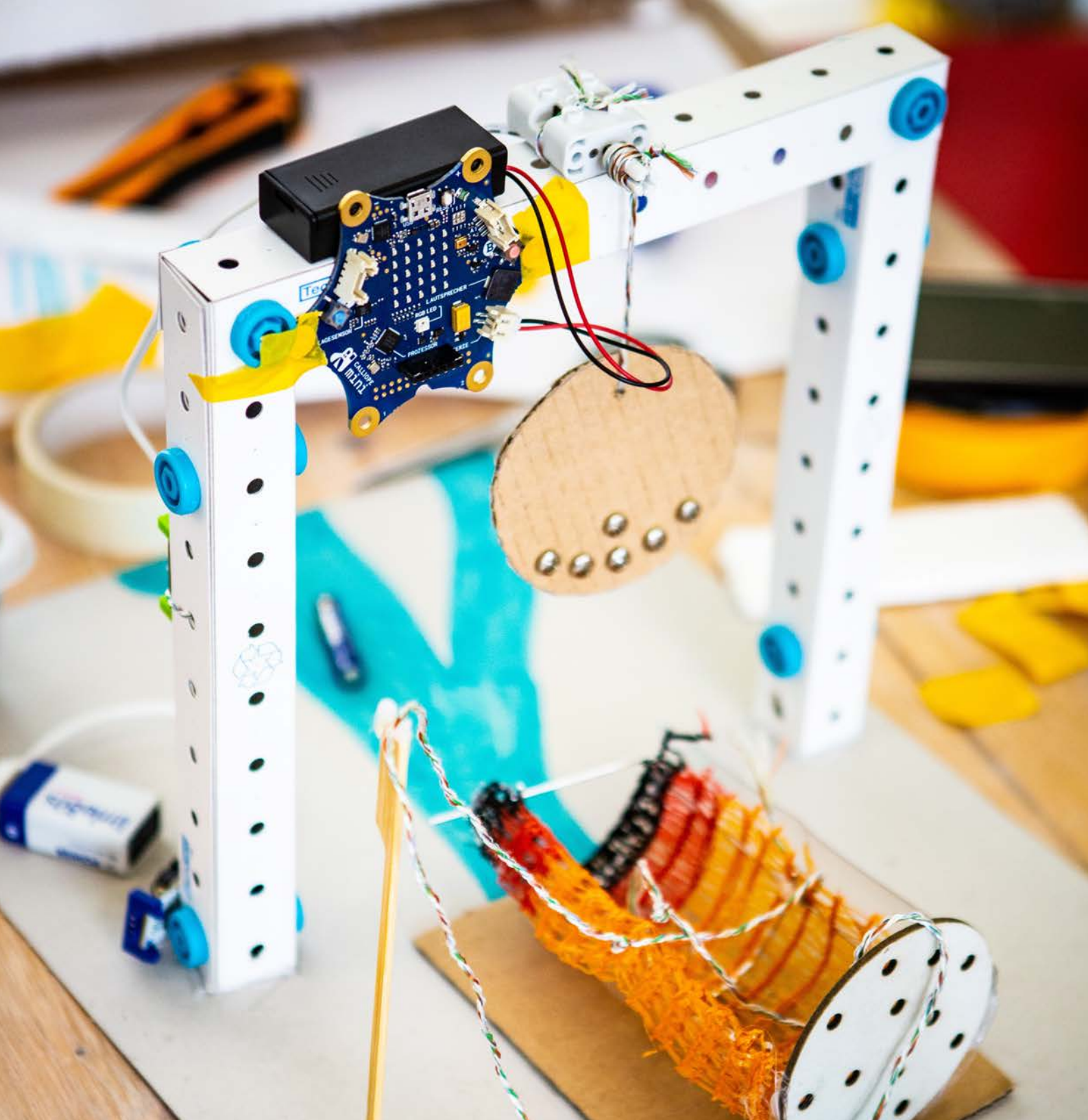




Framework

Making macht Schule

Fünf Dimensionen für die Umsetzung in der Praxis

Impressum

Themenheft

Making macht Schule | Ein Framework mit fünf Dimensionen für die Umsetzung von Making-Aktivitäten in der Praxis
Version 1.0 | Rorschach, Juni 2019

Dieses Themenheft ist im Rahmen des GMI21 Projektauftrags der Arbeitsgruppe Medien/Informatik, Kammer Pädagogische Hochschulen von swissuniversities, mit freundlicher Unterstützung der Hasler Stiftung entstanden.

Autoren

Manuel Garzi, Simon Hefti, Marcel Jent, Dorit Assaf
Institut ICT & Medien | Pädagogische Hochschule St.Gallen

Bildnachweis

Grafiken und Illustrationen: Wenn nicht anders vermerkt eigene Darstellungen, ansonsten siehe Anmerkungen.
Fotos: Manuel Garzi

Haftungsausschluss

Es wird darauf hingewiesen, dass trotz sorgfältiger Bearbeitung und Prüfung alle Angaben ohne Gewähr erfolgen. Eine Haftung der Herausgeber ist ausgeschlossen.

Nutzungsmöglichkeiten

Dieses Werk ist lizenziert unter einer Creative Commons Namensnennung - Nicht-kommerziell - Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International Lizenz. Attribution: «Framework Making macht Schule | Fünf Dimensionen für die Umsetzung in der Praxis»



Die jeweils aktuellste Version des Themenheftes sowie alle Arbeitsmaterialien sind unter folgender URL erhältlich:

<https://shwca.se/mms>

Kontakt

Für Anregungen, Fragen oder sonstigen Hinweisen nehmen Sie jederzeit gerne Kontakt mit uns auf:

Institut ICT & Medien PHSG
Müller-Friedbergstrasse 34
CH - 9400 Rorschach
+41 71 858 71 45
iim@phsg.ch

Vorwort

Making macht Schule – Mit Kindern kreative Lösungen für ihre Welt entwickeln

Die Welt von morgen ist komplex, global vernetzt und digital durchdrungen. Aufgabe einer zeitgemässen Schule muss sein, die Lernenden auf die Herausforderungen der Zukunft vorzubereiten, sie mit den notwendigen Ressourcen und Kompetenzen auszustatten und sie letztlich zu befähigen, ihre Umwelt aktiv und kreativ mitzugestalten und weiterzuentwickeln.

Making-Aktivitäten schaffen über einen explorativen und konstruktionistischen Zugang Lernfelder, in welchen Kinder und Jugendliche eigene Ideen entwickeln können und diese in grosser Eigenverantwortung kreativ umsetzen sollen. Die dazu notwendigen Kompetenzen sind vielfältig und fordern heraus, selbstständig zu denken und zu handeln sowie komplexe Probleme lösungsorientiert anzugehen. Dabei verschmelzen traditionell handwerkliche Tätigkeiten mit den neuen Möglichkeiten digitaler Techniken und der Informatik. Der so geschaffene Raum hat das Potenzial, die natürliche Neugier und die Entdeckerfreude der Lernenden zu fördern. Konkrete Probleme aus der Lebensweltrealität sollen identifiziert werden, um daraus konkrete Lösungsideen, eigene kreative Erfindungen, zu generieren. Solch intrinsisch motivierte «Projekte» fördern das Selbstbewusstsein der Lernenden und ermöglichen wichtige Selbstwirksamkeitserfahrungen im Sinne von positiven Veränderungsmöglichkeiten in unserem Alltag, unserer Gesellschaft, unserer Welt.

Solche Lerngelegenheiten und -räume zu schaffen, zu moderieren und zu begleiten, ist für Lehrpersonen höchst anforderungsreich und komplex. Zudem sind die vielerorts vorherrschenden Strukturen der Institution Schule eher hinderlich für offene methodisch-didaktische Settings. Mit dem Framework «Making macht Schule» soll Lehrpersonen eine Handreichung für die Integration solch anforderungsreicher Lernsettings gegeben werden.

Inhaltsverzeichnis

EINLEITUNG	6
Vom Konsumenten zum Maker	6
Making in der Schule	7
FRAMEWORK «MAKING MACHT SCHULE»	10
Einleitung Framework MmS	10
Allgemeine Zielsetzungen	11
Konkrete Zielsetzungen	11
Ressourcen: Ermöglichungsrahmen	12
Lehr- / Lernverständnis	12
Werkzeuge / Medien	12
Klassische Werkzeuge	13
Digitale Fabrikationsgeräte	13
Physical Computing	14
Programmiersprachen	14
Materialien	16
Raum / Infrastruktur	17
Kompetenzen / Wissen	18
Zeitressourcen	19
Finanzen / Support	20
Thematik: Leitmotto, Fragestellung	21
Themeneinschränkung und Entwicklung eines Leitmottos	22
Didaktik: Vision, Zugang	24
Veränderte Rollen von Lehrpersonen und Lernenden	25
Gestaltung von Making-Lernsettings	26
Social Entrepreneurship Education	29
Dokumentation	31
Methodik: Design Thinking for Education	33
Was ist Design Thinking?	33
Design Thinking for Education	34
Design Thinking for Making Toolkit	35
Recherche	36
Ideenfindung	37
Entwurf Prototyp	38
Planung	38
Umsetzung	38
Präsentation, Auswertung	39

Beurteilung Making-Projekte	41
Prozessorientiertes Beurteilen	41
Beurteilungsmethoden	42
Anforderungen an das Beurteilungsraster	43
Kriterienraster entwickeln	44
 BEISPIEL: 2. ZYKLUS PROJEKT	 45
Ressourcen	45
Thematik	47
Didaktik	48
Methodik	50
Erforschungsphase	50
Entwicklungsphase	52
Ergebnisphase	53
 BEISPIEL: 3. ZYKLUS PROJEKT	 57
Projekt Gewitter-Push	57
Aufgabenstellung	57
Abgrenzung:	57
Vorbereitung Lehrperson	57
Methodik	58
Recherche	58
Ideenfindung	59
Skizze, Entwurf Prototyp	60
Planung	61
Umsetzung	62
Evaluation	65
Beurteilung	68
 FAZIT	 70

Einleitung

*«Maybe making can change the world,
but first it changes us»*

Dale Dougherty, CEO Maker Media (Dougherty & Conrad, 2016, S. XVII)

Vom Konsumenten zum Maker

Wir sind alle Konsumenten. Wir werden auf diese Rolle schon im frühen Kindesalter vorbereitet. Die Produktlebenszyklen werden immer kürzer. Wir kaufen und besitzen immer mehr, was wir dann mit einer Leichtigkeit und Selbstverständlichkeit wieder wegwerfen. Denn das getragene Kleid ist in der nächsten Saison nicht mehr Mode oder es zerfällt aufgrund mangelnder Qualität bereits von selber. Der Einweggrill eignet sich so perfekt für einen schönen Sommerabend am See und kann gerade nach Gebrauch wieder entsorgt werden, ohne dass man ihn nach Hause nehmen und reinigen muss. Es hat Spass gemacht, sich auf dem aufblasbaren Einhorn einen Sommer lang den Fluss hinunter treiben zu lassen; im nächsten Sommer ist es dann verleidet. Der Aufwand Elektronik, Taschen, Spielzeug, Schuhe, Kleider, Möbel etc. zu reparieren oder reparieren zu lassen, lohnt sich angesichts der allgegenwärtigen Billigprodukte nicht mehr. Wir verlernen das Reparieren und die Wertschätzung der Dinge, die wir besitzen. In dieser Rolle des Konsumenten definieren wir uns darüber, was wir kaufen oder besitzen. Die Freude am Gekauften hat jedoch einen ebenso kurzen Lebenszyklus. Der Konsum und das schier unendliche Angebot lassen uns längerfristig unbefriedigt und unerfüllt. Gibt es nicht ein günstigeres, schöneres, trendigeres, neueres, besseres Produkt? Oftmals wissen wir aufgrund des Überangebots und der allgegenwärtigen Werbung gar nicht mehr, was und wieviel wir wirklich brauchen oder wollen. In

dieser Konsumentenkultur nehmen wir die Welt, deren Produkte und Dienstleistungen als gegeben und haben verlernt, selbst zu produzieren und Lösungen für Probleme zu finden. Denn wenn es etwas nicht zu kaufen gibt, dann gibt es das nicht.

Selbstverständlich benötigt es für eine funktionierende Wirtschaft Konsumenten. Für das Wohlergehen unseres Planeten Erde ist es jedoch wichtig, dass nicht nur einige wenige produzieren und der Rest von diesen wenigen Anbietern abhängig ist und «blind» konsumiert. In Zeiten des Klimawandels, der steigenden Bevölkerungszahlen, der wachsenden Einkommensschere ist es notwendig, dass der Konsum vernünftig, nachhaltig und ressourcenschonend ist und dass man die Welt nicht als gegeben hin nimmt.

Eine Gegenbewegung zu dieser Konsumentenkultur ist die Maker-Community. «Maker» definieren sich darüber, wozu sie fähig sind zu tun und was sie lernen können. Sie zelebrieren die aktive Handlungsmöglichkeit und möchten die Welt mitgestalten. Grundsätzlich ist ein Maker jemand, der etwas selbst baut, auseinandernimmt, erweitert, kreiert, (um-)gestaltet, Lösungen findet, seine Ideen umsetzt. Dies kann alles sein, es gibt keine klare Eingrenzung des Schaffensbereichs des Makers. So kann ein Maker auch «nur» Marmelade selbst einkochen oder einen

Schal stricken. Ein Maker ist auch nichts Neues. Denn die Welt zu erkunden und Dinge herzustellen, liegt in der Natur des Menschen. Über Jahrtausende hat er dies innovativ und im Einklang mit der Natur gemacht. Auch gab es in der modernen Zeit immer schon Do-It-Yourself Enthusiastinnen und Enthusiasten, die in Hobbyräumen, Garagen und Vereinen Dinge kreiert haben. Das Neue, was die Maker-Community seit rund 15 Jahren definiert, ist die Erweiterung des traditionellen (Kunst-)Handwerks mit digitaler Technologie. Dazu gehören digitale Fabrikationsgeräte wie 3D-Drucker, Lasercutter, CNC-Fräsen sowie Mikrocomputer, wie Arduino, Raspberry Pi, Calliope, micro:bit etc. Durch diese Geräte ist es so einfach wie nie zuvor, High- und Low-Tech Produkte selbst zu kreieren.

Neben den digitalen Geräten macht das Neue der Maker-Bewegung auch die Arbeitsweise aus. Projekte, Designs, Tutorials, Programmcode werden online publiziert und über Creative Commons Lizenzen zur Verfügung gestellt.

Kollaboratives Problemlösen, voneinander zu kopieren und auf Bestehendem aufzubauen, ist Konzept der Open-Source Bewegung; ein Gegenpol zu proprietären, geschlossenen Systemen, Monopolen und Patenten. Die benötigten Kompetenzen werden entweder autodidaktisch über Online-Tutorials oder in Kursen von anderen Community-Mitgliedern erworben. Die Werkzeuge und digitalen Fabrikationstools werden in oftmals von Vereinen betriebenen «Makerspaces» zur Verfügung gestellt und durch das Teilen für jede und jedem zugänglich. Durch diese «Demokratisierung» des Produzierens wird Making gerne auch als neue industrielle Revolution bezeichnet (Anderson, 2012).

Die Technologie verändert unsere Welt in jeglicher Hinsicht. Making ist ein Besinnen auf das, was der Mensch befähigt ist zu tun: Dinge zu bauen und Ideen umzusetzen, um seine Welt mitzugestalten.

Making in der Schule

Die Volksschule hat die Aufgabe, Kinder und Jugendliche für ihre Zukunft fit zu machen. Sie werden teilweise in Jobs arbeiten, die es heute noch gar nicht gibt. Die Digitalisierung und Automatisierung werden Jobs ersetzen, aber auch Arbeitsplätze mit neuen Anforderungen schaffen. Die Schule muss sich im Bewusstsein des unvermeidbaren weiteren Wandels anpassen und Kinder und Jugendliche so ausbilden, dass sie anpassungsfähig, vielseitig und beweglich sind (Fadel, Bialik, Trilling, Schleicher, & Muuß-Merholz, 2017). In diesem Zusammenhang werden oft die 21st Century Skills als die relevanten Kompetenzen für eine komplexe und unsichere Zukunft genannt. Zu diesen 21 Century Skills gehören u.a. Kreativität, Problemlösen, Kollaboration, Kommunikation, kritisches und ethisches Denken, Empathiefähigkeit und Selbstinitiative (Trilling & Fadel, 2012).

Die Digitalisierung und die damit verbundene tiefgreifende Veränderungen der Gesellschaft und der Arbeitswelt fordern auch die Volksschule heraus. Der Berufsverband ICT-Berufsbildung Schweiz prognostiziert aktuell einen Fachkräfte-Mangel von 40'000 IT-Fachspezialisten bis ins Jahr 2026. Untenstehende Grafik verdeutlicht, dass dieser Bedarf nur durch eine gezielte Förderung solch zukünftig notwendiger Kompetenzen und konkrete darauf ausgerichtete Ausbildungskonzepte gedeckt werden kann (Abbildung 1).

Deckung d. zusätzlichen Fachkräftebedarfs bis 2026

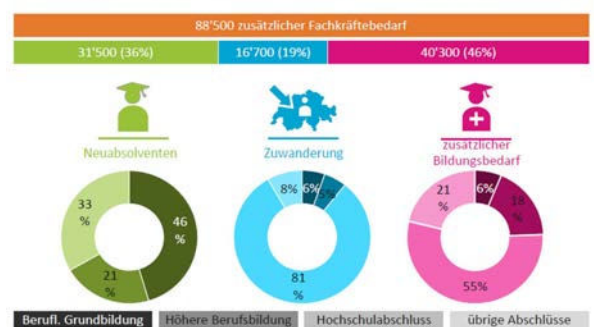


Abbildung 1 – «Deckung zusätzlicher Fachkräftebedarf». Quelle: (ICT Berufsbildung Schweiz, 2019)

Der Lehrplan Volksschule trägt auf verschiedenen Ebenen diesem Anspruch Rechnung, indem er unter anderem ganzheitliche Kompetenzen im MINT-Bereich fordert. Kinder und Jugendliche sollten so z.B. Informatik anschaulich und «be-greifbar» erleben können und Informatikkonzepte sollten, wenn immer möglich auch «spiele-risch und handlungsbezogen» vermittelt werden. (Lehrplan 21, 2019, p. 6)

Basierend auf subjektiven Beobachtungen langjähriger Unterrichtspraxis der Autoren entstand der Eindruck, dass Kinder selten mit Situationen konfrontiert werden, in welchen selbstständiges Denken und Handeln sowie das eigenständige Entwickeln von Ideen erforderlich sind.

Diese Einschätzung stand zu Beginn des Entwicklungsprozesses dieses Themenhefts im Zentrum.

Die heutige Schule tut sich trotz aller Bemühungen hin zu offenerem und individualisiertem Unterricht nach wie vor schwer, die traditionellen und institutionellen Organisationsstrukturen und Rahmenbedingungen aufzuweichen. Zu mächtig erscheinen die starren, aber Sicherheit versprechenden Modelle und Organisationformen von der «guten alten Schule».

Angefangen bei der traditionellen Vorstellung einer wissensvermittelnden Lehrperson, über starre Stundenpläne im Lektion- und Fächerraster, engen und geschlossenem Aufgabengabenstellungen mit voraussehbarem Endergebnis bis hin zu standardisierten Unterrichtsräumen mit wenig Gestaltungsfreiraum – all dies können einschränkende Faktoren darstellen und im ungünstigsten Fall die Innovationskraft von Lehrpersonen und Lernenden hemmen.

Dem heutigen Bildungssystem und vor allem der Volksschule wird oftmals unterstellt, dass Inhalte, Konzepte und Strukturen veraltet seien und es im Kern nach wie vor um Wissensvermittlung und daraus folgernd ums Auswendiglernen von Inhalten geht. Sir Ken Robinson zeigt beispielsweise in seinem vielbeachteten TED-Talk «changing education paradigms» (2010) eindrücklich auf, dass Schüler*innen in vorherrschenden Schulsystemen oft Kompetenzen vermittelt werden, welche noch aus der Zeit der Industrialisierung und der vom wirtschaftlichen Aufschwung geprägten Gesellschaft der Nachkriegszeit entstammen. Er fordert ausserdem ein radikales Umdenken, eine Umgestaltung und Neuausrichtung der Schule.

Wie können Kinder und Jugendliche auf die vor uns liegende ungewisse Zukunft, welche entscheidend von disruptiven Entwicklungen wie zum Beispiel der Digitalisierung und Algorithmisierung geprägt sein wird, vorbereitet werden? Die Schule tut gut daran, lieber früher als später, auf die sich heute bereits abzeichnenden, einschneidenden Veränderungen zu reagieren.

Jack Ma, Gründer und CEO des grössten Online-Händlers «Alibaba», wurde auf dem Weltwirtschaftsforum 2018 in Davos gefragt, wie er – als ausgebildeter Englischlehrer – zum Thema Bildung stehe.

Ma antwortet überraschend direkt: «Ändern wir nicht, wie wir unterrichten, dann haben wir in 30 Jahren grosse Probleme.» Ma spricht sich dafür aus, dass Kinder etwas lernen sollen, was Maschinen niemals können und was sie von diesen unterscheidet. Als Beispiele nennt er Werte, Überzeugung, unabhängiges Denken, Teamwork und

Mitgefühl (Jack Ma - Youtube, 2019). Diese Kompetenzen lassen sich nicht durch reines Wissen vermitteln.

Wie kann Schule und Bildung auf diese offensichtliche Diskrepanz reagieren? Wie kann es gelingen, diese vielzierten 21st Century Skills aufzubauen und zu fördern. Wie können wir Kinder zu kritischem Denken und kreativem Handeln anregen?

