziele für die bevorstehende Session. In dieser Zeit können sie ihre Überlegungen schriftlich oder visuell im Maker-Buch oder im digitalen Lernportfolio (vgl. ABB. 5) festhalten und sich auf die eröffnende Feedbackrunde vorbereiten.

Eröffnende Feedbackrunde

Zur Feedbackrunde kommen die Schüler*innen im Kreis zusammen und präsentieren nacheinander ihre Projekte und die jeweils nächsten Schritte ihrer Produktentwicklung. Das Plenum nutzt die Gelegenheit, Fragen zu stellen und konstruktive Rückmeldung und Hinweise zu geben. Die Schüler*innen werden dazu ermutigt, sich an diesen Feedbackrunden aktiv zu beteiligen. Das sich gegenseitige Unterstützen ist ein wesentlicher Bestandteil der Maker Education. Es soll in den regelmässig stattfindenden Feedbackrunden ritualisiert werden. Für die Schüler*innen soll die Präsentation und die Diskussion der eigenen Ideen mit dem Klassenplenum zu einer gewinnbringenden Selbstverständlichkeit werden. Aus diesem Grund moderiert die Lehrperson die Feedbackrunden in der Anfangsphase, sorgt für eine angenehme und wertschätzende Gesprächsatmosphäre und lobt die Schüler*innen für ihre Beiträge und Rückmeldungen. Nach erfolgreicher Ritualisierung der Feedbackrunde wird die Moderation in die Verantwortung der präsentierenden Schüler*innen übergeben.

Freies Making

Nach Abschluss der Feedbackrunde beginnen die Schüler*innen mit der selbstständigen Arbeit. Sie werden von der Lehrperson individuell und bei Bedarf betreut. Schüler*innen mit Vorkenntnissen werden gezielt in die Betreuung mit einbezogen. Eine grosse Pause (30 Min.) nach zwei Lektionen sorgt für die nötige Zerstreuung und schafft konstruktive Distanz zu den eigenen Vorhaben. Die Schüler*innen müssen in dieser Zeit den MakerSpace verlassen.

Abschliessende Feedbackrunde

Ca. 20 Minuten vor dem Ende der Session treffen sich die Schüler*innen wieder mit ihren Prototypen im Kreis. Sie geben Einblicke in ihren Entwicklungsprozess, berichten über Herausforderungen, und schätzen den Grad der Zielerreichung ein. Auch in dieser Phase ist Raum für Nachfragen und kritisch-konstruktives Feedback der Klassenkamerad*innen. Anschliessend werden die wichtigsten Erkenntnisse der Maker-Session im Maker-Buch oder im digitalen Portfolio schriftlich festgehalten, die Prototypen und Werkzeuge verstaut und der Raum aufgeräumt.

WICHTIG

Aufräumen immer erst nach der Feedbackrunde. Die Schüler*innen müssen ihre Prototypen zeigen und vorführen können.

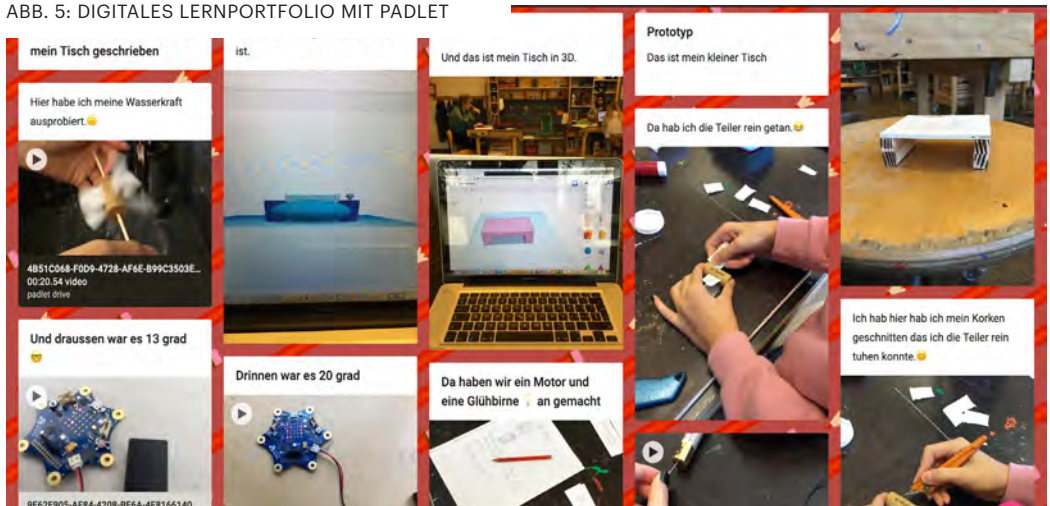
Hinweise zur Gesprächsführung in einer Feedbackrunde:

- * Den Schüler*innen die Relevanz der Feedbackrunden verdeutlichen: Making-Philosophie, voneinander lernen, sich gegenseitig inspirieren, Ideen austauschen, Wissen und Erfahrung weitergeben.
- * Die Schüler*innen darum bitten, kurz vorzustellen, welche Schritte im Produktentwicklungsprozess umgesetzt werden konnten, wo es Probleme gab und was die nächsten Schritte sind.
- * Die Schüler*innen ermutigen, sich aktiv ins Gespräch einzubringen und Hinweise zu den Produkten der anderen zu geben.
- * Dafür sensibilisieren, dass jede Idee wertgeschätzt wird, auch wenn sie nicht funktioniert.
- * Als Lehrperson darauf achten, dass verbal und nonverbal Wertschätzung zum Ausdruck kommt.