Verschiedene Aspekte von Making eignen sich sehr gut, um wichtige überfachliche Kompetenzen, wie Kollaboration, Selbstinitiative, Kreativität und Resilienz zu fördern (Clapp, Ross, Ryan, & Tishman, 2016). Dazu kommen weitere Kompetenzen im MINT-Bereich (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik) (Tucker-Raymond & Gravel, 2019). Making bezieht sich oftmals auf das Arbeiten mit digitalen Technologien, wodurch es sich insbesondere für die Vermittlung digitaler Kompetenzen und informatischer Problemlösungsstrategien anbietet. Es muss aber nicht zwingend immer die Arbeit mit 3D Druckern und Mikrocomputern in einem voll ausgerüsteten Makerspace sein. Die Technologie spielt dabei eine weniger wichtige Rolle als das Maker-Mindset, welches bei den Lernenden etabliert werden soll: das Selbstvertrauen und die Motivation, eigene Ideen umzusetzen.

So werden zum Beispiel unter dem Stichwort «Early Entrepreneurship Education» im Rahmen des EU-Projektes «YouthStart» Kompetenzen wie unternehmerisches Denken und verantwortungsvolles Handeln angestrebt und vermittelt (YouthStart, 2019). Das Ziel dieser und ähnlicher Initiativen ist es, Kindern und Jugendliche dazu zu befähigen, aktiv und selbstbestimmt an der Gesellschaft teilzuhaben. Der Fokus liegt dabei auf dem «Lernen durch Herausforderungen». Die Kinder sollen lernen, die Welt, in der sie leben, bewusst wahrzunehmen und Probleme, Herausforderungen und Chancen zu erkennen, um daraus Ideen zu entwickeln und umzusetzen.

«Making» und / oder «Entrepreneurship Education» verfolgen grundsätzlich eine sehr breite Vermittlung von «Zukunfts-Kompetenzen» (21st Century Skills) und setzen die Schwerpunkte auf Innovation, Kreativität, Problemlösefähigkeit, Nachhaltigkeit, Kollaboration und sozialer Verantwortung. Die Welt braucht Erfinderinnen und Erfinder, Entrepreneure, Träumerinnen und Träumer, aktive und sozialverantwortliche Bürgerinnen und Bürger, die sich kompetent in dieser vermehrt komplexen Welt orientieren können. Nur so können unserer Meinung nach die grossen Herausforderungen unserer Zeit angegangen werden.

Eine solch «maker-orientierte» Didaktik stellt die Institution Schule und alle daran beteiligten Akteure vor grosse Herausforderungen. Für eine erfolgreiche und

nachhaltige Umsetzung bedarf es unter Umständen tiefgreifende Veränderungen und neue Rahmenbedingungen. Aus der langjährigen Erfahrung des Autorenteams mit der Umsetzung und Integration von Making-Lernsettings in der Schulpraxis sowie in der Aus- und Weiterbildung von Lehrpersonen haben sich eine ganze Reihe von Problemfeldern und komplexen Herausforderungen herauskristallisiert (Abbildung 2), welche die Umsetzung und Verankerung von Making-Settings und einer «Making-Didaktik» in der Schule erschweren bzw. teilweise fast unmöglichen.



Abbildung 2 - Problemfelder und Herausforderungen im Kontext von «Making in der Schule»

Zusätzlich müssen von Seiten der Didaktik noch viele zusätzliche offene Fragen geklärt werden:

- › Inwieweit können die Strukturen der Schule (z.B. Leistungsbewertung, Lehrplan, Schul- und Unterrichtsorganisation, Erziehungsauftrag, Erwartungen der Eltern an schulische Lernprodukte) mit den Prinzipien des Making in Einklang gebracht werden?
- › Wie lassen sich Eigeninteressen und Fähigkeiten der Schüler*innen mit didaktischen Szenarien zur Förderung von Kreativität und Problemlösen verbinden?
- › Wie kann man differenzieren, um der heterogenen Zusammenstellung der Schulklasse gerecht zu werden?
- › Welche materiellen und personellen Ressourcen braucht es, um einen maker-orientierten Ansatz unter den Bedingungen des Schulalltags zielführend betreiben zu können?
- › Was sind die benötigten Kompetenzen der Lehrpersonen? Wie sollen diese erworben werden?
- › Inwiefern ermöglicht die interdisziplinäre Arbeit im Making, im Lehrplan geforderte Kompetenzen aus verschiedenen Fächern zu erwerben?

Diese und viele weitere Fragen sind im Moment noch weitgehend unbeantwortet. Sicher festhalten lässt sich allerdings bereits heute:

Making-Aktivitäten im Unterricht zu etablieren und die Schule so umzugestalten, dass die geforderten 21st Century Skills nachhaltig gefördert und aufgebaut werden können, ist höchst anforderungsreich und kann viele Lehrpersonen angesichts der oft vorherrschenden zähen Strukturen und Bedingungen vor eine fast unlösbare Aufgabe.

In diesem Heft möchten wir auf einige dieser Fragen und Herausforderungen eingehen und davon ausgehend ein didaktisches Framework zum Making in der Schule präsentieren. Dieses Framework wird zurzeit an der Pädagogischen Hochschule St.Gallen am Institut ICT & Medien sowie im Fachbereich Medien und Informatik in allen Studiengängen entwickelt und getestet. Das Ziel des Frameworks ist es, einen praxisbezogenen Rahmen zu skizzieren, anhand welchem maker-orientierter Unterricht in der Schule erfolgreich geplant und durchgeführt werden kann. Dabei haben sich fünf Dimensionen herauskristallisiert, welche für Konzeption, Implementation, Vorbereitung, Durchführung, Auswertung und Beurteilung von Making-Aktivitäten in der Schule bedeutsam sind. Dabei wurden von den Autoren verschiedene Ansätze, Methoden und Modelle kombiniert, die hilfreich und relevant erschienen (z.B. didaktischer Zugang und Zielsetzungen von Entrepreneurship Education, Design Thinking Prozessmethode für die Umsetzungsphase etc.). Neben den bereits bestehenden Ansätzen und Modellen basieren die Inhalte und Informationen innerhalb der einzelnen Dimensionen auf der langjährigen Erfahrung des Autorenteams mit der Vermittlung von maker-orientierten Kompetenzen in der Aus- und Weiterbildung von Lehrperson, der Umsetzung und Begleitung von Making-Settings mit Schüler*innen der Volksschule sowie in den regionaldidaktischen Zentren des Kantons St.Gallen (RDZ). Das Framework versteht sich als ein unterstützender und im besten Fall sogar handlungsleitender Rahmen für Lehrpersonen und Schulleitungen, welche die Vision der Autoren einer zeitgemässen und innovativen Schule teilen und Making in ihre Klassenzimmer bringen möchten.

In den folgenden Kapiteln wird das didaktische Framework «Making macht Schule | 5 Dimensionen für eine Umsetzung in der Praxis» vorgestellt und die einzelnen Dimensionen beschrieben. In den Kapiteln «Abbildung 35: Beispielkriterium «Entwurf Prototyp» mit Indikatoren und einer 4er Skala

Beispiel: 2. Zyklus Projekt» und «Beispiel: 3. Zyklus Projekt» wird dann anhand von zwei exemplarischen Projektideen aufgezeigt, wie eine mögliche Umsetzung für den 2. und 3. Zyklus aussehen könnte.

Framework «Making macht Schule»

In diesem Kapitel werden zuerst die Visionen, Herausforderungen und möglichen Herangehensweisen anhand von Optimierungsfeldern für Making-Aktivitäten in der Volksschule hergeleitet. Anschliessend werden die fünf Dimensionen des didaktischen **Frameworks Making macht Schule (MmS)** im Detail erläutert und die didaktischen Grundlagen hergeleitet.

Einleitung Framework MmS

Bei der Herleitung des didaktischen Frameworks zu den Making-Aktivitäten in der Schule mit den für eine Praxisumsetzung relevanten Dimensionen standen folgende Visionen für eine reformierte und transformierte Didaktik der Volksschule und entsprechende Implikationen für die schweizerische Lehrerinnen- und Lehrerbildung im Zentrum:

- › Kinder und Jugendliche bekommen im Unterricht wieder mehr Gelegenheit, an der eigenen Idee / am eigenen Produkt zu lernen sowie handelnd und eigenständig etwas selbst zu bauen oder auszuarbeiten.
- › Lehrpersonen sehen Ihre Rolle und Aufgabe verstärkt in der Begleitung (Coaching) der Lernenden und in der Moderation der individuellen Lernprozesse. Die informelle und aufgabenbezogene Wissensaneignung rückt gegenüber der traditionellen, eher formellen, Wissensvermittlung zunehmend in den Vordergrund.
- › Die handlungsleitenden, didaktischen Grundsätze und Konzepte sowie die Gestaltung der Aufträge und Lernumgebungen fördern und fordern individuelle Arbeitsweise, kreatives Denken und selbstständige Problemlösekompetenzen.
- › Lehrende und Lernende pflegen eine positive Fehlerkultur und einen offenen Umgang mit Problemen und

Hindernissen sowie ein wertschätzendes und wohlwollendes Klima der Zusammenarbeit.

- › Die individuelle Dokumentation und das Teilen von Arbeits- und Lernprozessen sowie neuen Erkenntnissen und Ideen bilden eine Evidenz des Handelns und schaffen Transparenz über persönliche und kollektive Lernprozesse sowie die erreichten Kompetenzen.
- › Die Schule öffnet sich gegen aussen, vernetzt sich mit anderen Lerngemeinschaften, teilt neues Wissen und Erkenntnisse und pflegt dadurch die Kommunikation und Kooperation mit Interessensgruppen und Partnern.
- › Die Gestaltung und der Aufbau der Lernräume, die Infrastruktur sowie die zur Verfügung stehenden Werkzeuge und Materialien regen Kreativität und innovatives Denken und Handeln an.

Diese Visionen entstanden aus dem intensiven Diskurs der Autoren mit verschiedensten Personen und Experten aus dem Schulumfeld und der Wirtschaft.

Allgemeine Zielsetzungen

Das Spannungsfeld zwischen diesen Visionen und den beschriebenen Schulstrukturen ist komplex und herausfordernd:

- › Lehrpersonen / Lehramtstudierende lernen durch die Arbeit mit dem Framework «Making macht Schule» eine Möglichkeit kennen, um Making-Aktivitäten in der Schule zu etablieren.
- › Die Lernenden entwickeln eine unternehmerische Denk- und Handlungsweise und können Ideen auf kreative und innovative Weise umsetzen (Zielgruppenorientierung, Problemlösestrategien, Selbstwirksamkeit).
- › Handlungsorientierte und explorative Zugänge zum Making und zur Informatik sind sowohl in der schweizerischen Lehrerinnen- und Lehrerbildung wie im Unterricht auf der Zielstufe integriert.
- › Making fungiert als Türöffner / Zubringer für eine informatische Denk- und Arbeitsweise.

Das im Folgenden beschriebene Framework skizziert einen didaktischen Ermöglichungsrahmen, in welchem Schüler*innen zu möglichst selbstständigem Denken und Handeln und zu eigenverantwortlichem Lernen mit hoher Selbststeuerung angeleitet werden. Dabei dient die Making-Aktivität als Hilfsmittel für eine neue informatische Denk- und Arbeitsweise, die kreative Entwicklungen und innovative Herangehensweisen unterstützt. Durch den interdisziplinären, kooperativen und kreativen Handlungsansatz entstehen viele Bezüge zu den 21st Century Skills.

Aus den obengenannten allgemeinen Zielsetzungen stellen sich der Lehrperson im didaktischen und methodischen Bereich folgende Herausforderungen:

- › Wie kann eine «unternehmerische Denkweise» angeregt und etabliert werden?
- › Wie kann ein Rahmen gestaltet werden, der eigenständige Ideen- und Produktentwicklung erfordert?
- › Wie kann Making definiert werden, damit es als Türöffner / Zubringer für eine informatische Denk- und Arbeitsweise dient?

Um die Lernenden an die «unternehmerische Denkweise» heranzuführen und Rahmenbedingungen zu schaffen, welche die prozessorientierte Denk- und Arbeitsweise fördern, müssen mehrere konkrete Zielsetzungen verfolgt werden und in das didaktische Framework einfließen.

Konkrete Zielsetzungen

- › Die Lernenden kommen weg von einer stark geführten und angeleiteten Denk- und Arbeitsweise, hin zu einer selbstständigen, erfinderischen und schöpferischen Denkweise.
- › Die Bedeutung und Wichtigkeit von Informatik für die Volksschule ist geklärt und etabliert.
- › Die Lernenden engagieren sich stärker und zeigen mehr Leistungsbereitschaft.
- › Die Lernenden sind intrinsisch motiviert und entwickeln bei auftauchenden Problemen einen stärkeren Durchhaltewillen und damit ihre Problemlösekompetenzen.
- › Der Wert von selbstgemachten, nicht perfekten, Produkten (Prototypen) und des Entstehungsprozesses wird in den Fokus der Lernenden gerückt.
- › Die Studierenden (als zukünftige Lehrpersonen) verlieren den Anspruch und die Vorstellung immer alles wissen zu müssen, also die Vermittler des Wissens sein zu müssen. Stattdessen nehmen sie vermehrt die Rolle als Mentor, Lernbegleiter und Berater ein.

Um diese Zielsetzungen im Unterricht mit den Lernenden angehen zu können, bedarf es einer rahmengebenden Struktur, welche die didaktische Umsetzung unterstützt. Die fünf Dimensionen des Frameworks «Making macht Schule» (Abbildung 3) sollen innerhalb dieses Prozesses handlungsleitend und strukturgebend wirken. Im Folgenden werden die einzelnen Dimensionen und mögliche Ausprägungsformen detailliert beschrieben:

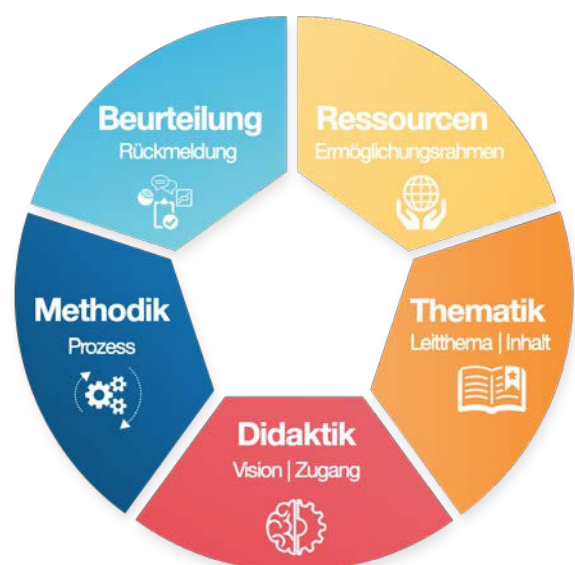


Abbildung 3 – Übersicht über alle 5 Dimensionen / Framework Making macht Schule, 2019

Ressourcen: Ermöglichungsrahmen



Abbildung 4 - Dimension «Ressourcen» / Framework Making macht Schule, 2019

Schule und Unterricht sind eingebettet in ein komplexes Konstrukt aus organisatorischen, administrativen, bildungspolitischen, stundenplantechnischen und infrastrukturellen Rahmenbedingungen. Die Komplexität dieses Konstrukts kann einschränkend auf Innovationen und Veränderungen wirken und den Spielraum für Making-Settings, welche zeitaufwändig sind, einschränken.

Auch auf der personellen Seite sind offene Making-Settings sowohl für die begleitende(n) Lehrperson(en), wie auch für die Lernenden herausforderungsreich (siehe Kapitel «Kompetenzen / Wissen»).

Die nachfolgende Abbildung 5 versucht ohne Anspruch auf Vollständigkeit einen Überblick über die verschiedenen Ressourcen zu vermitteln, welche für die Umsetzung von Making-Settings im Unterricht geklärt bzw. vorhanden sein sollten.



Abbildung 5 - Notwendige Ressourcen für Making-Settings

Lehr- / Lernverständnis

Die veränderte Rolle der Lehrperson sowie der damit einhergehende Wandel des Lehr- und Lernverständnisses wird im Kapitel «Veränderte Rollen von Lehrpersonen und Lernenden» ausführlich erörtert.

Werkzeuge / Medien

«The maker movement is not about technology itself but about people and their projects that apply technology in new ways» (Dougherty & Conrad, 2016, p. XIX)

Innerhalb von Making-Settings kommen neben klassischen Werkzeugen und Materialien auch digitale Fabrikationsgeräte und -technologien zum Einsatz (Abbildung 6).

Die Informatik, insbesondere die algorithmische Denkweise und das Programmieren, dient dabei als verbindendes Element und Problemlösetool.

Eine gewisse Gefahr besteht darin, dass aufgrund der heute verfügbaren Menge und Vielfalt an (digitalen) Werkzeugen, Programmen und Geräten dem Tool (Medium) eine zu starke Bedeutung beigemessen wird und dieses so ungerechtfertigt zu stark ins Zentrum der Aufmerksamkeit rückt. Dabei handelt es sich eigentlich nur um (bis zu einem gewissen Grad) austauschbare, didaktische Hilfsmittel oder Werkzeuge. Mitunter werden ganze

Curricula und Lehrmittel auf bestimmte Technologien, Produkte oder Tools ausgelegt, wobei ein latentes Risiko vorliegt, zu stark auf ein anwendungsorientiertes Produktwissen zu fokussieren, anstatt das zugrundeliegende Konzeptwissen zu vermitteln. Konzepte und Kompetenzen sollten daher auch auf andere Technologien und Kontexte übertragen werden können.

Nachfolgende Kriterien können bei der Auswahl eines digitalen Tools (und der dazugehörigen didaktisierten Unterlagen und Materialien) als Hilfestellung dienen:

- › **Robustheit:** Ist das Tool ausreichend robust für die Nutzung im Schulalltag? Sind Reparaturen bei allfälligen Defekten möglich und Ersatzteile erhältlich?
- › **Zugang / Lizenz:** Muss Software auf einem Computer installiert werden oder gibt es einen einfachen Zugang über den Browser? Muss ein Login erstellt werden und bei jeder Verwendung ein Login stattfinden? Ist die Software frei verfügbar oder steht ein kostenpflichtiges Lizenzmodell dahinter?
- › **Datenschutz:** Welche Daten werden gesammelt? Welche Firma steckt dahinter? Wo stehen die Server?
- › **Konzepte:** Wird mit diesem Tool primär Produktwissen vermittelt oder sind die Konzepte übertragbar?
- › **Usability:** Ist die Software schnell und stabil? Ist das Tool intuitiv bedienbar? Benötigt es viel Zeit vorzubereiten und bereitzustellen?
- › **Kosten:** Stimmt Preis/Leistung? Wie sieht es mit der langfristigen Wartung/Updates aus? Gibt es Ersatzteile? Was kosten diese?
- › **Beständigkeit:** Wird es das Produkt, Updates und Ersatzteile noch in 5 Jahren geben? Steckt eine etablierte Firma dahinter oder ist es das Produkt eines Startups/Kickstarters?

Gemäss Seymour Papert, Mitentwickler der Programmiersprache LOGO und «Vater der Maker-Bewegung», sollte der Computer für die Schüler*innen einfach ein weiteres «Material» sein, wie Papier und Massstab (Libow Martinez & Stager, 2013). Beeindruckend ist, dass diese Aussage aus den 1970er Jahren stammt. Wichtig ist, dass der Unterricht nicht tool-zentriert ist, sondern auf die zu vermittelnden Konzepte fokussiert. Idealerweise sollten die Aktivitäten so designt sein, dass das gewählte technische Tool auswechselbar ist; d.h. mit geringem Aufwand auf ein anderes gewechselt werden kann.

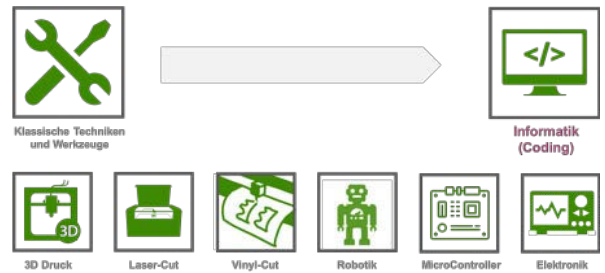


Abbildung 6 - Tools und Technologien

Klassische Werkzeuge

Klassische Werkzeuge des bildnerischen und textilen Gestaltens haben einen genauso hohen Stellenwert in einem Makerspace wie digitale Fabrikationsgeräte: Heissleimpistolen, Hammer, Schraubenzieher, Zangen, Sägen, Bohrer, Styroporschneider, Heissluftpistolen, LötKolben, Nähmaschinen, etc. Denn die meisten Maker-Projekte lassen sich gut und schneller mit traditionellen Werkzeugen umsetzen. Beim Sägen und Bohren sollten fachkundige Betreuungspersonen zur Hilfe stehen.

Digitale Fabrikationsgeräte

Ein gut ausgestatteter Makerspace sollte neben klassischen Werkzeugen auch digitale Fabrikationsgeräte zur Verfügung stellen. Obwohl die meisten Geräte in den letzten Jahren erheblich günstiger geworden sind, bedeutet deren Anschaffung trotzdem eine höhere Investition. Dabei sollte gründlich überlegt werden, warum und wie man das Gerät verwenden möchte und was neben den Anschaffungskosten die Betriebskosten sind. Bei allen digitalen Fabrikationsgeräten sollte nicht vergessen werden, dass dies Werkzeuge sind, die sich für spezielle Zwecke eignen. Es folgt eine kurze Zusammenfassung der häufigsten digitalen Fabrikationsgeräte und ihrer Funktionen:

- › **3D-Drucker:** ein additives Fertigungsverfahren, indem Kunststoff in dünnen Lagen schichtweise aufgebaut wird. Es lassen sich je nach Qualität des 3D-Druckers mehr oder weniger komplexe 3D Objekte fertigen. Ein grosser Vorteil ist, dass sich auch ineinander verschachtelte Objekte erstellen lassen. Bei günstigen Geräten, die meistens im Schulkontext zu finden sind, lassen sich häufig «nur» einfarbige Objekte aus Plastik erstellen. In der Industrie gibt es Drucker, die verschiedene Materialien drucken können, aber für den Hobbygebrauch sind diese noch unerschwinglich.

- › **Schneidplotter (Vinylcutter):** ein 2D-Fertigungsverfahren, welches mit scharfen Klingen Papier und Folien schneidet. So können Formen ausgeschnitten werden, welche auch auf 3D-Objekte aufgefaltet werden. Schneidplotter sind kostengünstig und eignen sich sehr gut für einen Einsteiger-Makerspace.
- › **Lasercutter:** das leistungsfähige Pendant zum Schneidplotter. Der Lasercutter schneidet und graviert verschiedenste Materialien wie Holz, Karton, Leder, Plexiglas, etc. Die Leistungsfähigkeit des Lasers definiert die Dicke des Materials, welches geschnitten werden kann. Lasercutter sind teuer in der Anschaffung und in der Wartung. Ebenso wird eine Lösung für die Abluft der entstehenden Gase benötigt, oftmals über ein Rohr nach aussen oder ein (teures) Filtersystem. Wenn vorhanden, werden Lasercutter durch ihre einfache Bedienung und Vielseitigkeit bei der Bearbeitung der Materialien sehr rege genutzt.
- › **CNC-Fräsmaschine:** das ist sozusagen eine 3D-Bohrmaschine. Verschiedene Materialien wie Holz, Kunststoff oder Metall können bearbeitet werden. Das 3D-Objekt entsteht durch die subtraktive Fertigung, also dem Wegbohren des nicht benötigten Materials, ähnlich wie ein Steinmetz das Material wegmeisselt. CNC-Fräsen sind auch günstiger geworden, gehören jedoch zusammen mit den Lasercuttern zu den teuren Geräten in einem Makerspace. Die Fertigung mit CNC-Fräsen ist auch eher anspruchsvoll.

Nur der Neuheit wegen sollte man ein Gerät nicht anschaffen, denn der Spass am Neuen wird schnell abflauen und die Anschaffung wäre nicht nachhaltig. Wie bei traditionellen Werkzeugen sollte man ein digitales Fabrikationsgerät dann anschaffen, wenn es auch wirklich gebraucht wird. So sollte man beim 3D-Drucker beispielsweise nicht ausschliesslich witzige Figuren oder Schlüsselanhänger aus dem Internet herunterladen und ausdrucken. Der 3D-Drucker eignet sich sehr gut dafür, spezifische Teile herzustellen, die nicht (günstig) beschafft werden können und/oder mit einem traditionellen Werkzeug nicht so einfach herzustellen sind. Ideal ist, wenn die Schüler*innen in ihrem Maker-Projekt an dem Punkt kommen, in dem sie ein bestimmtes Teil benötigen, z.B. ein spezifisches Verbindungselement. Das Element kann über geeignete CAD-Software z.B. (Tinkercad) designt und ausgedruckt werden.

Die meisten digitalen Fabrikationsgeräte sind sicher in ihrer Anwendung, das reduziert der Betreuungsaufwand im Gegensatz zu traditionellen Werkzeugen wie Bohrer, Schleifen und Sägen. Der Wartungsaufwand sollte ebenfalls nicht unterschätzt werden. Es kann sich lohnen in etwas teurere Geräte zu investieren.

Physical Computing

Wenn man an Computer denkt, kommen einem in erster Linie Laptops, Smartphones und Tablets in den Sinn. Dies ist natürlich korrekt, dennoch machen diese Geräte einen kleinen Teil der digitalen Welt aus. Überall in unserem Alltag «verstecken» sich Computer: in Getränkeautomaten, Zugangssystemen von Gebäuden, Autos, Kinderspielzeug, Zahlungssystemen, Haushaltsgeräten, Medizintechnik, Automatisierungsanlagen in Fabriken, etc. Viele dieser Computer sind dabei spezialisiert auf eine bestimmte Aufgabe, z.B. bei der Kaffeemaschine das Produzieren von feinem Kaffee. Oftmals sind dies Computer in Form von Mikrocontrollern, die günstig, stromsparend und kompakt sind. An Mikrocontrollern können Sensoren und Aktoren angehängt werden und somit interaktive Systeme gebaut werden. Bis vor nicht allzu langer Zeit haben hauptsächlich Fachpersonen in der Industrie Mikrocontroller programmiert. Denn es benötigt einiges an Knowhow in Informatik und Elektronik, um einen solchen nur zum Laufen zu bringen. Das (Arduino) Projekt – ein Projekt mit dem Ziel, Mikrocontroller Laien zugänglich zu machen – hat ein Stein ins Rollen gebracht. Es bietet mit seinen open-source Platinen und Software-Bibliotheken einen niederschweligen Zugang. Seit rund 4-5 Jahren gibt es nun noch weitere Produkte wie z.B. (Micro:bit), (Calliope) oder (Oxocard), die speziell auf den Unterricht in der Volksschule zielen. Nun können Primarschülerinnen und -schüler bereits Mikrocontroller programmieren und interaktive Systeme selber bauen, was auch unter dem Begriff «Physical Computing» zusammengefasst wird. Physical Computing Hardware- und Software-Tools sind ein wichtiger Bestandteil eines jeden Makerspaces.

Programmiersprachen

Sobald man einen Computer dazu bringen möchte, etwas Spezifisches oder Interaktives zu machen, muss man ihn programmieren. Dabei wird ein Programm aus einer Reihe von Anweisungen erstellt, welches dann vom Computer ausgeführt wird. Traditionellerweise wird der Programmcode textuell eingegeben (für Menschen lesbar), also über einen Text-Editor. Mittlerweile gibt es aber zahlreiche visuelle Programmierungsumgebungen, worin der Code über Symbole und Icons per Drag-and-Drop zusammengestellt wird. Das Resultat ist dasselbe: ein Programm, welches anschliessend in Maschinensprache (für Menschen unlesbar) übersetzt und vom Computer ausgeführt wird. Es kommt also nicht darauf an, wie der Code eingegeben wird, die Programmierkonzepte sind bei visuellen oder textuellen Editoren dieselben. Und bei der Kompetenz «Computational Thinking», die es zu fördern

gilt, geht es unter anderem um Programmierkonzepte und nicht um Programmiersprachen oder Editoren.

Die Wahl einer Programmiersprache oder Programmierungsumgebung für den Unterricht soll aus didaktischen Gründen erfolgen. Dabei fällt vor allem der Ansatz der kreativen Informatik ins Gewicht. Die technischen Details stehen weniger im Vordergrund als vielmehr die Entwicklung einer persönlichen Umsetzung von Problemstellungen und Ideen anhand dieser Programmierungsumgebung, um die Kreativität, Fantasie und Interessen zu verwirklichen. Die kreative Informatik fördert das selbstständige Gestalten und betont das Wissen, die Praxis und die Grundkenntnisse, welche Lernende benötigen, um eine Erfindung programmieren und technisch umsetzen zu können. So erläutern Brennan, Balch und Chung wie folgt die Aspekte der kreativen Informatik:

«Kreative Informatik orientiert sich an Informatik. Junge Leute für die Schaffung von Computerartefakten zu begeistern, bereitet sie für viel mehr vor, als für eine Karriere als Informatiker oder Programmierer. Es unterstützt die Entwicklung junger Leute als informatisch Gebildete – Individuen, die in allen Bereichen ihres Lebens, über Fachbereiche und Kontexte hinaus, auf computergestützte Konzepte, Methoden und Perspektiven aufbauen können.» (Brennan, Balch, & Chung, 2019, p. 1)

Visuelle Programmiersprachen

Blockbasierte Programmiersprachen sind wohl die bekanntesten visuellen Programmiersprachen. Bei blockbasierten Sprachen gibt es spezielle Blöcke für verschiedene Programmierkonzepte wie z.B. Anweisungen, logische Ausdrücke, Schleifen, Bedingungen, Variablen, Unterprogramme, etc. Passende Blöcke schnappen ineinander und helfen somit einen korrekten Programmcode zu erstellen. Die Vorteile liegen darin, dass somit keine Syntaxfehler vorkommen und so die mühsame Fehlersuche, die vom eigentlichen Programmvorhaben ablenkt, verhindert werden kann. Durch die unterschiedlichen Blockformen und Farben wird auch das Lesen und Nachvollziehen des Programmcodes erleichtert.

Blockbasierte Programmiersprachen haben auch Nachteile. Bei komplexeren Programmen wird es sehr schnell unübersichtlich. Die grafischen Elemente erfordern viel Platz auf dem Bildschirm, sodass man viel scrollen muss. Oft fehlen auch spezifische Anweisungen oder Möglichkeiten wie z.B. Rückgabewerte aus Unterprogrammen.

Ist die Programmiererin oder der Programmierer an einem Punkt angekommen, indem die Blockprogrammierung zu limitierend ist, lohnt sich aus didaktischer Sicht der Übergang zur textuellen Programmiersprache. Denn

in Text stehen einem viel mehr Möglichkeiten des Programmierens offen. Viele blockbasierte Programmierungsumgebungen bieten einen fließenden Wechsel zu einer textuellen Sprache, wie z.B. Python oder JavaScript. Die Programmierblöcke des blockbasierten Programmcodes werden dabei automatisch in Text übersetzt.

(Scratch) ist eine der bekanntesten blockbasierten Programmierungsumgebungen, die unter frei verfügbar ist. Sie kann auch über einen Offline-Editor auf Geräten ohne Internetzugang verwendet werden. Mit Scratch können eine Vielzahl von interaktiven Projekten umgesetzt werden. Hierbei können Animationen, Geschichten, Spiele und mathematische Probleme, aber auch informatische Problemlösungen unterschiedlichster Komplexität programmiert werden. Die Programme können dann mit anderen in einer Online-Community geteilt werden. Seit der Markteinführung von Scratch im Mai 2007 haben hunderttausende User weltweit mehrere Millionen Projekte erstellt und geteilt. Scratch ermöglicht einen leichten Einstieg in die Grundkonzeption der Computerprogrammierung und folgt dem explorativen Ansatz «imagine, program, share». Zudem ist Scratch erziehungsorientiert und wurde primär als Lernumgebung entwickelt. Die Umgebung ist motivierend und kreativitätsfördernd gestaltet.

Anders als Scratch, welches eine in sich abgeschlossene Programmierungsumgebung ist, eignen sich «Blockly» und «Makecode» Bibliotheken von Google bzw. Microsoft für die Integration eines blockbasierten Programmiereditors auf eigenen Webseiten oder Apps. Viele Tools für den Unterricht verwenden diese Bibliotheken z.B. (Micro:bit), (Calliope), (App Inventor), (Oxocard) etc. Fälschlicherweise wird anstelle von «blockbasiert» oftmals der Ausdruck «mit Scratch programmiert» verwendet, da Scratch die bekannteste blockbasierte Programmiersprache ist. Dies ist nicht korrekt, Scratch ist eine bestimmte Programmierungsumgebung mit blockbasiertem Editor, grafische Ausgabefunktion, Community etc. und steht nicht für den allgemeinen Begriff «blockbasiert».

Es gibt noch andere Arten von visuellen Programmiersprachen mit unterschiedlichen Programmierparadigmen. (Thymio VPL), eine ereignisbasierte Programmiersprache, welche speziell für die Schule entwickelt wurde oder LabVIEW, welche eine datenstromorientierte (flow-based) Programmiersprache ist, die vor allem in der Industrie im Einsatz ist (LabVIEW Student Edition).

Textuelle Programmiersprachen

Die Liste von textuellen Programmiersprachen ist sehr lang. Auf Volksschulstufe haben sich vorwiegend objektorientierte Skriptsprachen wie Python oder JavaScript durchgesetzt, welche auch von der Syntax her einfacher

sind als Programmiersprachen wie Java oder C/C++. Oftmals gibt die zu programmierende Plattform die Programmiersprache vor, aber es kann meistens auch zwischen verschiedenen Sprachen ausgewählt werden. Wichtig ist auch hier, dass auf die Programmierkonzepte fokussiert wird und nicht auf eine spezifische Sprache. Die aktuelle Verbreitung in der Industrie sollte auch keine Rolle in der Entscheidung der zu wählenden Sprache sein, da dies sich in kürzester Zeit wieder ändern kann. Konzepte sind jedoch viel beständiger und man sollte ohne grosse Mühe zwischen Sprachen wechseln können. Wichtig ist, dass die Programmierumgebung wichtige Tools zur Fehlersuche bereitstellt und die Eingabe vom Text vereinfacht z.B. über gute Dokumentation und «code completion».

Materialien

Materialien spielen beim Making eine zentrale Rolle. Die digitalen Fabrikationsgeräte können verschiedenste Materialien bearbeiten. So ist es möglich, Materialien von Stahl über Gold bis Keramik in 3D zu drucken. Bei günstigeren 3D-Druckern für den Hobbymarkt beschränkt sich die Auswahl jedoch meistens auf Kunststoffe wie PLA und ABS. Lasercutter können Materialien wie MDF (Holz),

Karton, Leder, Filz, Acrylglas schneiden und gravieren. CNC Fräsen, je nach Bauart Metall, Kunststoff oder Holz.

Für das Prototyping einer Projektidee kann man kommerzielle mechanische Bausätze aus Kunststoff oder Metall zur Hilfe nehmen, wie LEGO, LEGO Technic, Makeblock, Eitech usw.). Am besten eignen sich aber herkömmliche Bastelmaterialien wie Karton, Papier, Pappe, Kork und Sperrholz. Diese Materialien können günstig beschafft oder über das Recycling im Haushalt gesammelt werden (Abbildung 7). Dazu kommt noch das Upcycling, das Umfunktionieren von Materialien oder Objekten. Mit Hilfe von geeigneten Tools für die Verarbeitung von Karton, z.B. (TechCard, 2019), (Makedo, 2019) können schnell und einfach Prototypen gebaut werden.

Aufgrund der Leitfähigkeit eignet sich Aluminium und Kupfertape gut für Projekte beim Physical Computing; jedoch sollte man einen sparsamen Umgang mit diesen wertvollen Rohstoffen anstreben. Nachhaltigkeit sollte möglichst oft thematisiert werden: Woher kommt das Material? Wer baut es ab und verarbeitet es? Wie kommt es zu uns? Was passiert, wenn man es entsorgt?

Deshalb sollten Materialien wie z.B. Styropor eher nicht verwendet werden; obschon es beim Basteln gerne zum Einsatz kommt. Es ist energieaufwändig in der Herstellung und kann nicht recycelt werden.

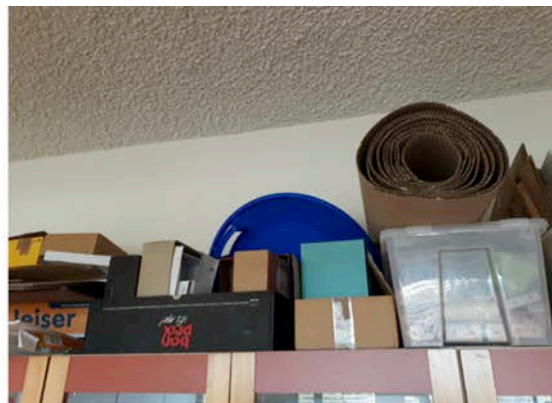
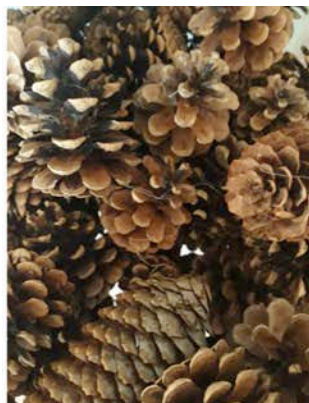
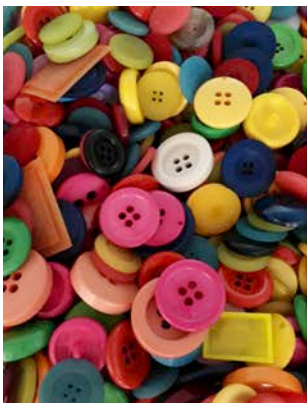


Abbildung 7 – Unterschiedliche Bastelmaterialien, die selber aus dem Haushalt gesammelt werden können, eignen sich sehr gut.

Raum / Infrastruktur

Die Räumlichkeiten sollten so gestaltet sein, dass das Angebot zum Selbstlernen und sozialen Lernen anregt. Der Raum sollte gross genug sein, dass Orte mit thematischem Fokus möglich sind. Zudem sollte die Einteilung der Räumlichkeiten der Organisation des Making-Projektes helfen. In den meisten Schulen sind solche Räumlichkeiten noch nicht vorhanden oder nicht vorgesehen. Das bisherige Raumangebot an Schulen ist oft auf Fachgefässe ausgerichtet. So sind z.B. die Werkräume für den technischen oder textilen Werkunterricht eingerichtet und dementsprechend ausgebaut. Allenfalls können Räumlichkeiten für den gestaltenden Unterricht temporär in Making-Räumlichkeiten umfunktioniert werden. Dafür spricht das Vorhandensein von einer breiten Palette an Gestaltungsmaterialien, welche die Kreativität anregen und die Making-Projekte unterstützen können.

Ein weiterer Aspekt, der bei der Wahl der Räumlichkeiten beachtet werden sollte, ist der Fokus auf die Denkarbeit, das kreative Entwickeln. Um Ideen zu einem fertigen und funktionsfähigen Produkt bringen zu können, braucht es auch gemütliche Ecken, wo eine Vertiefung in die Lektüre von Büchern, dem Notieren von ersten Erkenntnissen und dem Zusammenarbeiten in Kleingruppen dienen.

Nachfolgend werden verschiedene Möglichkeiten der Integration von Making-Räumen und der dafür nötigen Infrastruktur in das bestehende Raumangebot einer typischen Schule analysiert und die Vor- und Nachteile der verschiedenen Varianten analysiert.

Integration in bestehende Gestaltungsräume (technisches und bildnerisches Gestalten)

Der offensichtlichste Vorteil dieser Lösung sind die materiellen und räumlichen Synergiemöglichkeiten. So können Geräte und Materialien im Bereich von Upcycling und Recycling sowie allgemeine Gestaltungsmaterialien ohne redundante Materiallager gemeinsam verwendet werden. Bei den Geräten ist hier vor allem die gemeinsame Nutzung von herkömmlichen technischen Geräten vorgesehen (siehe Kapitel 0 Klassische Werkzeuge). Weniger vorteilhaft sind die Gestaltungsmöglichkeiten eines solchen Raumes. Oft sind die Räume durch die Nutzung für den Gestaltungsunterricht schon stark strukturiert und bieten wenig Raum für einen thematischen Fokus, für die Denkarbeit oder die Vertiefung in Lektüre und die Dokumentation. Hier könnten allenfalls andere Räume wie die Bibliothek oder Gruppenräume zur Hilfe genommen werden, um dies auszugleichen. Die Nachteile dieser Raumlösung liegen vor allem im Bereich der Organisation. Die Belegung durch Unterrichtsstunden im gestalterischen Bereich sowie die Abhängigkeit von der Stundenplan-

Organisation verhindern eine spontane Nutzung durch die Lehrpersonen. Zudem ist eine Nutzung ausserhalb der Unterrichtszeiten eher schwierig.

Mobile Variante ohne Raumabhängigkeit

Making-Aktivitäten müssen nicht unbedingt auf fixe Räumlichkeiten angewiesen sein. Es können auch bestehende Räumlichkeiten für die verschiedenen Bereiche der Innovation während der Making-Aktivitäten verwendet werden. So können Bibliotheken für die eher ruhige Phase der Lektüre und Recherche sowie auch der Dokumentation genutzt werden. Die schon bestehenden technischen und textilen Werkräume werden für die Umsetzungsphase genutzt und dienen der handwerklichen Tätigkeiten des Making-Prozesses. Zuletzt kann in einem bestehenden Klassenzimmer durch die Verwendung von thematischen Materialkisten temporär in innovative Kreativitätsräume umgestaltet werden. Die heute oft in Schulen verwendete mobile IT-Infrastruktur hilft ebenfalls für die Umsetzung einer mobilen Variante eines lokalen Making-Raumangebotes. Die Integration in andere Fachbereiche und ein allfälliger Wechsel des Lernortes aufgrund der thematischen Entwicklung der Making-Aktivität sind weitere Vorteile einer solchen räumlichen Umsetzung. Eher nachteilig wirkt der hohe Zeitverlust am Anfang und Ende eines Making-Zeitgefässes durch das Einrichten und Abräumen der Gegenstände, Werkzeuge und Materialien und der eher temporäre Charakter des mobilen Settings. Zudem müssen die kreativen Materialkisten von einer zuständigen Person verwaltet und den Lehrpersonen je nach Bedürfnis zugeteilt werden.

Separate Making-Räumlichkeiten

Ein separater Makerspace bietet den grossen Vorteil, dass diese Räumlichkeit eine feste Installation von Gerätschaften, Werkzeugen und Arbeitsmaterialien erlaubt und dauerhaft für die Making-Aktivitäten genutzt werden kann. Des Weiteren ist ein solcher Raum viel unabhängiger von einschränkenden Rahmenbedingungen wie vorreservierten Unterrichtsstunden und schon installierten Maschinen und Gerätschaften. Bei der Einrichtung eines solchen Kreativraumes sollte aber auf die möglichst uneingeschränkte Zugänglichkeit allenfalls auch ausserhalb der Unterrichtszeiten geachtet werden. Ein Nachteil ist allenfalls die möglichen Redundanzen mit den technischen und textilen Werkräumen. Zudem ist nicht immer ein Raum zu dieser Umnutzung vorhanden. Bei der Einrichtung eines separaten Making-Raumes sollten folgende Bereiche nicht fehlen:

- › **Werkstatt / Bastel- und Technikbereich:** Dieser Bereich der Making-Räumlichkeiten wird vor allem in der Umsetzungsphase oder während der Erstellung

von ersten Prototypen genutzt. Maschinen und Werkzeuge verursachen oft viel Lärm und Staub und sollte deshalb, falls möglich, etwas von den anderen Bereichen abgetrennt betrieben werden.