Stufe 4: Präsentation und mediale Dokumentation der Ergebnisse

Die Schüler*innen werden während der freien Produktentwicklungsphase dazu angehalten, ihre Erfahrungen und Erkenntnisse beim Making zu dokumentieren. Hierfür haben sie – je nach Klassenstufe – ein «Maker-Buch» und/oder Tablets für Foto- und Videodokumentationen zur Verfügung. Empfehlenswert ist auch eine persönliche Onlinedokumentation beispielsweise über Padlet (vgl. ABB. 5). Am Ende einer Making-Epoche erfolgt eine Produktpräsentation und eine Präsentation der medialen Dokumentation der Produkte.

ABB. 5: DIGITALES LERNPORTFOLIO MIT PADLET



Vorgeben, Beraten oder Mithelfen? - Lernbegleitung im MakerSpace

Making Pädagog*innen kennen die Situation: Die Schüler*innen wollen ein Produkt bauen, wissen aber nicht so richtig, wie sie vorgehen sollen. Wie soll man sich nun verhalten? Wie kann man unterstützen, ohne die Selbstständigkeit der Schüler*innen zu sehr einzuschränken? Wir haben mit dieser Form der Lernbegleitung gute Erfahrungen gemacht.

A Projektidee verbalisieren lassen

«Versucht mir mal zu erklären, was genau ihr bauen wollt.» Beim Erklären stoßen die Schüler*innen häufig an Grenzen. Schüler*in: «Wir wollen einen Automaten bauen, der Kaugummis ausspuckt.»

B Eine Skizze zeichnen lassen

«Zeichnet mir mal eine Skizze von eurem Produkt, so dass ich erkennen kann, wie es funktioniert.»

Die Schüler*innen werden dazu gebracht, ihre Idee zu vergegenständlichen. Wenn es eine Teamarbeit ist, findet beim Zeichnen eine erste Klärung und Aushandlung statt. «Ach so meinst du? Ich dachte eigentlich so!»

ABB. 5



C Die Skizze erklären lassen

Eine Skizze zu versprachlichen, fällt den Schüler*innen vergleichsweise leicht, weil schon allein das (gemeinsame) Herstellen der Skizze die Gedanken und Vorstellungen zum Produkt konkretisiert hat. Typisch ist, dass die äussere Erscheinung recht konkret dargestellt ist und die Funktionsweise eher vage bleibt.

D Bestätigen und Leerstellen kennzeichnen

«Ich zeige euch jetzt an eurer Skizze, was ich verstanden habe und was mir noch nicht ganz klar ist.» Hier wiederholt die pädagogische Begleitung einfach das, was sie verstanden hat und markiert die entsprechenden Stellen in der Skizze grün. «Ok, hier ist ein Schalter und wenn man ihn drückt, kommt hier ein Kaugummi heraus». Dann werden die «Leerstellen» in der Skizze angesprochen. Leerstellen bezeichnen Punkte, die noch nicht oder zu wenig durchdacht worden sind. «Woher weiss jetzt die Falltüre, dass sie herunterklappen soll, wenn man den Knopf drückt? Wo ist die Verbindung?»

E Ein Modell oder ein Prototypen bauen lassen

Wenn die Leerstellen besprochen und vielleicht schon erste Ideen entwickelt sind, würden wir den Schüler*innen empfehlen, aus Pappe, Klebeband, Holzteilen, etc. einen ersten Prototyp zu bauen. Dabei soll ermittelt werden, wie gross das Produkt wird und wie die Funktion, d.h. der technische Kern, in das Produkt eingebaut werden soll. Die Schüler*innen finden beim Prototyping ausserdem heraus, welche Bauteile sie brauchen und mit welchen statischen, mechanischen, elektronischen oder informatischen Herausforderungen zu rechnen ist.

Schüler*innen mit höherem Unterstützungsbedarf empfehlen wir Youtube-Tutorials oder wir machen mit ihnen gemeinsam eine Internetrecherche und schauen uns Tutorials an.

Wichtig beim Prototyping: Die Funktion muss im Vordergrund stehen. Es reicht nicht aus, eine Box zu bauen und diese schön anzumalen.

ABB. 6



Stossen die Schüler*innen an die Grenzen ihres technischen Verständnisses, ist es an der Zeit, technische Grundlagen an konkreten Modellen zu vermitteln.

ABB. 7



F Prototyp besprechen

Ist der Prototyp fertiggestellt, muss er unbedingt besprochen werden. Was daran funktioniert und was nicht? Ist die Funktion konzeptionell entwickelt oder braucht es eine weitere Entwicklungsschleife? Wir empfehlen, die verschiedenen Prototypen am Ende einer Maker-Session im Plenum zu besprechen. Häufig verstehen Unbeteiligte die technische Herausforderung sehr schnell und können Feedback geben (vgl. Feedbackkultur).

G Produkt herstellen oder andere Richtung einschlagen

Wenn der Prototyp fertig ist, haben die Schüler*innen eine Vorstellung von der Komplexität des Produkts und können den Aufwand für die Herstellung abschätzen. Dies ist gegebenenfalls der Zeitpunkt, ein Projekt abubrechen und sich umzuorientieren.

ABB. 6 Hier werden Elemente einer Skizze konkretisiert. Die pädagogische Begleitung zeigt die Laufrichtung von Zahnrädern auf.

ABB. 7 Hier zeigt die pädagogische Begleitung anhand eines Modells auf, wie sich die Mechanik in einem Kaugummiautomat verhält.