- › **Denkraum / Kreativbereich / Ideenraum:** In diesem Bereich ist viel Anregung durch entsprechende Gestaltung und die nötigen Medien angesagt. Dieser Kreativbereich kann auch für Absprachen und Reflexionen sowie die Dokumentation der eigenen Arbeit verwendet werden.
- › **Materialraum / Lager:** Das Materiallager der Making-Räumlichkeit sollte einfach zugänglich sein und eine klare und offensichtliche Ordnung mit angeschriebenen Bereichen enthalten. Die Schüler* sowie Lehrpersonen sollten möglichst frei über die Materialien verfügen können. Die Verwendung von Materialien sollte nicht durch zusätzliches Nachfragen bei der Lehrperson ausgebremst werden. Allenfalls kann eine Wunsch-Materialliste oder Bestellliste die einfache Ergänzung der vorhandenen Materialien regeln.
- › **Präsentationsraum / Bühne:** Um einer Präsentation oder dem pitchen des eigenen Prototyps oder einer Erfindung den richtigen Raum zu geben, wird ein Präsentationsbereich oder eine Bühne benötigt. Dieser Raum kann auch ausserhalb der eigentlichen Making-Räumlichkeit liegen. Es ist aber wichtig, dass die Präsentationsfläche die gebührende Würdigung der Erfindung ermöglicht und die nötigen technischen Geräte wie ein digitales Präsentationsgerät (Beamer, Bildschirm) sowie allenfalls auch eine Kameraeinrichtung vorhanden sind. Ein solcher Bereich kann auch eine Greenscreen-Einrichtung enthalten, damit die Schüler*innen ihre Erfindung mittels dem Greenscreen bewerben und erläutern können.
- › **IT-Bereich:** Da Computer und Tablets sowie auch die allenfalls zu programmierenden Platinen oft von Kabeln, Stromzufuhr und ausreichendem Internetzugang abhängig sind, ist ein separater IT-Bereich von Vorteil. Zudem sind die IT-Geräte oft recht anfällig auf Verunreinigungen und Staub und müssen nach der Nutzung entsprechend aufgeräumt werden.

Kompetenzen / Wissen

Kompetenzen der Lehrperson

Making-Settings zu begleiten ist auf mehreren Ebenen anforderungsreich für die Lehrperson. Zusätzlich zu den inhaltlichen und fachdidaktischen Kompetenzen benötigt die Lehrperson auch technisches Knowhow. Das TPACK-

Modell (Koehler & Mishra, 2009) umschreibt die Schnittmenge der verschiedenen Kompetenzaspekte auf Seiten der Lehrperson bei der Begleitung medialer und technologiebasierter Lernsettings als «technological pedagogical content knowledge» (Abbildung 8).

So sind für die Umsetzung und Begleitung von Lernsettings im Making- und Informatikkontext sowohl technologische, pädagogische und inhaltliche Kompetenzen notwendig.

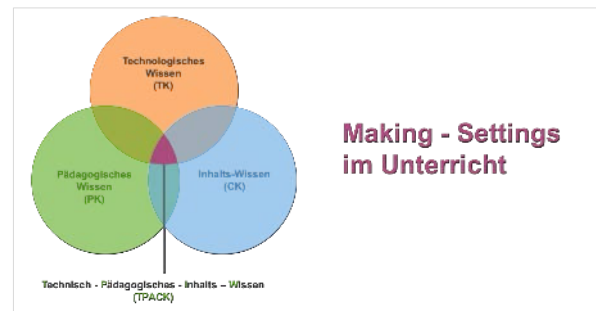


Abbildung 8 - TPACK Modell (Koehler & Mishra, 2009.)

Inhalts-Wissen

Je nach Thema und Problemstellung benötigt die Lehrperson ein vertiefteres Sach- und Orientierungswissen um die Schüler*innen bei der Suche nach einer geeigneten Problemstellung, der Ideenfindung für ein Produkt / Projekt und der Umsetzung fachlich begleiten zu können. Daher ist es ratsam und hilfreich, die Breite und somit die Komplexität über ein Leitmotto einzugrenzen. (siehe Kapitel «Thematik: Leitmotto, Fragestellung»)

Technologisches Wissen

Making-Aktivitäten sind durch den Einsatz meist digitaler Technologien und Fabrikationsmethoden geprägt. Neben der Anwendung klassischer Werkzeuge und Maschinen kommen digitale Fabrikationstechnologien wie 3D-Druck, Laserengraving, Vinylcutting, etc. dazu. Für eine sichere und zielorientierte Bedienung benötigt die Lehrperson das notwendige technologische Fachwissen. Insbesondere wenn technische Schwierigkeiten auftauchen, muss die Lehrperson über entsprechende Problemlösekompetenzen und die notwendige technische Handfertigkeit verfügen.

Mit dem Einsatz und der Anwendung von Physical Computing oder Robotik-Elementen wie Sensoren, Aktoren und Microcontrollerboards steigt die Komplexität weiter. Dann wird auch ein Grundlagenwissen über elektrotechnische und informatische Zusammenhänge notwendig. Um diese Komponenten in der gewünschten Form interagieren zu lassen, bedarf es eines Programm-Skripts, dass in den meisten Fällen selber erstellt werden muss. Obwohl solche Algorithmen meist einfach aufgebaut sind

und es mittlerweile sehr intuitive und einfache Programmierungsumgebungen für Lernende gibt, bedarf es auch hier einer gewissen Grundkompetenz auf Seiten der Lehrperson. Neben der persönlichen Anwendungskompetenz benötigt es auch ein entsprechendes «technik-didaktisches» Wissen der Lehrperson. Sie muss die Komplexität des Tools und der entsprechenden Aufgaben- und Problemstellungen soweit anpassen / reduzieren, dass diese dem Lernstand der Schüler*innen entsprechen und ausreichend Möglichkeiten zur Individualisierung und Differenzierung bieten; aber für die Lehrperson selbst noch begleitbar bleiben.

Pädagogisches Wissen

Neben den nun beschriebenen technischen Kompetenzen benötigt eine Lehrperson selbstverständlich auch ein fundiertes pädagogisches Wissen und entsprechende fach- und allgemeindidaktische Kompetenzen, um Lernprozesse begleiten zu können. Offene und individualisierte problem- und projektorientierte (Making-)Lernsettings zu gestalten und zu begleiten, ist um ein Vielfaches anforderungsreicher und benötigt von der Lehrperson die Bereitschaft, aus der traditionellen Rolle als Wissensvermittler herauszutreten. Vielmehr muss sich die Lehrperson als Mentor und Coach sehen, um die Lernprozesse der Schüler*innen zu begleiten und zu moderieren. Die verschiedenen Phasen innerhalb eines Making-Lernprozesses bedürfen unterschiedlichster Methoden und didaktischer Ansätze und je nach Situation muss eine Lehrperson agil reagieren können. So ist von der Lehrperson ein hohes Mass an Flexibilität und die Fähigkeit zur Differenzierung gefordert. Optimale Lehr-Lernsettings sollten durch die Lehrperson so designt werden, dass die Aktivitäten möglichst offen gestaltet sind, aber dennoch über genügend Instruktionen und Hilfestellungen verfügen, um niemanden zu überfordern.

Zeitressourcen

Für den Einstieg in Making-Projekte stehen zwei mögliche Unterrichtsanlässe im Vordergrund, da sie wenig an die klar definierten Fächergefässe gebunden sind und offene Formen beinhalten: einerseits eine Projektwoche oder Projekttage, in denen die Initialisierung der Making-Projekte stattfindet, welche dann in einzelnen Lektionen-Blöcken über das Schuljahr hinweg weiterbearbeitet werden.

Die zweite Möglichkeit besteht in der Initialisierung eines NMG-Themas, welches die Lernenden dem kreativen Denken näherbringen soll, und das wiederum in Lektionen-Blöcken über das Jahr verteilt weitergeführt werden

kann. Die Lektionen-Blöcke können verschiedenen Fächern zugeordnet werden und das gewählte Thema sollte einen fächerübergreifenden Ansatz ermöglichen.

Es ist hieraus klar ersichtlich, wie stark die Wahl der Fragestellung und der thematischen Ausrichtung des Making-Projektes einen grossen Einfluss auf die Einbettung in den Schulalltag hat. So sind vor allem Verbindungen zwischen MINT-Fächern, gestalterischen Fächern und allenfalls auch speziellen Unterrichtsgefässen wie z.B. der Begabungsförderung denkbar.

Ein weiterer Unterrichtsanlass, welcher die Entwicklung von einer Making-Aktivität bis zum Endprodukt fördern kann, ist die Durchführung einer Exkursion an einen inspirativen Ort, welcher thematisch zu den gewählten Making-Projekten passt. Solche Orte können allenfalls FabLabs oder andere kreative Werkstätten sein, welche oft auch angepasste Making-Kurse für Lernende und Kinder anbieten. Solche Erlebnisse sind auch durch sehr realitätsnahe Unterrichtsangebote innerhalb der Schule nicht zu ersetzen.

Um Making-Aktivitäten im Schulalltag weitere Zeitgefässe zu ermöglichen, müssen aber abgesehen von speziellen Unterrichtsanlässen auch im Regelunterricht Zeitgefässe geschaffen werden, die für die Making-Aktivitäten genutzt werden können. Dazu kann in der lokalen Schule allenfalls ein spezieller Halbtage etabliert werden, welcher in einem Turnus die Nutzung von Making-Räumlichkeiten und -Materialien ermöglichen. Dazu ist durch die bewusste Verbindung in andere Fachbereiche, im gestalterischen und mathematischen sowie naturwissenschaftlichen Unterricht, ein Gewinn von weiteren kursspezifischen Zeitgefässen möglich. Vor allem in der Phase des Wissensaufbaus oder auch der Recherche können auch Sprachlektionen verwendet werden. Dabei kann auch auf den integrativen Ansatz der Anwendungskompetenzen des Moduls Medien und Informatik im Lehrplan Volksschule verwiesen werden (Lehrplan 21, 2019).

Abschliessend sind auch Anlässe in der unterrichtsfreien Zeit gute Gefässe, um Making-Aktivitäten weiterzutragen und die limitierten schulischen Zeitressourcen besser zu nutzen. So können zum Beispiel anlässlich eines regelmässigen Repair-Café-Anlasses unter dem Einbezug der Bevölkerung die Problemlösestrategien und die technischen Fertigkeiten gestärkt und die Akzeptanz der Making-Aktivitäten im Schulumfeld gefördert werden.

Wichtig ist es, dass bei der Definition der Zeitressourcen nicht nur die Unterrichtseinheiten definiert werden, sondern auch Zeitgefässe in den Pensen der verantwortlichen Lehrpersonen definiert werden. So sollte die Verantwortung für die Making-Räumlichkeiten, die

Bestellung und Aufbereitung der Materialien sowie auch die Instruktion des Lehrkörpers in die Zeitplanung mit eingeplant werden. Diese Pensenplanung ist je nach Grösse und Ausgestaltung des Making-Angebotes der Schule unterschiedlich und muss laufend den Gegebenheiten angepasst werden.

Finanzen / Support

Die Umsetzung eines Making-Settings im Schulumfeld benötigt finanzielle Mittel, welche für folgende drei Bereiche bereitgestellt werden müssen:

- › materielle Kosten
- › personelle Kosten / Support
- › Unterhaltskosten

Die materiellen Kosten sind vor allem in der initialen Phase nicht zu unterschätzen und müssen oft über das reguläre Schulbudget geplant und umgesetzt werden. Diese Umstände fordern von den verantwortlichen Personen eine gute Planung und Voraussicht.

Materielle Kosten

Die materiellen Kosten, welche vor allem während der Initiierung des Making-Settings oder einer Making-Räumlichkeit anfallen, können auf folgende Unterbereiche aufgeteilt werden:

- › **Gerätschaften und Werkzeuge:** Die Anschaffung von Gerätschaften bezieht sich vor allem auf die digitalen Fabrikationsgeräte (siehe Kapitel «Digitale Fabrikationsgeräte»). Diese Geräte sind teuer und können allenfalls über mehrere Jahre verteilt angeschafft werden. Dafür wird aber ein klares Anschaffungskonzept mit einer zeitlichen Planung der Geräte nötig. Dies ist mit der Vorgehensweise bei der Anschaffung von IT-Infrastruktur vergleichbar. Bei der Anschaffung von klassischen Werkzeugen (siehe Kapitel «Klassische Werkzeuge») ist auf Synergien mit den Anschaffungen für die klassischen Gestaltungsräume zu achten.
- › **Bauteile Physical Computing:** Bei den Anschaffungen der Mikrokontroller, Sensoren und Aktoren ist vor allem auf die Schnittstellen zum bestehenden System und die Eignung für die Zielstufe zu achten. Oft können hier Bauteile vielseitig verwendet werden und müssen deshalb nicht in grosser Anzahl angeschafft werden.
- › **IT-Infrastruktur und digitalen Geräte:** Dieser Budgetposten kann mit den normalen IT-Anschaffungen gekoppelt werden und es können allenfalls

Anschaffungssynergien oder Doppelnutzungen angestrebt werden.

- › **Verbrauchsmaterial:** Für Making-Aktivitäten werden oft eine Vielzahl von einfachen Materialien wie Bastmaterial, Drähte, usw. benötigt. Diese können oft über lokale Handwerksbetriebe günstig als Restmaterialien oder über internationale Fach-Webportale preiswert gekauft werden. Diese Materialien können auch über das laufende Verbrauchsbudget der Schule laufen und erfordern oft keine speziellen Budgetposten.
- › **Bücher und Lehrmittel:** Um die Grundfertigkeiten für die Making-Aktivitäten erlangen zu können, braucht es passende Fachliteratur und allenfalls für Mikrokontroller und andere Geräte Anleitungen. Dazu kommen Lehrmittel für die Durchführung von thematischen Projekten. Diese Kosten können über die laufenden Budgets der Bibliotheken und Lehrmittel-Budgetposten oder allenfalls in einem Sonderkredit für einen Grundstock budgetiert werden.

Personelle Kosten / Support

Die personellen Kosten werden oft unterschätzt und auch teilweise vergessen. Die personellen Kosten sind wiederkehrende Kosten und müssen im laufenden Budget der Schule eingeplant werden. Die personellen Kosten umfassen folgende Bereiche:

- › **Aus- und Weiterbildung der Lehrpersonen:** Die Aus- und Weiterbildung der Lehrpersonen sollte konzeptionell geplant und auch budgetiert werden. Dabei brauchen die Lehrpersonen vor allem passende Zeitgefässe in den normalen Weiterbildungsgefässen der Schule, welche für die Aus- und Weiterbildung zu Making-Lehrpersonen notwendig sind. Die Aus- und Weiterbildung der Leitung der Making-Räumlichkeiten kann allenfalls über einen Sonderkredit budgetiert werden.
- › **Pensenkosten für Leitungsfunktionen, Support und Unterhaltsaufgaben:** Die Kosten für die verantwortlichen Personen sind schwer vorab einzuschätzen und hängen stark von dem klar definierten Aufgabenkatalog dieser Personen ab. Die Kosten können auch über die regulären Funktionen-Entscheidungen der Schule einkalkuliert werden. Der Aufgabenkatalog dieser verantwortlichen Person oder Personen muss jährlich überprüft und allenfalls neuen Gegebenheiten angepasst werden.

Unterhaltskosten

Die Unterhaltskosten von Making-Räumlichkeiten und Making-Settings an Schulen teilen sich ebenfalls in mehrere unterschiedlichen Bereiche auf.

- › **Anschaffung von Verbrauchsmaterial:** Die Anschaffung von Verbrauchsmaterialien kann mit einem zu definierenden Betrag regelmässig budgetiert werden. Dieser Betrag muss je nach Erfahrung den neuen Gegebenheiten angepasst werden. Vielen Materialien sind jedoch entweder durch Upcycling oder als Restposten bei lokalen Handwerksbetrieben billig oder sogar gratis zu organisieren. Für solche Sammelaktionen muss aber genug Zeit einberechnet werden.
- › **Ersatzanschaffungen von Geräten und technischen Teilen:** Für die Geräte sollten systematisch und konzeptionell ein Erneuerungszyklus definiert werden, damit die Kosten für diesen Bereich planbar werden. Gemäss diesem Erneuerungszyklus werden die Kosten jeweils jährlich über das reguläre Budget geplant.
- › **Ausstattung des Raumangebotes:** Die Ausstattung der Making-Räumlichkeiten sollte jährlich überprüft und über ein Unterhaltsbudget Neuerungen definiert und angeschafft werden.
- › **Ersatzanschaffungen für Werkzeuge:** Die Ersatzanschaffungen für Werkzeuge sollte mit dem Budget der herkömmlichen Werk- und Gestaltungsräume koordiniert werden. So können Synergien genutzt und Redundanzen verhindert werden.

Thematik: Leitmotto, Fragestellung



Abbildung 9 - Dimension «Thematik» / Framework Making macht Schule, 2019

Um bei den Lernenden Problemlöse-Strategien entwickeln zu können, kann es aus einer didaktischen Perspektive durchaus Sinn machen, auch ausserschulische Themen sowie «echte» Aufgaben und Problemstellungen aus dem Alltag der Lernenden in die Themenwahl einzubeziehen. So kann der Lernprozess lebensweltnah gestaltet werden, wodurch in den meisten Fällen eine höhere Identifikation mit der Thematik und damit verbunden ein ausgeprägter Durchhaltewille bei der Problemlösung erreicht werden kann. Durch die Orientierung an Problemstellungen aus der Erlebenswelt der Lernenden wird die intrinsische Motivation derselben angeregt und ein vertiefter Wissensaufbau in der gewählten Thematik

forciert. Dabei können ein gemeinsames Wissensmanagement und die Dokumentation der Erkenntnisse eine zentrale Rolle spielen. Der Wert des Entstehungsprozesses und allgemeine, gesellschaftsrelevante Werte wie z.B. Nachhaltigkeit spielen eine zentrale Rolle.

In der Dimension Thematik (Abbildung 9) Abbildung 10 wird die Eingrenzung der Breite und Fülle von Ideen und Denkansätzen durch die Fokussierung auf ein Leitmotto oder eine gezielte Problemstellung so eingeschränkt, dass die Lernenden dadurch in ihrer Inspiration angeregt werden, ohne dass die Lehrperson anleitend wirkt.

Die Themenwahl für die Making-Aktivität mit den Lernenden ist ein zentraler Schritt in der Fokussierung auf eine Problemstellung, welche die Lernenden während dem Making-Prozess ständig begleitet und antreibt. Mit einer bewussten Fokussierung durch die Themenwahl werden die Lernenden auf einen Themenbereich hingesteuert und können so zu diesem Bereich einfacher ihr Konzeptwissen abrufen.

In der Wahl eines Leitthemas kann der Themenbereich einfacher abgesteckt werden und gibt eine thematische Ausrichtung vor. Ideen können gebündelt werden. Zudem gibt ein Leitthema eine gemeinsame Ausrichtung, alle Lernenden sprechen und handeln in einem verbindenden thematischen Rahmen.

Im der Lerntheorie des Konstruktivismus, welche von Seymour Papert auf Basis der Theorie von Jean Piaget formuliert wurde, wird die Konstruktion von Wissen im Kopf des Lernenden basierend auf seinen Erfahrungen und seinem Vorwissen als Grundlage von erfolgreichen Lernanlässen und Wissensgewinn identifiziert. So resultiert kein Informationstransfer, ohne dass der Lernende einen inneren Prozess der Sinngebung durchmacht (Libow Martinez & Stager, 2013, S. 13). Auf Basis dieser Lerntheorie sollten auch schon während dem Prozess der Themenwahl und Themeneingrenzung die Lernenden in diesen Prozess einbezogen werden.

Dieser Vorgang der Themeneingrenzung kann durch die Wahl von passenden Methoden vereinfacht werden und hilft dabei, die Bearbeitungszeit in der Einarbeitung in die Thematik zu reduzieren und die Menge an Informationen und Informationsquellen einzuschränken.

Themeneinschränkung und Entwicklung eines Leitmottos

Nachfolgend werden ohne Anspruch auf Vollständigkeit einige Methoden kurz umschrieben, welche der Einschränkung des Themenbereiches dienen und schliesslich zur Formulierung eines Leitmottos führen.

KaWa-Methode

Bei der Verwendung von KaWas (kreative Ausbeute mit Wort-Assoziationen) zur Themeneinschränkung wird zuerst in die Mitte eines grossen weissen Blattes oder eines digitalen Whiteboards der Themenbereich aufgeschrieben. Zu jedem Buchstaben des Ausgangsbegriffes werden anschliessend in Gruppen Assoziationen gesucht, die mit den Buchstaben des Wortes beginnen (Abbildung 10). Es soll Vorwissen genutzt und mit neuem Wissen verknüpft

werden, sodass die Wort-Bilder auch als Gedächtnisstütze dienen können.

Die KaWas-Bilder können anschliessend als Grundlage verwendet werden, um aus dem Themenbereich ein Leitmotto oder ein konkretes Thema herauszukristallisieren.



Abbildung 10 – «Beispiel-KaWa Thematik» - Screenshot Thematik-KaWa aus OneNote-Seite

Placemat-Methode

In die Mitte eines Gruppentisches wird ein grosses Blatt (Abbildung 11) mit dem Begriff des Themenbereiches in der Mitte hingelegt. Jeder Lernende hat seinen eigenen Schreibbereich, um seine Gedanken und Ideen in einem ersten Arbeitsschritt aufzuschreiben. Dabei wird noch nicht zwischen den Gruppenmitgliedern kommuniziert. Allenfalls können mit offenen Fragestellungen den Lernenden Gedankenstützen für die Erarbeitung ihrer Ideen gegeben werden. Im zweiten Schritt stellen alle Lernenden ihre Ideen und Themenassoziationen vor und es können gegenseitig Fragen gestellt und wichtige Aspekte diskutiert werden. Am Ende einigt sich die Gruppe auf die wichtigsten Punkte, welche in den Bereich in der Mitte des Blattes geschrieben werden. Die Punkte im Zentrum werden wiederum zur Besprechung im Plenum verwendet und können für die Erarbeitung eines Leitmottos dienen oder zur definitiven Wahl des Themas verwendet werden.

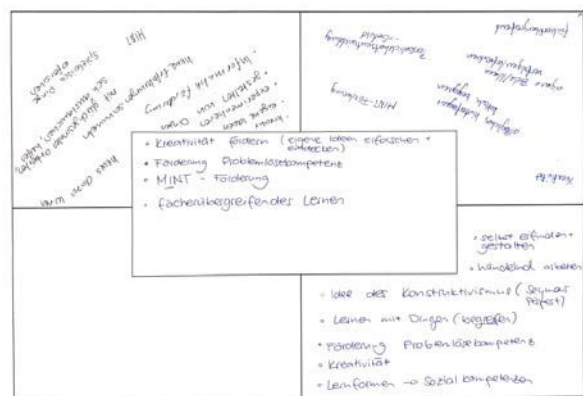


Abbildung 11 – «Beispiel-Placemat: Making in der Schule»:

Post-it Brainstorming-Methode

Bei dieser Brainstorming-Methode wird der Themenbereich im Plenum bekannt gegeben. Anschliessend werden in Gruppen Ideen und Assoziationen zu diesem Themenbereich gesammelt und von jedem Gruppenmitglied stichwortartig auf Post-it-Zettel geschrieben. Die Zettel werden im nächsten Schritt von den einzelnen Gruppenmitgliedern gegenseitig vorgestellt und allenfalls mit Fragen konkretisiert und falls nötig mit weiteren Punkten ergänzt. Im letzten Gruppen-Arbeitsschritt werden die Zettel von allen Gruppenmitgliedern nach von ihnen definierten Kriterien sortiert und geordnet. Abschliessend werden die geordneten Arbeitsergebnisse im Plenum wiederum zusammengeführt und die Sortierkriterien abgeglichen. Die signifikanten Gemeinsamkeiten ergeben letztlich das Thema, welches von der Gruppe umgesetzt wird.

Für diese Methode kann ergänzend auch die dafür konzipierte (Post-it App) verwendet werden. So können die Arbeitsergebnisse einfach digitalisiert und zur weiteren Bearbeitung sortiert, gruppiert und digital weiterverwendet werden (Abbildung 12).

Kriterienraster

Als eine weitere Möglichkeit kann die Thematik anhand eines vorher definierten Kriterienrasters eingeschränkt werden. Dieses Kriterienraster kann sich an den Möglichkeiten der Schule und den Rahmenbedingungen wie Materialien, Räumlichkeiten und Zeitgefässen anlehnen und so schon im Voraus unmögliche Themenbereiche ausklammern.

Nachfolgend werden mögliche Kriterienbereiche aufgeführt:

- › Persönliche Interessen
- › Betroffenheit
- › Aktualität
- › Relevanz für Nachhaltigkeit
- › lokaler/globaler Kontext
- › Lehrplan-Bezug
- › Alters- und Entwicklungsstufe
- › Lebensweltbezug

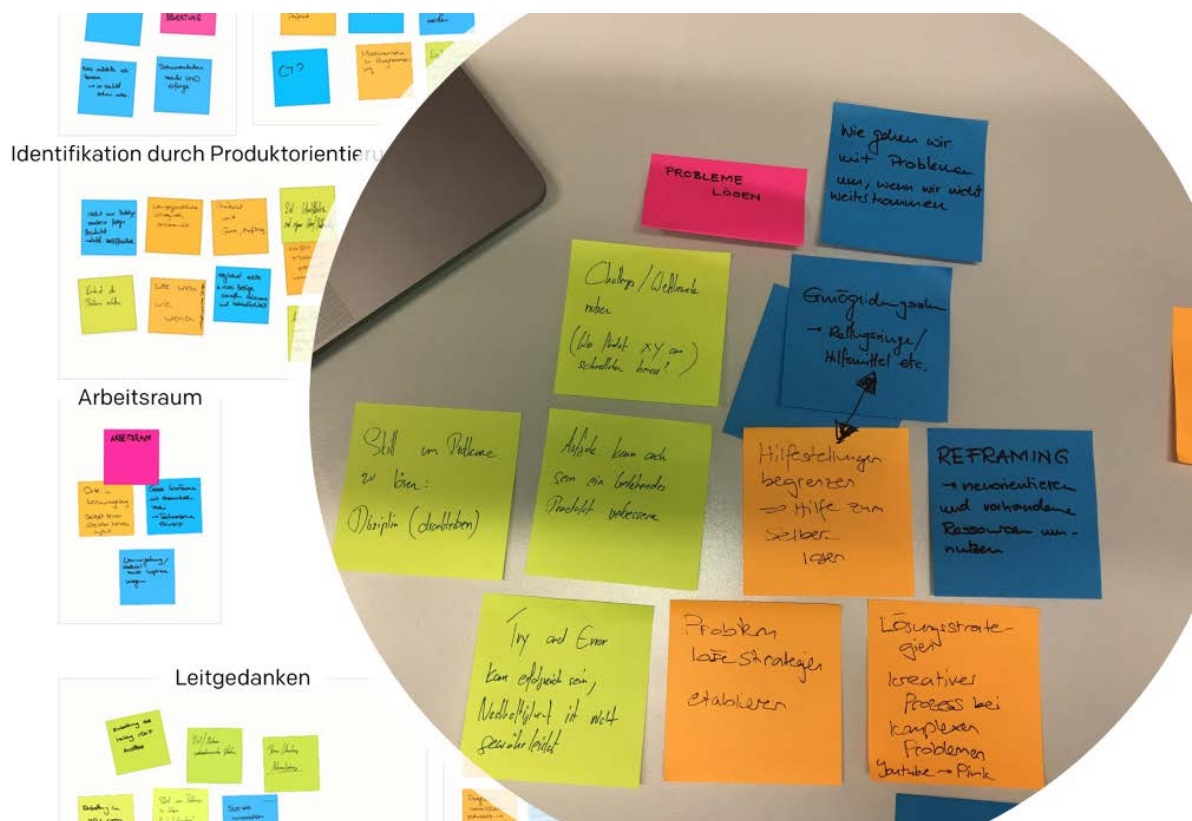


Abbildung 12 – Screenshot PostIt-App: Digitalisierung von thematisch geordneten PostIt-Zetteln

Didaktik: Vision, Zugang

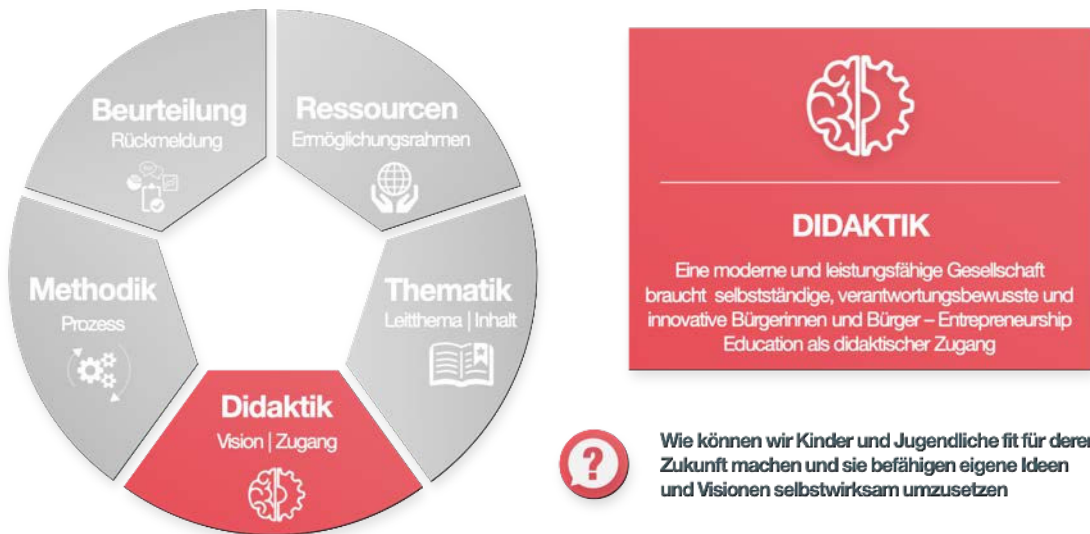


Abbildung 13 - Dimension «Didaktik» / Framework Making macht Schule, 2019

«Das, was man erklärt bekommt, vergisst man. Das, was einem vorgemacht wurde, daran erinnert man sich. Nur das aber, was man selber gemacht hat, kann man.» – Konfuzius

Was schon Konfuzius proklamierte, wurde von namhaften Pädagogen wie Piaget, Montessori, Freinet und Papert bestätigt: Wir lernen durch Machen. Lernen im Kontext von Making geht von einem konstruktionistischen Lehr-/Lernverständnis aus. Der von Seymour Papert geprägte Ansatz stellt den Prozess zum Erstellen und Generieren von Artefakten (Gegenständen, Produkten, Programmen, etc.) ins Zentrum. Er geht dabei davon aus, dass Lernende dann besonders gut lernen, wenn sie Objekte und Produkte herstellen, an denen sie ein persönliches Interesse haben. Anhand dieses individuellen Konstruktionsprozesses von solch gegenständlichen Objekten sollen abstrakte Konzepte und Modelle verständlich und (be-)greifbar werden.

Heinz Bachmann formuliert in seinem Kapitel «Auf dem Weg zu einer neuen Lehr-Lern-Kultur» zentrale Aspekte und Bedingungen auf deren Grundlage erfolgreiches Lernen überhaupt erst stattfinden kann. (Bachmann, 2014, S. 16ff)

- › Lernen ist auf die Erfahrungen und das Vorwissen der Lernenden abgestimmt (learner and assessment centered approach).

- › Wissen wird vernetzt (knowledge management, learning communities).
- › Wissen wird nicht einfach von einer Person zur anderen passiv weitergereicht, sondern selbstständig und aktiv in einem Handlungskontext erworben (self-directed, situated learning).
- › Inhalte und Fakten können selbst entdeckt und in Gruppen besprochen werden (discovery learning, cooperative learning).
- › Problemlösung und Lernen werden durch komplexe und authentische Problemstellungen (problem-based learning, simulation games) angeregt.

Bachmann bezieht sich bei seinen Aspekten nicht auf Making-Aktivitäten und dennoch sind alle von ihm aufgeführten Punkte innerhalb von Making-Lernsettings von höchster Relevanz und bilden zentrale Pfeiler einer «Making-Didaktik».

Aus den von Bachmann beschriebenen Aspekten ergeben sich verschiedene didaktische Implikationen für die Gestaltung und Begleitung von Making-Lernsettings:

- › Der aktive Lernende und seine aktive und handelnde Auseinandersetzung mit dem Lerngegenstand (idealerweise einem Artefakt / Produkt) steht im Zentrum.
- › Der Lernende verbringt möglichst viel Zeit beim eigenständigen Lernen (time on task) und eignet sich im Rahmen des Produktions- / Konstruktionsprozesses

und in der Auseinandersetzung mit anderen Lernenden, der Lehrperson neue Erkenntnisse an.

- › Nebst den klassischen Medien katalysieren die digitalen Medien und Werkzeuge, sowie das Internet die (Re-)konstruktion von Wissen und den Aufbau von (Handlungs-) Kompetenzen.
- › Im Kontext von Medien und Informatik lassen sich informatische Grundkonzepte und Strategien zur Problemlösung und Automatisierung innerhalb von Making-Settings integrieren und anwenden (z.B. Dekomposition, Abstraktion, Generalisierung, Mustererkennung und algorithmisches Denken).
- › Problemstellungen, thematische Inhalte und Aufgaben sollen, wenn immer möglich einen hohen Realitätsbezug haben und authentisch sein. Echter Inhalt bringt echte Lernerfahrung.
- › Die Lehrperson sieht ihre Rolle in erster Linie als Moderatorin, Coach und Strukturbildnerin bei Gruppenarbeiten und der Begleitung individueller Arbeits- und Lernprozesse. Sie stellt Materialien und Methoden zur Verfügung, welche eine selbstgesteuerte und kooperative Arbeitsweise erfordern / ermöglichen (challenge-based instruction).
- › Lehrende und Lernende sind um ein offenes, unterstützendes, wertschätzendes und fehlerfreundliches Klima des Miteinanders bemüht. Der Fokus liegt auf Ressourcen und nicht auf Defiziten.
- › Informationen, Wissen und Erfahrungen werden geteilt und dienen der Weiterentwicklung der gesamten Lerngemeinschaft.

Veränderte Rollen von Lehrpersonen und Lernenden

Eine wichtige Voraussetzung für solch konstruktivistische Lernsettings und die Umsetzung einer solchen Making-Didaktik ist ein neues Verständnis der Lehrpersonenrolle. Wissen wird nicht mehr in erster Linie von der Lehrperson vermittelt, sondern von den Lernenden in einem aktivem Auseinandersetzungsprozess selbsttätig (re-)konstruiert.

Die Lehrperson rückt dadurch aus dem Zentrum des Geschehens, wird aber keinesfalls überflüssig. Im Gegenteil, die Rolle der Lehrperson in solch didaktischen Settings ist vielfältiger. Die Lehrperson hilft den Schülern, ermöglicht ihnen Wünsche und Ideen, wechselt zwischen den Rollen des Anleiters und des Unterstützers und fördert aktives

Handeln. Gemäss Schön, Ebner und Kumar (Jahr) kann dabei das Wissensgefälle zwischen der Lehrperson und den Schüler*innen verloren gehen. Die Lehrperson muss sich auch damit abfinden, nicht auf alle Fragen eine Antwort zu haben. Unter Umständen kann die Lehrperson selbst in die Rolle des Lernenden versetzt werden. In diesem Falle ist es zu begrüssen, wenn die Lehrperson in der Rolle als Lernende den Schüler*innen zu einem inspirierenden Vorbild in der Anwendung von Lernmodellen und -strategien wird und diese die Lehrperson in der Anwendung von Problemlösestrategien und gutem Lernen beobachten können (Schön, Ebner, & Kumar, 2014).

In solchen Situationen kann es unter Umständen empfehlenswert sein, die Schüler*innen miteinzubeziehen. Wenn zum Beispiel eine Lernende eine konkrete Problemstellung umgesetzt hat, kann diese als Tutor*in oder als Expert*in für die anderen Schüler*innen agieren. Bei ähnlichen Fragen können diese Experten so den anderen Schüler*innen weiterhelfen. Das entlastet die Lehrperson, und schafft Freiräume für die Begleitung und Unterstützung von Schüler*innen in anderen Problemsituationen.

Innerhalb von Making-Lernsettings werden auch die Schüler*innen mit einer vielleicht eher ungewohnten Lernkultur konfrontiert. Kopieren ist erlaubt, Teilen und gegenseitiges Helfen werden gefördert, Probleme werden selbst definiert und gelöst. Die Aufstellung eines Manifestos oder einer Klassencharta (Bratzel, 2014, S. 1-5), auf welche die Lehrperson immer wieder referenzieren kann, könnte eine mögliche Hilfestellung darstellen:

- › Scheitern ist ein wichtiger Teil der Erfahrung und des Lernens.
- › Du sollst dich nicht über die Arbeit einer Mitschülerin / eines Mitschülers lustig machen.
- › Du sollst nicht wertend dein Projekt mit den anderen vergleichen.
- › Du darfst gerne hilfsbereite (konstruktive) Verbesserungsvorschläge machen.
- › Designs gehören nicht nur dir. Andere dürfen sich von deinen Ideen inspirieren lassen. Kopieren ist ein Kompliment!
- › Wenn du nicht mehr weiter weisst, frag jemanden aus der Klasse, ob sie/er ein ähnliches Problem bereits gelöst haben.
- › Klappt nicht? Kein Problem! Du wirst genügend Hilfe bekommen, bis es funktioniert.

Leider ist die vorherrschende Vorstellung von gutem und zeitgemässen Unterricht oft von einer wie oben

beschriebenen making-orientierten Didaktik noch ziemlich weit entfernt. Hans Haenisch (1991, S. 27-31) zitiert in seinem Artikel den etwas ironischen Spruch des emeritierten Bildungsforschers Richard Gross von der Stanford Universität «Schools change slower than churches». So provokativ und überzeichnet diese Aussage auch ist, enthält sie dennoch einen Kern Wahrheit und bringt die längst überfällige Weiterentwicklung bzw. Neuorientierung der Schule auf den Punkt.

Schelhowe beschreibt den «Druck, der auf Lehrerinnen und Lehrern lastet, digitale Medien einzusetzen, dabei technisch alles im Griff zu haben und gleichzeitig den Lehrplan zu erfüllen...» als Hindernis für «das Arrangement kreativer und offen gehaltener Lernumgebungen» (Schelhowe, 2007, S. 120).

Zudem fehlt es vielen Lehrpersonen an entsprechendem Wissen und den notwendigen Kompetenzen. (siehe Kapitel «Kompetenzen / Wissen») Hier muss in die Aus- und Weiterbildung investiert werden. Doch dies alleine ist nicht ausreichend. Ohne die Unterstützung von Bildungspolitikern, Schulleitungen, Eltern und auch nicht zuletzt der Schüler*innen kann dieser didaktische Paradigmenwechsel nur schwer gelingen.

Fazit:

Making ist herausfordernd und faszinierend zugleich.

«Making can be hard to do. It requires skills, knowledge, and tools that some think are beyond them. [...] Making today is easier than it ever was. There's better information available and a community that shares its expertise openly online and in more and more accessible makerspaces. The tools are better with software reducing complexity of many tasks. If you want to make, there has never been a better time. [...] We don't know if we have any special talent for it unless we get our hands dirty and try. Through the practice of making we develop what we once called a can-do mindset that encourages us to act, take control of our lives and develop our own capabilities. [...] Making is a process that combines play and learning. When people make things, they enjoy the process of making, both its frustrations and its rewards. They can take pride in the result, something they can show to other people. They also take pride in what they've learned» (Dougherty & Conrad, 2016, p. XVI)

Gestaltung von Making-Lernsettings

Neben der Rollenveränderung von Lehrperson und Lernenden braucht es auch neue Lehr- und Lernformen. Dabei es um ganz grundlegende didaktische Überlegungen und Vorgehensweisen, welche die Lehrperson überdenken und neugestalten muss.

Aufgabenstellungen und Form der Aktivitäten

Der Ursprung der meisten Aktivitäten im Unterricht ist die Anweisung, die Aufgabenstellung durch die Lehrperson. Um nun die unternehmerische, erfinderische Denkweise bei den Schüler*innen zu fördern, muss schon bei diesem ersten Schritt der Lehrperson die Überlegung über die Form der Aktivität gemacht werden. Wie sollen die Aktivitäten in einem Maker-Setting designt werden, damit das «Making-Mindset» so gefördert, dass niemand über- oder unterfordert wird?

Aktivitäten können unterschiedlich designt werden:

Instruktional bedeutet detaillierte Schritt-für-Schritt-Anleitungen von A bis Z, um ein bestimmtes Ziel zu erreichen wie z.B. ein Spiel zu programmieren oder ein LEGO® Objekt zu bauen. Genügend Beispiele solcher Schritt-für-Schritt-Anleitungen für Beispielprojekte findet man zu jedem technischen Tool im Internet. Oft werden dabei die Schüler*innen stark angeleitet, sie folgen den Anweisungen und erhalten starke Impulse von aussen. Die Schüler*innen entwickeln dabei die Fähigkeit, Anweisungen genau zu folgen, fühlen sich oft nach eher kurzer Zeit im Rahmen der geleisteten Anwendung des technischen Tools recht sicher. Das vertiefte Verständnis fehlt jedoch und die Innovationskraft der Schüler*innen wird dabei kaum gefördert.

Offen (open-ended): Eine ergebnisoffene Aktivität ermöglicht eine individuelle Umsetzung einer Projektidee. Dabei kann eine Aufgabe von der Lehrperson gegeben und bestimmte Rahmenbedingungen gestellt werden, aber die Lösung bzw. das Produkt sollte bei jeder Schülerin und jedem Schüler individuell sein. Die Schüler*innen fühlen sich oft mit solchen offenen Aufgabenstellungen überfordert, da sie mehr Impulse und Instruktionen gewöhnt sind und nicht auf trainierte Problemlöse- und Erfinderstrategien zurückgreifen können.

Wenn die Making-Aktivitäten zu instruktional designt sind, d.h. wenn alle Schüler*innen genau dasselbe Projekt umsetzen (evtl. mit unterschiedlichen Farbvarianten), ist dies jedoch für die Umsetzung der eigenen Projektidee wenig förderlich. So wird zwar handlungsorientiert

gearbeitet und typische Makerspace-Tools benutzt, aber die Lernenden verpassen die Möglichkeit, sich mit dem Problemlösen vertieft auseinanderzusetzen. Natürlich wird in einem sehr offenen Setting der Lehrperson einiges abverlangt. So muss sie genügend Kompetenzen besitzen, um individuelle Umsetzungen zu begleiten. Für ein optimales Lehr-Lernsetting soll die Lehrperson die Aktivität so designen, dass sie möglichst offen gestaltet ist, aber dennoch instruktional genug, damit sie selbst arbeiten können und die Schüler*innen nicht überfordert sind.

Es hat sich bewährt, erste Annäherungen ans Thema wie die Einführung in ein bestimmtes technisches Tool oder einer Programmiersprache mit Schritt-für-Schritt-Anleitungen zu beginnen. Es sollte jedoch bereits nach kurzer Zeit die Möglichkeit bestehen, sich einer offenen Fragestellung zu widmen. Dabei kann auch gut differenziert werden: während sich einige Schüler*innen sicher genug fühlen, einer offenen Fragestellung nachzugehen, können andere weiterhin geführt arbeiten.

Es lohnt sich auch die Komplexität der Aktivität so zu reduzieren, dass eine offene Fragestellung auch zu einem Ergebnis führt. Denn mit zu vielen Möglichkeiten kann man sich verlieren.

Hier können zum Beispiel Konzepte als einfache Problemstellungen auf Challenge Cards formuliert werden. Allenfalls können auf der Rückseite solcher Karten ein paar Lösungshilfen und Denkansätze aufgezeigt werden. Es gibt aber für solche Challenge Cards jeweils nicht eine definierte Lösung, sondern bewusst nur Lösungsansätze, welche zu ganz unterschiedlichen Lösungswegen führen können.

Solche Challenge Cards werden zum Beispiel von Scratch verwendet, um die erweiterten Funktionalitäten der Programmierumgebung kennenzulernen (Scratch Challenge Cards, 2019). Oder auch die Challenge-Cards zum Micro:bit und dem Calliope Mini bieten sich als mögliche Einstiegshilfen in offene Making- und Physical Computing-Lernsettings an. (Assaf, Physical Computing – Verbindung der physischen mit der virtuellen Welt, 2019)

Challenge Cards können auch einfach in verschiedenen Schwierigkeitsstufen erstellt werden und erlauben so eine Differenzierung unter den Schüler*innen.

(Assaf, 2019) in «Die Musterlösung liegt nicht bei» beschreibt Best Practice Beispiele zur Umsetzung von «open ended» Maker-Projekten im Unterricht.

Zusammenfassend ist es wichtig, dass bei den Aufgabenstellungen und Aktivitäten vorerst ein Orientierungswissen aufgebaut werden kann und dass mit

Kontrollaufgaben und Tutorials die Instruktion abgeschlossen wird. Anschliessend soll aber möglichst bald ein eher explorativer, offener Ansatz gewählt werden. Hierbei steht vor allem das Lernen am Produkt und eine offene Problemstellung mit Selbstdifferenzierung im Zentrum. Etwas irritierend und ungewohnt für die Lehrperson könnte allerdings sein, dass bei solchen Lernsettings kein Kommentar für die Lehrperson mit Musterlösungen vorhanden ist. Doch genau hier liegt der didaktische Sprengstoff. Solch offene Problemstellungen, die vom Interesse der Lernenden ausgehen und dadurch von intrinsischer Lernmotivation getrieben sind, ergeben spannende Lerngelegenheiten.

Unterrichtsform

Eine weiterer hilfreicher Ansatz ist es, bei der Konzeption von didaktischen Settings für Making-Aktivitäten dem von (Resnick & Silverman, 2005) entwickelten und von (Alper, Hourcade, & Gilutz, 2012) weiterentwickelten Prinzip «low floors, with ramps, wide walls with frames of interest and high ceilings with tall ladders» zu folgen (Abbildung 14).

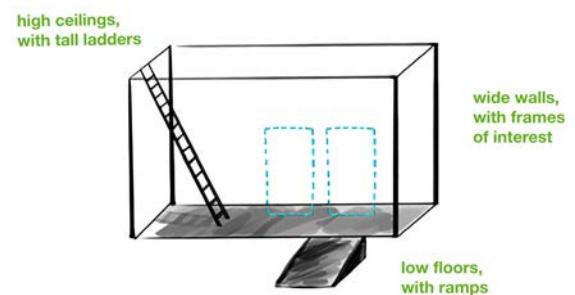


Abbildung 14 low floors – wide walls – high ceilings (Quelle: Alper, M., Hourcade, J.P., & Gilutz, S. (2012), adaptiert von Resnick & Silvermann (2005).)

Bei Making-Aktivitäten steht ein möglichst niederschwelliger Zugang mit tiefen Einstiegshürden (low floors) und Hilfestellungen (ramps) zur Thematik bzw. zur Problemstellung im Vordergrund. Dabei werden halboffene Problemstellungsaufgaben mit vielen Individualisierungsmöglichkeiten gewählt. Diese Making-Aktivitäten sollen Binnendifferenzierung zulassen und die gewählten Tools, Methoden und Materialien müssen Raum für Individualisierung und der Entfaltung persönlicher Kreativität bieten (wide walls). Um gerade bei jüngeren Kindern und Lernenden der Primarschule Überforderung zu vermeiden, kann es durchaus Sinn machen, die Breite und Fülle einzuschränken (frames of interest). Dies kann beispielsweise gut über die Vorgabe eines Themas, eines Leitmottos geschehen.

Ebenso sollen aber auch Schüler*innen mit fortgeschrittenen Fähigkeiten und Ideen sich in verschiedene Richtungen innerhalb der Aktivität vertiefen und neue Herausforderungen und Projekte mit einem höheren Komplexitätsgrad verfolgen können (high ceilings). Aber auch hier können insbesondere jüngere Kinder oder eher schwächere Schüler*innen mit den Anforderungen einer offenen Projektarbeit überfordert sein. Hier können Hilfestellungen in Form von rahmengebenden Konzepten und Strukturpläne, welche allerdings nach wie vor genügend Raum für Individualität und Kreativität lassen, eine wichtige Stütze bilden (tall ladders).

Neben der Differenzierung anhand von verschiedenen Komplexitäten kann die Lehrperson nach der ersten Ausarbeitung von einem Prototyp den Schüler*innen anhand von verschiedenen Fragestellungen helfen, weitere Möglichkeiten zu finden, um das Produkt zu verbessern oder weiterzuentwickeln.

Hierbei können folgende Fragestellungen eingesetzt werden: Wie kann das Produkt so gestaltet werden, dass es schneller, langsamer, besser, genauer, schöner, ökologischer, cooler, stärker, smarter, flexibler, grösser, kleiner, effizienter, kostengünstiger, verlässlicher, leichter, eleganter, einfacher zu benutzen ist? (Libow Martinez & Stager, 2013)

Die Making-Settings haben einen starken Projektcharakter und folgen demnach den Eigenschaften von guten Projekten. Nachfolgend werden diese Merkmale sowie auch passende Rahmenbedingungen für Projekte im Unterricht einzeln ausgeführt.

Was macht ein gutes Projekt aus?

- › **Zweck und Relevanz:** Hat das Projekt einen persönlichen Lebensweltbezug und eine angemessene Relevanz? Weckt das Projekt genügend Interesse, um Zeit, Energie und Kreativität darin zu investieren?
- › **Komplexität:** Ein gutes Projekt beinhaltet verschiedene Themen und knüpft am Vorwissen an.
- › **Wiederverwendbarkeit:** Schüler*innen sollen etwas erschaffen, das sie untereinander teilen und wiederverwenden können (z.B. Programmcode, Konstruktionen, usw.) Dies fördert auch die Motivation und Relevanz der Arbeit jedes Einzelnen.
- › **Gendergerecht:** Für einen gendergerechten Unterricht ist es ratsam Themen zu wählen, die verschiedene Interessen der Schüler*innen ansprechen. Projekte im Physical Computing bieten dafür gute Möglichkeiten, da sie an den Schnittstellen zu anderen Disziplinen angesiedelt sind.

Was sind die Rahmenbedingungen?

- › **Zeit:** Genügend Zeit muss bereitgestellt werden, damit der Problemlöseprozess iterativ durchlaufen werden kann.
- › **Fehlerkultur:** Fehler sind ein wichtiger Bestandteil des Lernprozesses. Die Schüler*innen sollen dazu motiviert werden, Risiken einzugehen und einfach etwas auszuprobieren. Es ist auch ganz normal, dass etwas dabei kaputtgehen kann. Fehler sollen keinen negativen Faktor in der Beurteilung des Projektes ausmachen, im Gegenteil.
- › **Kollaboration:** Programmieren lernt man am besten, wenn man bestehenden Programmcode analysiert, abändert und ergänzt. Code von anderen zu kopieren, um Ideen nachzubauen, ist eine wichtige Arbeitsweise in der Informatik und im Making.
- › **Zugang zu Materialien:** Es ist sehr wichtig, dass die Schüler*innen möglichst uneingeschränkter Zugang zu den Materialien (Software, Hardware, Bastelmaterial usw.) haben und dass die Infrastruktur funktioniert (WLAN, Computer usw.); idealerweise auch ausserhalb der offiziellen Lektionen.

Social Entrepreneurship Education

«Entrepreneurship bzw. Unternehmergeist ist die Fähigkeit, Ideen in die Tat umzusetzen. Dies erfordert Kreativität, Innovation und Risikobereitschaft sowie die Fähigkeit, Projekte zu planen und durchzuführen, um bestimmte Ziele zu erreichen» Europäische Kommission

Eine der Kernaufgaben der Schule besteht darin, die Kinder und Jugendlichen auf deren Zukunft vorzubereiten und sie auf dem Weg zu mündigen, verantwortungsbewussten und kritikfähigen Teilnehmenden der Gesellschaft zu begleiten.

Sie sollen in Schule und Ausbildung diejenigen Kompetenzen erwerben, welche Sie für ein selbstbestimmtes Leben und eine erfolgreiche Partizipation am zukünftigen Arbeitsmarkt und dem gesellschaftlichen Leben benötigen.

Gemäss einer aktuellen Umfrage unter Millenials (18 bis 35-Jährige) werden unter den grössten Herausforderungen unserer Welt der Klimawandel, die

Umweltverschmutzung, Ungleichheit (Einkommen, Diskriminierung), Korruption, Armut, Arbeitslosigkeit, Ernährungssicherheit, Kriege und Konflikte genannt. Die Jobunsicherheit wird oftmals auch im Zusammenhang mit der fortschreitenden Digitalisierung gebracht. Der Wandel in der Arbeitswelt durch die zunehmende Automation und der Wegfall von Arbeitsplätzen bereitet Sorge. Grundsätzlich werden Technologie und Innovation unter Millenials jedoch als etwas Positives betrachtet und für die Schaffung von Arbeitsplätzen verantwortlich gemacht, dafür müsse aber die Bildung Zugang zu den Technologien haben. (Global Shapers Survey 2017)

Die Sorgen um die bevorstehenden und ungewissen Zukunftsentwicklungen sind aufgrund der komplexen Probleme vielfältig und können überwältigend und überfordernd wirken. Um obengenannten Problemstellungen begegnen zu können, ja um diese im besten Fall sogar zu lösen, bedarf es neben den entsprechenden Problemlösekompetenzen konkreter Strategien, Ziele und einer gehörigen Portion Mut.

Social Entrepreneurship Education hat zum Ziel, Kinder und Jugendliche genau auf diese Herausforderungen vorzubereiten und sie in ihrem Selbstvertrauen zu stärken und ihnen ein Gefühl der Selbstwirksamkeit zu vermitteln.

Referenzrahmen für Entrepreneurship Kompetenzen						
IDEEN ENTWICKELN	A1	A2	B1	B2	C1	C2
	- Ich kann Bereiche erkennen, in denen ich gut bin und denke an meine Zukunft. - Ich bin fähig, wichtige Aufgaben zu beenden.	- Ich kann einfache Aufgaben übernehmen und trage mich bei der Umsetzung weiterhin an. - Ich kann erklären, wie Angewandte und Nachfrage z. B. den Preis einer Ware auf dem Markt bestimmen. - Ich kann Überlegungen über meine schulische und berufliche Zukunft anstellen.	- Ich kann meine Stärken und Schwächen identifizieren und mit Zielen verknüpfen, um meine Schwächen zu verbessern. - Ich fühle mich wohl, wenn ich für eine Aufgabe Verantwortung übernehmen kann. - Bei der Umsetzung von Aufgaben stelle ich mich möglichen Widerständen. - Ich kann den Weg zu meinem beruflichen Ziel beschreiben und weiß, dass es für alle Menschen verschiedene Möglichkeiten der beruflichen Ausbildung gibt.	- Ich kann meine Stärken und Schwächen identifizieren und verknüpfen mit meinen Zielen. Dabei kann ich mögliche Schwierigkeiten überwinden und Übernahme die Verantwortung. - Ich kann Ideen zu einem Geschäftsmodell weiterentwickeln und auf ihren innovativen Ansatz und die Chancen am Markt überprüfen. - Ich kann unternehmerische Risiken am Hand von Fallbeispielen analysieren und Entscheidungen treffen. - Ich kann die Idee der Idee mit anderen strukturiert Argumente für meine Idee finden.	- Ich bin entschlossen, mich selbst weiterzuentwickeln und kann mir selbst Ziele setzen, um meine eigenen Erreichungen auf lange Sicht zu verfolgen. - Ich übernehme Aufgaben und werde diese erfolgreich beenden. - Ich bin bereit, mich auch für andere und für gesellschaftliche Belange einzusetzen.	- Ich kann meine eigenen Ziele und Werte begründen und erläutern. - Ich respektiere andere und setze mich aktiv für gesellschaftliche Probleme ein. - Ich übernehme Aufgaben und werde diese auch im Wettbewerbserfolg verfolgen.
IDEEN UMSETZEN	Chancen erkennen	organisieren	umsetzen	umsetzen	umsetzen	umsetzen
	- Ich kann kreative Ideen entwickeln und erkenne ihren Wert. - Ich kann eine Ideenentwicklung erstellen und diese z. B. in einem Innovationsprozess festhalten. - Ich kann meine eigenen Ideen präsentieren. Ich kann Risiken im Alltag erkennen und überlegen, wie ich sie vermeiden kann.	- Ich kann kreative Ideen entwickeln, die Probleme lösen und Chancen am Markt und in der Gesellschaft erkennen. - Ich kann eine Ideenentwicklung erstellen und diese z. B. in einem Innovationsprozess festhalten. - Ich kann meine eigenen Ideen präsentieren. Ich kann Risiken im Alltag erkennen und überlegen, wie ich sie vermeiden kann.	- Ich kann einfache Fertigkeiten im Bereich der Planung einsetzen und habe ein Verständnis für begrenzte Ressourcen. - Ich kann Ziele planen und eine Entscheidungsfindung vorbereiten. Ich kann aus bestehenden Ressourcen (z. B. „entfesseln“ Dinge) einen Mehrwert erzeugen. - Ich kann mit anderen zusammenarbeiten.	- Ich kann einfache Fertigkeiten im Bereich der Planung einsetzen und habe ein Verständnis für begrenzte Ressourcen. - Ich kann Ziele planen und eine Entscheidungsfindung vorbereiten. Ich kann aus bestehenden Ressourcen (z. B. „entfesseln“ Dinge) einen Mehrwert erzeugen. - Ich kann mit anderen zusammenarbeiten.	- Ich kann einfache Fertigkeiten im Bereich der Planung einsetzen und habe ein Verständnis für begrenzte Ressourcen. - Ich kann Ziele planen und eine Entscheidungsfindung vorbereiten. Ich kann aus bestehenden Ressourcen (z. B. „entfesseln“ Dinge) einen Mehrwert erzeugen. - Ich kann mit anderen zusammenarbeiten.	- Ich kann einfache Fertigkeiten im Bereich der Planung einsetzen und habe ein Verständnis für begrenzte Ressourcen. - Ich kann Ziele planen und eine Entscheidungsfindung vorbereiten. Ich kann aus bestehenden Ressourcen (z. B. „entfesseln“ Dinge) einen Mehrwert erzeugen. - Ich kann mit anderen zusammenarbeiten.
NACHHALTIG DENKEN	zukunftsorientiert handeln	Finanz-ABC	Finanz-ABC	Finanz-ABC	Finanz-ABC	Finanz-ABC
	- Ich erkenne die Wichtigkeit von ökonomischen, ökologischen und sozialen Belangen für unser Leben. - Ich kann Preise und Wert von Produkten und Dienstleistungen erklären und vergleichen.	- Ich erkenne die Wichtigkeit von ökonomischen, ökologischen und sozialen Belangen für unser Leben. - Ich kann Preise und Wert von Produkten und Dienstleistungen erklären und vergleichen.	- Ich erkenne die Wichtigkeit von ökonomischen, ökologischen und sozialen Belangen für unser Leben. - Ich kann Preise und Wert von Produkten und Dienstleistungen erklären und vergleichen.	- Ich erkenne die Wichtigkeit von ökonomischen, ökologischen und sozialen Belangen für unser Leben. - Ich kann Preise und Wert von Produkten und Dienstleistungen erklären und vergleichen.	- Ich erkenne die Wichtigkeit von ökonomischen, ökologischen und sozialen Belangen für unser Leben. - Ich kann Preise und Wert von Produkten und Dienstleistungen erklären und vergleichen.	- Ich erkenne die Wichtigkeit von ökonomischen, ökologischen und sozialen Belangen für unser Leben. - Ich kann Preise und Wert von Produkten und Dienstleistungen erklären und vergleichen.

Abbildung 15 – Kompetenzraster für Entrepreneurship-Kompetenzen von Youthstart

Dabei handelt es sich allerdings nicht um ein verstecktes «Kaderschmiede-Konzept», sondern vielmehr um die Stärkung einer allgemeinen und ganzheitlichen Entrepreneurship-Haltung. Im Rahmen der EU-Initiative (YouthStart) wurden beispielsweise diverse Unterlagen und ein kompletter Referenzrahmen (Abbildung 15) für Entrepreneurship Education in der Schule entwickelt und es besteht ein breites Angebot mit ausgearbeiteten Unterrichtsmaterialien (Abbildung 16).

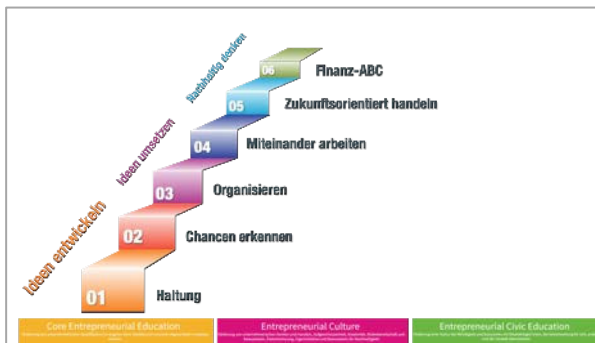


Abbildung 16 - Youthstart.eu | Social Entrepreneurship Education Konzept

Warum Entrepreneurship-Education

Selbstständig denkende und verantwortungsvoll handelnde Menschen bilden eine wichtige Grundlage für eine lebendige und funktionierende Gesellschaft. Für eine ungewisse Zukunft voll komplexer Problemstellungen brauchen wir innovative Ideen, sowie schöpferische und kreative Menschen, welche sozial verantwortungsbewusst an der Gesellschaft teilhaben. Das Ziel von Social Entrepreneurship Education ist es, Kinder und Jugendliche zu bestärken, sich aktiv in die Gesellschaft einzubringen, sich für eine nachhaltige Zukunft einzusetzen, sich für benachteiligte Personen / Personengruppen einzusetzen und sich an der Lösung der bestehenden Probleme zu beteiligen, ja sich sogar als Teil der Lösung wahrzunehmen.

Jede / Jeder hat das Potenzial zum Entrepreneur

Die Aktivitäten der in diesem Themenheft beschriebenen Making-Settings sollen Kinder und Jugendlichen die Möglichkeit geben, sich als selbstwirksam wahrzunehmen. Sie sollen erleben, dass es sich lohnt in eigene Ideen und Lösungsansätze zu investieren. Sie lernen sich für die eigenen Ideen stark zu machen sowie diese angemessen zu präsentieren.

Dabei geht es nicht um perfekt umgesetzte und «fertige» Produkte und Lösungsansätze, sondern in erster Linie um den kreativen Prozess der Innovation und des Designs. Die Motivation und das Interesse Ideen und Lösungen für **Methodik: Design Thinking for Education** bieten.

Probleme der Menschen unserer heutigen Zeit zu entwickeln und an diesen Ideen zu feilen und zu wachsen, sind wertvolle Eigenschaften eines Entrepreneurs. Dabei geht es nicht in erster Linie um Profit oder materiellen Erfolg, sondern vielmehr um ein Bewusstsein für die Bedürfnisse anderer Menschen und dem Wunsch nach innovativen Problemlösungsansätzen. Die natürliche Neugier und das Interesse für Phänomene und das Lösen von Rätseln und Problemstellungen steckt in jedem Kind. Aufgabe der Schule ist es, diese natürlichen Ressourcen neu anzusprechen und die Kinder anzuleiten, aufmerksam durch die Welt zu gehen. An jeder Strassenecke, in ganz normalen Alltagssituationen lauern grosse und kleine Probleme, welche gelöst werden wollen. Die Motivation ein Problem lösen zu wollen, entsteht durch einführendes Verständnis und Empathie für die betroffene(n) Person(en)gruppen). Durch Fragen und aufmerksames Beobachten kann es schon Primarschulkindern gelingen, sich in Problemsituationen hineinzusetzen und die Bedürfnisse der vom Problem Betroffenen zu erkennen / zu erfragen.

Kreativ sein will geübt werden

Wenn man mit Kindern und Jugendlichen in die Welt des Makings und der kreativen Problemlösung einsteigt, hört man oft Sätze wie «Ich bin nicht kreativ» oder «Ich kann nichts erfinden». Viele Kinder haben in ihrer privaten, wie schulischen Laufbahn selten bis nie die Möglichkeit gehabt, ein Problem von Grund auf zu verstehen und sich in eine konkrete Problemsituation hineinzusetzen. Von der Entwicklung einer eigenen Problemlösung und kreativer Lösungsansätze ganz zu schweigen. Doch in jedem Menschen steckt Kreativität und eine Quelle an Ideen und Erfindergeist. Entgegen der geläufigen Meinung ist Kreativität und Innovationsgeist nicht nur einzelnen «gesegneten» und begabten Menschen vorenthalten, sondern steckt in jedem Menschen. Doch wie für alles andere im Leben braucht es auch dafür Übung und Erfahrung.

John Spencer und A.J. Juliani beschreiben in ihrem Buch (LAUNCH - Using Design Thinking to Boost Creativity and Bring Out the Maker in Every Student, 2016, S. 25), dass Menschen oft denken, Kreativität und Innovation passiere einfach so und entstehe «out of the box». Doch die Erfahrung zeigt, dass es für innovative Arbeit und kreative Ideen oftmals hilfreich ist, einen Rahmen und Unterstützung zu bieten, innerhalb welchem neue Denkweisen für Lösungsideen «inside the box» kreiert werden können.

Genau einen solchen Rahmen wollen wir mit dem Prozessmodell «Erfinderrallye» für den Umsetzungsprozess mit den Lernenden im Kapitel

Aber nicht nur bei der Generierung von Ideen und beim Kreierungsprozess ist Unterstützung und Hilfestellung wichtig und hilfreich. Auch bei der Erstellung eines «Lösungsprototypen», also der ersten Umsetzung einer Idee, sind Begleitung und regelmässige Feedbacks wichtig. Dabei sollen die Lernenden stets selbstkritisch und reflektierenden all ihre Prozessschritte, Überlegungen und Ideen überprüfen, und durch kritisches Feedback von aussen verifizieren. Das Erarbeiten, Hinterfragen und Analysieren von Ideen und Ausarbeitungen sollen vielfach im Unterricht geübt und der Vorgang der inneren und äusseren Reflexion verinnerlicht werden.

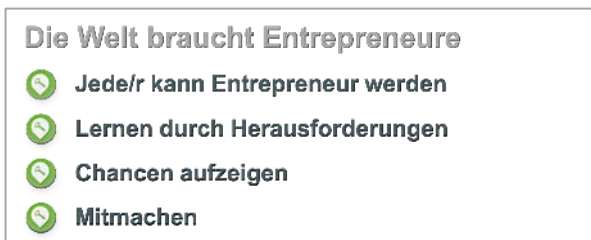


Abbildung 17 – Schlüsselaspekte im Kontext von Social Entrepreneurship Education Quelle: (YouthStart, 2019)

Chancen aufzeigen

Wenn man im Kontext von Early Entrepreneurship Education von unternehmerischem Denken und Handeln spricht, ist nicht in erster Linie das Kommerzielle gemeint, d.h. es geht nicht darum, dass alle zu profitorientierten Unternehmerinnen und Unternehmern werden sollen. Viel eher ist das unternehmerische Denken und Handeln verbunden mit der Vorstellung einer Person, welche initiativfreudig ist, seine Umwelt neugierig und aufmerksam erforscht, um dann erfindungs- und unternehmungslustig Ideen entwickelt und Erfindungen austüftelt. Dies um die Welt, das Leben einzelner oder bestimmter Personengruppen besser, einfacher und lebenswerter zu machen. Es geht darum Selbstwirksamkeit zu (er-)leben und eine eigene Idee, eine Vision mit aller Anstrengung zu verfolgen und diese auch gegen Unwegsamkeiten oder Widerstände zu verteidigen und bis zur erfolgreichen Umsetzung dranzubleiben (Abbildung 17)

Kinder und Jugendliche sollen die Welt nicht einfach als gegeben akzeptieren und darauf warten, dass jemand neue Arbeitsplätze schafft oder die grossen und kleinen Probleme der heutigen Zeit (Umweltverschmutzung, verschwenderischer Umgang mit Ressourcen, Armut und Chancenungleichheit, etc.) löst, sondern zumindest bestrebt sein, aktiv selber Teil des Fortschritts und der Lösung des Problems zu werden. Nachhaltigkeit, Empathiefähigkeit, Kollaboration und Verantwortung gegenüber anderen sind ebenso wichtige Schwerpunkte dieses Ansatzes.

Early Entrepreneurship Education und Making

Beim «Making macht Schule» geht es in erster Linie darum, dieses «Entrepreneurship-Mindset» zu fördern. Ziel ist es das Selbstvertrauen von Kindern und Jugendlichen zu stärken und die Motivation, eigene Ideen umzusetzen fördern. Making ist dabei ideal geeignet, um den «Spirit» eines Unternehmers und Erfinders spür- und erlebbar zu machen. Als zentral erachten wir dabei, dass die Lehrperson selbst von dieser Grundhaltung überzeugt ist und an die Schüler*innen weitergeben möchte. Nur so kann der «Funke» unserer Meinung nach überspringen und die Schüler*innen mit der Vision von Early Entrepreneurship Education angesteckt werden.

Dokumentation

Grundsätzliches

Ein Grundsatz ist aus Sicht der Schüler*innen zu verfolgen: Die Dokumentation des Projekts wird ausschliesslich für die Gruppe selbst und nicht für andere Personen verfasst. Dies bedeutet nicht, dass die Dokumentation später nicht anderen zur Verfügung gestellt werden kann. Für die Schüler*innen ist jedoch das Verständnis wichtig, dass sie selber die Zielgruppe der Dokumentation sind. Ihr Wissen, ihr Vorgehen und ihre Erfahrungen sollen in der Dokumentation abgespeichert werden. Sie betreiben somit eine Form von Wissensmanagement. Aus diesem Grund wird die Dokumentation auch nicht explizit beurteilt (vgl. Kapitel Beurteilung).

Die Dokumentation kann in Form von Texten, Fotos, Audio- und Videodateien oder Onlineprodukten (z.B. Padlet, Twitterkanal) erstellt werden. Diese Dokumentationsformen sind auch deshalb wichtig, damit die Motivation und die Wertschätzung gegenüber der eigenen Arbeit gewährleistet werden kann.

Sie kann aber auch übertriebene Formen annehmen und sehr detailliert ausfallen. So nimmt sie dem eigentlichen Projekt viel Zeit weg; Making-Projekte sind bereits zeitlich anspruchsvoll genug. Die Dokumentation ist deshalb nicht als ausgereiftes Medienprodukt, sondern eher als kurzes Dossier zu gestalten, das eine Sammlung verschiedener Informationsschnipsel unterschiedlichster Darstellungsformen enthält.

Das Dokumentieren ist integraler Bestandteil der Arbeit und nicht als isolierter Task zu verstehen. Der Design Thinking Prozess sieht keine Dokumentationsphase vor.

Was gehört in die Dokumentation?

Herzstück der Dokumentation sind die ausgefüllten Arbeitsblätter zu den einzelnen Design Thinking Phasen (vgl. [Beispiel: 2. Zyklus Projekt](#) und [Beispiel: 3. Zyklus Projekt](#)). Sinnvollerweise wird die Dokumentation oder das Dossier nach diesen Phasen strukturiert.

Zusätzlich ist die Dokumentation mit folgenden Inhalten anzureichern:

Produkte, Zwischenresultate

Um den Entstehungsprozess nachvollziehen zu können, sind die Produkte und Zwischenschritte fotografisch oder per Video festzuhalten. Oft hilft es, wenn diese annotiert / beschrieben werden. Verworfen Resultate sind nicht wegzwerfen. Im Gegenteil: Verworfenes hilft den Entwicklungsprozess zu verstehen und somit zukünftige Arbeitsprozesse abzukürzen.

Vorgehen, Überlegungen, Reflexion:

Beim «Making» tendiert man dazu, ohne viel zu überlegen einfach mal zu machen (Try and Error), was grundsätzlich nicht schlecht ist. Schlägt der Erstversuch fehl, so beginnt die Fehlersuche; das Vorgehen nimmt idealerweise methodischere und systematischere Züge an. Diese Schritte und die dahinterliegenden Überlegungen gilt es in der Dokumentation abzubilden. Warum wurde der Teil XY so umgesetzt, auf den ersten Blick würde man es doch so machen? Wichtig ist auch, dass sich die Schüler*innen Gedanken über ihr Vorgehen und ihre Arbeitsstände machen. Sind wir noch gut im Zeitplan? Werden wir in 2 Wochen fertig? Es wäre zwar schade, aber welche Komponente lassen wir bei Zeitnot weg? Warum?

Dieser Dokumentationsaspekt kann beispielsweise in Form eines Journals abgebildet werden. Nach jedem Arbeitsblock wird diskutiert, wie das Projekt sich weiterentwickelt hat, was gut / schlecht funktioniert hat und was die Ziele für den nächsten Schritte sind.

Dokumentation von Problemlösungen

Dazu gehören z.B. Codes. Wurde für ein bestimmtes Problem (z.B. Umsetzung einer Sirene) der richtige Code erstellt, so kann dieser Codeschnipsel 1:1 in die Dokumentation übertragen werden. Oft tauchen später ähnliche Probleme auf und der Zugriff auf die dokumentierte Problemlösung kann so tatsächlich den Arbeitsprozess beschleunigen. Zudem dient gerade dieser Teil anderen Gruppen als Ressource (Wie habt ihr das gemacht?).

Weitere Gründe für die Dokumentation

Nebst der persönlichen Wissenssicherung seitens der Schüler*innen, beispielsweise für Folgeprojekte, gibt es weitere Gründe für die Dokumentation:

Nachhaltige Sicherung

In den meisten Fällen überlebt die Dokumentation den Prototypen, da diese für Folgeprojekte wieder auseinandergebaut werden. Für diesen Zweck ist es wichtig, dass die Dokumentation mit Fotos oder Zeichnungen visualisiert oder mit Videos unterlegt ist.

Vorbereitung Pitch

Nach der Umsetzung stellen die Schüler*innen die Projekte in Form einer präzisen mündlichen Präsentation einander vor. Wurde die Dokumentation bisher gewissenhaft geführt, so muss für den Pitch nur noch das bestehende Material kuratiert und in ein Narrativ gegossen werden.

Sharing untereinander

Ein wesentlicher Aspekt des Makings ist das Profitieren untereinander. Eine Dokumentation ist vielfältigbar, Prototypen in der Regel nicht. Interessante Aspekte für ein Sharing untereinander wären beispielsweise explizite Problemlösungen (z.B. der Codeschnipsel und der Schaltplan, um LEDs mit einem micro:bit ansteuern zu können) oder der Prozess der Ideenfindung.

Öffentlichkeitsarbeit

Making Projekte eignen sich hervorragend, um einem grösseren Publikum (Eltern, Schulkommission, etc.) die Aktivitäten der Schule vorzustellen. Das Fach «Medien und Informatik», «interdisziplinäre Projekte» und insbesondere «unternehmerisches Denken und Handeln» sind neu und attraktiv. Gleichzeitig fehlen oft konkrete Anschauungsbeispiele.

Methodik: Design Thinking for Education



Abbildung 18 - Dimension «Methodik» / Framework Making macht Schule, 2019

Was ist Design Thinking?

«Design Thinking ist eine Innovationsmethode, die auf Basis eines iterativen Prozesses nutzer- und kundenorientierte Ergebnisse zur Lösung von komplexen Problemen liefert. [...] Design Thinking öffnet den Weg für alle Altersgruppen, (wieder) spielerisch und neugierig auf Problemstellungen zu schauen und diese zu bearbeiten. Dabei geht es darum, auch scheinbar Unlogisches und Un-erreichbares zu denken, ernsthaft zu diskutieren und zu überraschenden Erkenntnissen zu gelangen.» (Uebernicket, Brenner, Pukall, Naef, & Schindlholzer, 2015)

In einer globalisierten Welt mit immer komplexeren Problemstellungen braucht es innovative, unkonventionelle und kreative Lösungsansätze und Ideen. Sowohl im Privatleben wie auch im geschäftlichen und professionellen Kontext steigen die Anforderungen an Kreativität und Innovation. Design Thinking steht gemäss (Uebernicket, Brenner, Pukall, Naef, & Schindlholzer, 2015, S. 18) für das Schaffen von Neuem und damit für die Verkörperung von Kreativität. Die Methode passt in unsere Zeit, weil sie Menschen hilft, Kreativität handhabbar zu machen.

Die Grundidee ist allen Ansätzen und Methoden von Design Thinking Prozessen gemein: Es geht bei Design Thinking nicht in erster Linie um das Produkt oder die fertige Lösung, sondern um die Bedürfnisse des Kunden. Die Erwartungen des Endnutzers werden immer in den Fokus aller Überlegungen und Bemühungen gestellt. Basierend auf einem tiefgreifenden Verständnis und einer Empathie für die Bedürfnisse und Probleme der definierten

«Zielperson/en», welche durch Recherche, Interviews und Beobachtungen erreicht wird, werden Ideen und Lösungsansätze kreiert.

Im Gegensatz zu herkömmlichen Problemlösestrategien stellt man zu Beginn der Überlegungen nicht das fertige Produkt ins Zentrum der Überlegungen, sondern versucht das Problem initial möglichst ganzheitlich zu erfassen und so breit wie möglich Lösungsansätze und Ideen zu generieren. Dabei sollen so früh wie möglich Prototypen generiert werden, anhand derer Lösungsstrategien und Ideen getestet und evaluiert werden könnte. Unter gewissen Bedingungen (wie z.B. dem Komplexitätsgrad der Problemstellung oder den Bedürfnissen der Zielgruppe, für welche die Lösung entwickelt werden soll), kann dieser Prozess unter Umständen sehr langwierig und zäh werden. Eine hohe Flexibilität und Agilität des Projektteams sowie die Bereitschaft bereits lieb gewonnene Ideen und Ansätze wieder zu verwerfen (kill your darlings) sind wichtige Gelingensbedingungen für Design Thinking Teams.

Die von der Design- und Innovationsagentur (Brown, Strong, & Bennett, 1991) entwickelte Methode wurde unter anderem vom Hasso Plattner Institute of Design an der Stanford University in Palo Alto weiterentwickelt.

Folgende Grundprinzipien definieren gemäss Ueberrickel et al. (2015, S. 18f.) Design Thinking Methoden:

- › **Empathie:** Das Einfühlen und die Empathie für andere Menschen um deren Probleme besser verstehen und bessere Lösungen zu entwickeln.
- › **Fail forward:** Fehler sind ein grundlegendes Element des Innovationsprozesses und stellen wichtige Bestandteile im Lernprozess dar.
- › **Fail often and therefore early:** Ziel ist es, möglichst früh Fehler zu machen bzw. Schwachstellen eines Lösungsansatzes zu erkennen, daraus zu lernen und diese in einem iterativen Prozess nach und nach ausmerzen.
- › **Test with your customer and user:** Prototypen und Lösungsansätze werden möglichst früh durch Kunden und Nutzerinnen getestet und validiert, nicht durch das Management oder eine Projektleitung.
- › **Aufbauendes Feedback:** In Design Thinking Teams wird versucht, aufbauendes und konstruktives Feedback zu geben. Sätze sollten nicht mit «Ja, aber...», sondern mit «Ja, und...» beginnen.
- › **Make it tangible:** Alle Ideen und Lösungsansätze sollen in Form von Prototypen sichtbar und anfassbar (tangible) sein.
- › **Interdisziplinär:** Design Thinking lebt von verschiedenen Sichtweisen und Interpretationen
- › **Optimistisch und neugierig:** Die Mitglieder sollten intrinsisch motiviert sein, nach neuen Fragestellungen und Lösungsansätzen zu suchen.
- › **Experimentell:** Der pragmatische Ansatz von Design Thinking zieht das Experiment der Theorie vor. Das bedeutet in der Praxis von Projekten, so rasch wie möglich mit Hilfe eines Prototyps einen Problemlösungsansatz zu entwickeln bzw. diese auszutesten, um diesen anschliessend basierend auf Rückmeldungen von weiter zu entwickeln.

Die Design Thinking Methode basiert auf der Idee eines iterativen Mikrozyklus, der aus fünf Schritten besteht (Abbildung 19).

Dieser Zyklus wird in den einzelnen Projektphasen mehrfach durchlaufen, wodurch eine schrittweise Annäherung an das Ziel möglich wird.

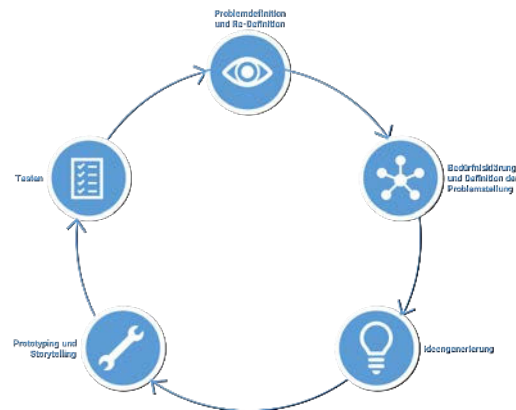


Abbildung 19 - Mikrozyklus «Design Thinking» (eigene Darstellung nach Ueberrickel et. al.)

Design Thinking for Education

Die Design Thinking Methode wurde ursprünglich für Designer und Ingenieure entwickelt. Der grosse Erfolg der Methode hat dazu geführt, dass diese mittlerweile auf viele weitere Berufsfelder adaptiert wurde. Unter anderem wurde die Design Thinking Methode auch für die Bildung angepasst. Die Design- und Innovationsagentur Ideo Design hat zusammen mit der Riverdale Country School aus New York das «Design Thinking for Educators Toolkit» entwickelt (2013). Das Toolkit beschreibt Prozess- und Designmethoden, welche speziell für den Schulkontext und die Anwendung im Unterricht angepasst und entwickelt wurden. Es zeigt neue Wege auf und unterstützt Lehrpersonen dabei, mit ihren Lernenden gezielt und kollaborativ Ideen zu designen, sowie nachhaltig wirkungsvolle Lösungen zu entwickeln.

Die nachfolgende Grafik illustriert ohne Anspruch auf Vollständigkeit, welche positiven Effekte der Einsatz von Design Thinking Methoden im Unterricht generieren kann (Abbildung 20).

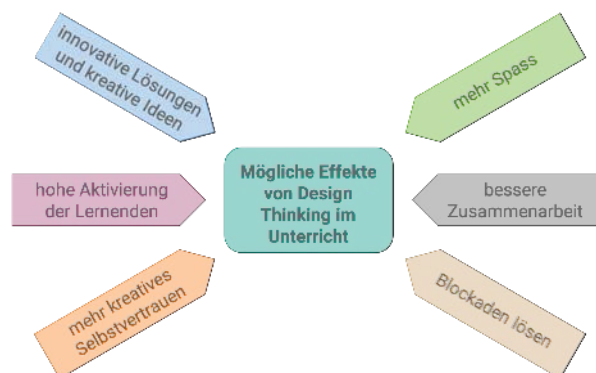


Abbildung 20 - Mögliche Effekte von Design Thinking im Unterricht

Design Thinking for Making Toolkit

Die vierte Dimension des Frameworks «Making macht Schule» befasst sich mit der Methode und den Prozessen zur Umsetzung von Making-Aktivitäten im Unterricht mit Lernenden (Abbildung 18). Dabei spielt die Design Thinking Methode eine zentrale Rolle. Im Rahmen der Entwicklung dieses Themenheftes und im Kontext der Erfahrungen aus verschiedensten Making-Aktivitäten und Entrepreneurship-Projekten mit Lernenden und Lehrpersonen in der Aus- und Weiterbildung wurde eine adaptierte Version des Design Thinking for Education Toolkits entwickelt. Diese wurde speziell auf das Framework "Making macht Schule" und den Early Entrepreneurship Education Ansatz ausgerichtet (Abbildung 21).

Das Autorenteam hat für die Entwicklung und Ausarbeitung des Ansatzes ebenfalls die Design Thinking Methode angewandt. Ausgehend von der Frage «Wie können wir Kinder und Jugendliche auf deren Zukunft vorbereiten?» wurden Interviews und Gespräche mit Fachpersonen aus der Wirtschaft, Politik, Technik und Bildung geführt und in einem mehrjährigen und intensiven Prozess die vorhandenen Initiativen und Methoden adaptiert, kombiniert und neu definiert. Eine besonders grosse Unterstützung war dabei die Arbeit von Steven Marx, der als Jugend- und Sozialarbeiter in der offenen Jugendarbeit der Sozialen Dienste Mittelrheintal die Initiative «WILMA – Wir lernen durch machen» entwickelt hat. Sein «Erfinderhandbuch» (Marx, Steven; Hammer, Tamara; Hampson, Gabriele, 2018) hat uns stark inspiriert und bei der Arbeit unterstützt. An dieser Stelle soll Steven Marx und seinem Team ein grosses Dankeschön für die grosszügige Bereitstellung der Unterlagen und die Erlaubnis ebendiese zu verwenden und weiterzuentwickeln ausgesprochen sein.

Bei Making-Aktivitäten im Kontext von Early Entrepreneurship Education und dem in diesem Themenheft beschriebenen Ansatz sollen Projekte und Aktivitäten lustvoll, motivierend und von den Interessen und der Neugier der Lernenden ausgehend gestaltet werden. Der Wert von selbstgemachten, nicht perfekten Produkten (Prototypen) und die Bedeutung des Designs- und Entstehungsprozesses sollen dabei stets im Zentrum stehen. Dabei sollen die Lernenden in möglichst heterogenen Teams arbeiten, so dass schwächere Schüler*innen von stärkeren mitgezogen werden können und diese so gegenseitig voneinander profitieren. Ebenfalls empfehlenswert ist die Zuteilung von konkreten Aufgaben und/oder Rollen innerhalb der einzelnen Projektteams. Dies bietet den Lernenden die Möglichkeit, ihren Stärken und individuellen Begabungen entsprechend, das Team zu bereichern. Gerade mit etwas älteren Kindern und Jugendlichen kann ein kompetitiver Rahmen (z.B. in Form einer Challenge) zusätzlich motivationssteigernd und aktivierend wirken. Wenn ein zeitlich limitierter und produktorientierter Rahmen gesetzt wird, können spannende Dynamiken entstehen und die Lernenden werden angeregt, sich innerhalb der Teams möglichst sinnvoll zu organisieren, die individuellen Potenziale zu erkennen und die verschiedenen Aufgaben innerhalb der einzelnen Projektphasen möglichst optimal auf die Teammitglieder zu verteilen. So wird auf spielerische und lustvolle Weise trainiert, wie es sich in «interdisziplinären» Teams zusammenarbeiten lässt und wie Projektarbeiten über eine längere Zeit geplant und umgesetzt werden können. Dabei spielen sehr viele der eingangs genannten 21st Century Skills eine entscheidende Rolle. Es muss kritisch nachgedacht und das eigene Handeln stets analysiert und bewertet werden. Es wird diskutiert und kooperiert und es geht darum gemeinsam auf ein grösseres Ziel hinzuarbeiten.

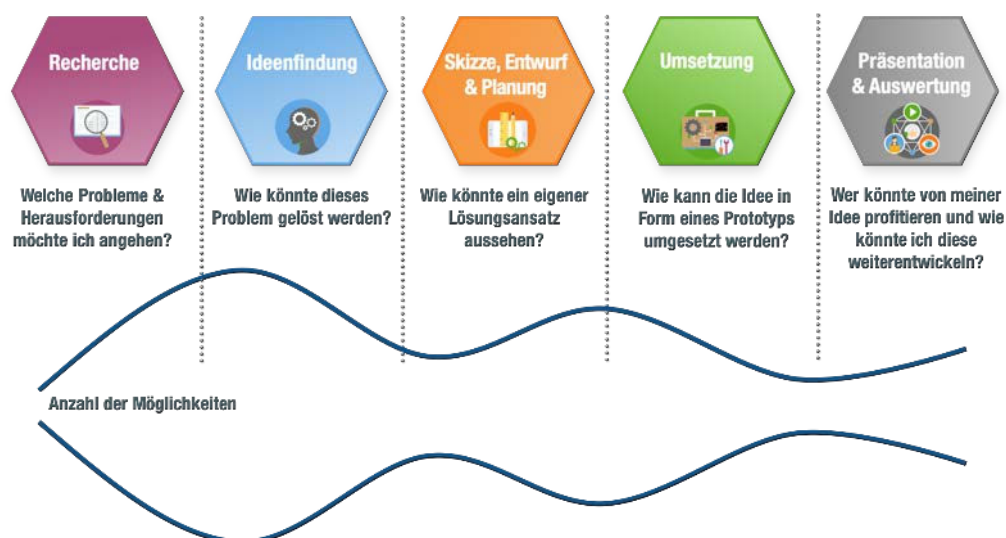


Abbildung 21 – Die Arbeitsphasen innerhalb eines Design Thinking Prozess im Kontext von Making- und Early Entrepreneurship Education Aktivitäten

Durch den iterativen Ansatz des Design Thinking for Education Prozesses werden, anders als bei vielen anderen Herangehensweisen und Methoden, in erster Linie die Bedürfnisse von Menschen ins Zentrum gestellt. Die Lösung des konkreten Problems steht an erster Stelle und anhand von kreativen Ansätzen werden in einem kollaborativen Prozess Schritt für Schritt aus Ideen entwickelte Produkte und Prototypen für eine mögliche Problemlösung kreiert. Der Prozess, wie Lösungen für komplexe Probleme auf kreative, menschenzentrierte und optimistische Art entwickelt werden, kann die Art, wie die Lernenden Probleme sehen und lösen, verändern.

Offene Unterrichtssettings und projektorientierte, selbstgesteuerte Arbeiten verlangen sowohl von der Lehrperson aber auch von den Lernenden einiges ab. So ist ein bunter Strauss an Selbst-, Sach- und Sozialkompetenzen notwendig, um innerhalb solch offen gestalteter Lernsettings erfolgreich zusammenarbeiten und etwas lernen zu können. Die Schüler*innen sind oftmals auf sich alleine gestellt, da die Lehrperson unter Umständen mit der Betreuung von anderen Teams beschäftigt ist. Zudem können solch langfristige und komplexe Arbeitsprozesse Schüler*innen, aber auch ältere Lernende überfordern oder gar ängstigen.

Insbesondere bei auftretenden Schwierigkeiten und komplexen Problemen sind die Lernenden auf Unterstützung angewiesen. Um die Lernenden, aber auch die Lehrperson zu unterstützen und um einen Rahmen für kreatives und innovatives Denken und Handeln zu schaffen, wurde ein Design Thinking for Making Toolkit mit Unterrichtsvorlagen und einem Phasenmodell generiert, welches handlungsleitend durch den Design Thinking Prozess führt.

Dabei durchlaufen wir angelehnt an (Marx, Steven; Hammer, Tamara; Hampson, Gabriele, 2018) innerhalb eines Projektes drei Phasen:

1. Die Erforschungsphase
2. Die Entwicklungsphase
3. Die Ergebnisphase

Diese drei Projektphasen wiederum teilen sich in folgende sechs Arbeitsphasen auf (Abbildung 22):

1. Recherche
2. Ideenfindung
3. Skizze, Entwurf
4. Planung
5. Umsetzung
6. Präsentieren & Evaluation



Abbildung 22 – Ablauf Design Thinking for Education

Recherche

Den Lernenden wird erklärt, dass beim Design Thinking for Education-Ansatz der Mensch im Zentrum steht und es darum geht Erfindungen und Produkte zu entwickeln, welche einen ganz konkreten Nutzen für die jeweilige Personengruppen haben bzw. konkrete Probleme für die Personengruppen lösen. Sie überlegen sich, welche Probleme und Herausforderungen sie angehen möchten.

Die Lernenden erhalten dazu die Vorlage «Recherche» (Abbildung 23), recherchieren, erforschen, erkunden sich allenfalls bei Personen, lesen, diskutieren und erörtern deren Herausforderungen und Schwierigkeiten. Anschließend filtern sie die Herausforderungen heraus, welche zu ihrem Leitmotiv passen. Abschliessend formulieren sie Lösungsansätze für die ausgewählten Herausforderungen anhand von Sätzen, welche mit «Wie können wir...» anfangen. Daraus resultiert die definitive Problem-Challenge, welche ins farbige Feld geschrieben wird.



Abbildung 23 - Vorlage für die «Recherche»-Phase

Ideenfindung

Wie in jedem Arbeitsschritt des Umsetzungsprozesses ist das Endprodukt der letzten Phase – hier die ausformulierte Problem-Challenge im farbigen Feld mit dem Satz-anfang «Wie können wir ...» – die Ausgangslage für den nächsten Arbeitsschritt. So sollen die Schüler*innen aufgrund ihrer Problem-Formulierung ein Brainstorming und möglichen Ideen der Problemlösung durchführen. Dazu schreiben sie die Problem-Challenge in die Mitte der Glühbirne, welche symbolisch die Ideenfindung symbolisiert und fantasieren, sammeln und Ordnen Ideen, wie sie ihr Problem lösen könnten. Diese Lösungsansätze werden in der Vorlage «Ideenfindung» (Abbildung 24) um die Glühbirne herum angeordnet und aufgeschrieben. Dieser Vorgang ist in den beiden Beispielausarbeitungen (vgl. [Beispiel: 2. Zyklus Projekt](#) und [Beispiel: 3. Zyklus Projekt](#)), detailliert beschrieben und mit Beispielen auch grafisch dokumentiert.

Die Ideenfindung endet in dem nach der Diskussion formulierten Ideen-Namen. Dieser Schritt ist sehr wichtig für die Identifikation mit der Erfindung und das Prototypen-Denken der Lernenden. Ab diesem Moment haben ihre Ideen einen Namen, die Schüler*innen reden von der gleich benannten Idee.

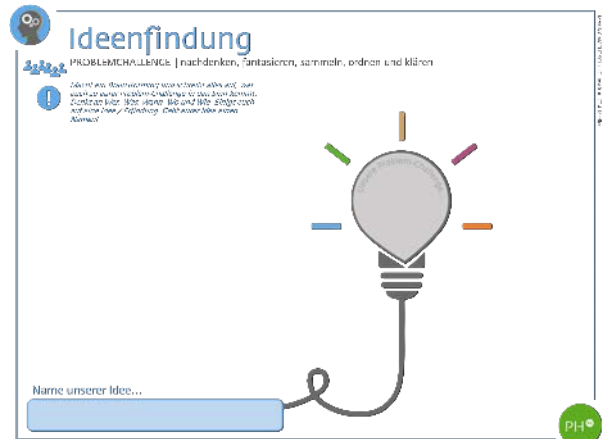


Abbildung 24 - Vorlage für die «Ideenfindung»-Phase

Mit dem Abschluss der Ideenfindung und der Definition des Namens wird die Erforschungsphase abgeschlossen und es startet die zweite Phase der Entwicklung. Um die Idee weiter zu konkretisieren, skizzieren alle Schüler*innen der Gruppe ihren jeweiligen Lösungsansatz auf der dafür vorgesehenen Vorlage «#1 - Skizze» (Abbildung 25). Dabei ist eine Visualisierung sehr wichtig, damit sich die anderen Mitglieder der Gruppe etwas unter der konkretisierten Idee Umsetzungsvariante vorstellen können. Zudem soll der Name erneut rechts aufgeführt werden. Zusätzlich zur Skizze beschreiben alle Gruppenmitglieder ihre Erfindung. Dabei achten sie auf die Materialwahl und wie die Erfindung funktionieren könnte. Sie antizipieren soweit möglich schon in diesem Arbeitsschritt mögliche Umsetzungsschwierigkeiten und notieren sich passende Lernfelder. Diese können unter den Gruppenmitgliedern auch stark variieren, da nicht alle über die gleichen Fähigkeiten und dasselbe Vorwissen verfügen.



Abbildung 25 - Vorlage für die «Skizzen»-Phase

Sobald alle Gruppenmitglieder ihre Version abgeschlossen haben, werden die Varianten gegenseitig präsentiert und die Unterschiede und Gemeinsamkeiten gesucht. Das Ziel ist ein gemeinsamer Prototyp, welcher die verschiedenen Nuancen der einzelnen Ideen-Skizzen vereint.

Entwurf Prototyp

Dieser Findungsprozess kann unter Umständen ein schwieriger Prozess sein und das Coaching der Lehrperson verlangen. Das Resultat der Auseinandersetzung der verschiedenen Möglichkeiten wird in der Vorlage «#2 – Prototyp» (Abbildung 26) gemeinsam festgehalten und ein vorerst definitiver gemeinsamer Entwurf skizziert. Es ist sehr wichtig, dass alle Gruppenmitglieder mit dieser Beschreibung des Prototyps einverstanden sind und sich auch damit identifizieren können.

Rechts neben der Skizze wird die Zusammenfassung der einzelnen Problemlösungen und Funktionen genau beschrieben. Dies kann auch durch eine Aufzählung geschehen und muss nicht in ganzen Sätzen formuliert werden. Zuletzt überlegen sich die Schüler*innen, was ihre Erfindung, ihr Prototyp einzigartig macht und wie die Funktionen der Erfindung nachhaltig im Alltag verwendet werden können. Schöne Skizzen und Beispiele der Ausarbeitung von möglichen Prototypen sind den Beispielausarbeitungen für die Zyklen 2 und 3 zu entnehmen (vgl. [Beispiel: 2. Zyklus Projekt](#) und [Beispiel: 3. Zyklus Projekt](#)).

Die Vorlage ist in zwei Hauptbereiche unterteilt. Der linke Bereich ist ein grosses Feld mit dem Titel «#2 – Entwurf Prototyp» und dem Untertitel «Zeichnet / skizziert eure gemeinsame Erfindung. Beschreibt die einzelnen Elemente / Bauteile». Darunter steht die Anweisung «Crown: r | vorstellen, diskutieren, überlegen, zusammenführen». Der rechte Bereich ist eine Tabelle mit dem Titel «Name» und drei Zeilen für die Beschreibung der Erfindung. Die erste Zeile ist für den Namen der Erfindung, die zweite für die Problemlösung und die dritte für die Funktionen. Die Tabelle ist mit einem grünen «PH»-Logo versehen.

Abbildung 26 - Vorlage für den «Prototyp Entwurf»

Planung

Nachdem die Erfindung im Entwurf des Prototyps grafisch sowie in den Funktionen und Problemlösungen langsam Gestalt annimmt, wurde die Organisation innerhalb der Schüler*innen-Gruppe bisher noch nicht thematisiert. Dieser Schritt folgt als Abschluss der Entwicklungsphase und ist wichtig in der Vorbereitung der nachfolgenden Ergebnisphase. Um nicht während der Umsetzung immer wieder von organisatorischen Hindernissen aufgehalten zu werden, müssen die Schüler*innen die Planung bewusst genau dokumentieren und definieren. Die Planungsabmachungen können später während der

Umsetzung angepasst und allenfalls ergänzt werden, um dem weiteren Verlauf der Umsetzung zu entsprechen.

Die Planung teilt sich in drei Aspekte auf:

1. Rollen- und Aufgabenverteilung
2. Planungsschritte (Meilensteine der Erarbeitung/Umsetzung)
3. Unterstützung (Ressourcen, Knowhow)

Jeder dieser drei Aspekte wird in der Vorlage «Planung» (Abbildung 27) in den drei Spalten anhand der vorgegebenen Themenfelder thematisiert und ausformuliert. Die Rollen sollen klar zugeordnet werden, was wiederum der Lehrperson die Zusammenarbeit mit der Gruppe wesentlich erleichtern kann. Die Planungsausarbeitung muss nach der Fertigstellung zwingend mit der Lehrperson besprochen und allenfalls gemäss seinen Tipps angepasst werden. Die Lehrperson achtet bei diesem Vorgang vor allem auf Machbarkeitsmerkmale und die Möglichkeiten, das nötige Material und die geforderten Werkzeuge zur Verfügung zu stellen.

Die Vorlage ist in drei Spalten unterteilt. Die linke Spalte ist für die Rollen und Hauptaufgaben, die mittlere Spalte für die wichtigen Planungsschritte und die rechte Spalte für die Unterstützung. Die Spalten sind mit dem Titel «#3 – Planung» und dem Untertitel «Projektplanung | Aufgaben & Rollen verteilen (Dokt., Technis), Arbeitsablauf planen, Werkzeuge und Material» beschriftet. Die Spalten sind mit einem grünen «PH»-Logo versehen.

Abbildung 27 - Vorlage für die «Planung»-Phase

Umsetzung

Sobald die Entwicklungsphase mit der Projektplanung abgeschlossen ist, wird die konkrete Umsetzung angepackt. Die Projektidee nimmt Form an. Zuerst erstellen die Schüler*innen eine Material- und Werkzeugliste auf der Vorlage «Umsetzung» (Abbildung 28), welche alles Nötige enthält. Ebenfalls werden die Herausforderungen und möglichen Problemstellungen erfasst. So können die Schüler*innen jeweils Teilaufgaben zugewiesen werden und diese nach Abschluss auf der Liste abhaken. So gibt es jederzeit einen transparenten Überblick für die Gruppenmitglieder und ebenfalls die beratende Lehrperson. Die Schüler*innen bauen, kleben, verkabeln und schrauben, programmieren und testen schliesslich den ersten

Prototyp. Die Schüler*innen bauen den Prototypen selbstständig und lösen alle auftauchenden Probleme. Sie arbeiten so lange bis der Prototyp funktionstüchtig ist und der Projekt-Skizze entspricht. Die Lehrperson betont in der Beratung der Schüler*innen den Nachhaltigkeitsgedanken.

Die Umsetzung des ersten Prototyps kann durchaus einige Zeit in Anspruch nehmen und sich auch über mehrere Lektionen, Tage oder Wochen erstrecken. Deshalb sind jeweils kurze Zwischen-Besprechungen zur Koordination der Arbeiten und allfälligen Listenbereinigungen auf der Vorlage «Umsetzung» anzusetzen und durchzuführen, damit die ganze Gruppe die Arbeitsschritte erneut kennt und alle am gleichen Strick ziehen.

Abbildung 28 - Vorlage für die «Umsetzung»-Phase

Präsentation, Auswertung

Pitch

Nach dem Testen des ersten Prototyps überlegen sich die Gruppenmitglieder, wie sie ihre Erfindung den anderen Gruppen präsentieren möchten. Sie achten dabei auf folgende Aspekte der Erfindung:

- › Endnutzer: Wer könnte von der Idee profitieren?
- › Weiterentwicklung: Wie kann die Idee weiterentwickelt werden? Wo gibt es Optimierungsmöglichkeiten betreffend die Funktionalität?

Die Vorlage «#1 – Präsentation» (Abbildung 29) dient dazu, dass die Gruppe sich möglichst optimal auf die kurze Präsentation vorbereiten kann. Dabei dienen die vier Felder als Ablaufschritte eines Storyboards. So werden die Gruppen gezwungen, sich auf vier wesentliche Kernpunkte zu beschränken, welche sie den anderen Schüler*innen präsentieren möchten.

Dabei können sie sich an die obenstehenden Leitfragen auf der Vorlage halten, welche sinngemäss folgende Bereiche erfragen:

- › beste Merkmale und Eigenschaften
- › Alleinstellungsmerkmale in der Funktion
- › Verwendungszwecke
- › Lösung von einer realen Problemstellung

Nach der Vorbereitung der Präsentation werden diese den andern Schüler*innen vorgeführt und allenfalls per Video dokumentiert.

Abbildung 29 - Vorlage für die «Präsentation»-Phase

360°Feedback

Nach den Präsentationen werden die Erfindungen in einem 360° Feedback ausgewertet. Jede Gruppe erhält von allen anderen Gruppen ein ausgefülltes 360°-Feedback auf der Vorlage «#2 360° Feedback» (Abbildung 30). Die Schüler*innen beachten dabei folgende vier Aspekte eines positiven Feedbacks:

- › Lob der präsentierten Erfindung
- › Fragestellung, welche Weiterentwicklungen anregt
- › Verbesserungsvorschläge
- › Gelerntes aus der Präsentation

Abbildung 30 - Vorlage «360°Feedback»

Evaluation

Die Gruppen vergleichen die erhaltenen Feedback-Bogen und fassen die Erkenntnisse und Rückmeldungen zusammen und vergleichen sie in einer Gruppen-Besprechung mit den eigenen Eindrücken. Die Auswertung dieses Vergleiches wird auf die Vorlage «#3 Evaluation» übertragen (Abbildung 31).

Alle ausgefüllten Vorlagen werden gesammelt und gelten als Dokumentation des Projektes und werden allenfalls für die einzelnen Schüler*innen vervielfältigt oder digitalisiert.

#3 Evaluation

AUSWERTUNG | nachdenken, reflektieren, verbessern

Team:

Name der Erfindung:

Denk dir nicht zu viel über die Zeit an! Du hast genügend Zeit, um deine Ideen zu entwickeln. Das Ziel der Evaluation ist es, deine eigenen Erfahrungen mit denen der anderen zu vergleichen und daraus zu lernen. Es geht darum, zu verstehen, was funktioniert und was nicht, um es zu verbessern.

AUSWERTUNG

Schreibe, auch die Rückmeldungen eines «Publikums» an und diskutiere darüber. Schreibe zu eure wichtigsten Erkenntnisse auf.

Das haben wir bei der Umsetzung unseres Prototyps / Produktes gelernt:

PH

Abbildung 31 - Vorlage «Evaluation»

Beurteilung Making-Projekte



Ist das Konzept adäquat für die definierten Ziele und Inhalte nutzbar und haben die SuS Bedeutsames gelernt

Abbildung 32 - Dimension «Beurteilung» / Framework Making macht Schule, 2019

Im nachfolgenden Kapitel wird die summativ, sprich die notengebende Beurteilung eines Making-Projekts beschrieben (Abbildung 32). Die Herausforderung liegt in der Entwicklung eines geeigneten Kriterienrasters.

Bei offenen Aufgabenstellungen, wozu zweifelsohne Making-Projekte gehören, gibt es nicht die eine richtige Lösung. Zu einem vorgegeben oder selbst entwickelten Ziel sind unterschiedliche Lösungsstrategien mit unterschiedlicher Komplexität und Akzentuierung möglich. Dem gegebenen Raum für eigene Fragestellungen, eigenen Zielsetzungen und eigenen Erweiterungen ist auch in der Beurteilung Rechnung zu tragen.

Prozessorientiertes Beurteilen

Wesentlicher Bezugspunkt in einem Making-Projekt sind die Handlungs- und Kompetenzorientierung. Dies impliziert, dass neben dem Produkt (der Prototyp) und dessen Funktionsweise auch der Prozess und die Präsentation oder Dokumentation beurteilt werden sollen. Um ein Projekt prozessorientiert beurteilen zu können, ist eine Beurteilungsmethode und ein Kriterienraster zu definieren (Abbildung 33).

	Bewertung des Prototyps	Bewertung des Prozesses	Bewertung der Präsentation (Pitch)
Mögliche zu beurteilende Aspekte	› Zielerreichung › Funktionsweise › Umsetzungsqualität › Programmierung › Erweiterbarkeit	› Recherche › Ideenfindung › Planung › Teamwork › Problemlösung › Systematisches Vorgehen › Reflexion / Journal	› Inhaltliche Richtigkeit › Argumentation › Auftreten / Sicherheit › Sprache › Darbietung / Medieneinsatz › Fachgespräch (Fragen beantworten)

Abbildung 33 – Mögliche zu beurteilende Aspekte

Beurteilungsmethoden

Fest steht, dass eine schriftliche Prüfung als Beurteilungsmethode den Anforderungen eines Making-Projekts nicht gerecht wird.

Im Bereich des «Computational Thinking» schlägt die Harvard Graduate School of Education drei Methoden vor, wie Schüler*innen-Projekte am Beispiel von Scratch beurteilt werden können (Computational Thinking with Scratch, 2019), (Brennan & Resnick, New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking, 2019, p. 11ff.)

Da es sowohl beim «Computer-Denken», als auch beim «unternehmerischen Denken» um Problemlösestrategien, Kreativität, Neugierde, Systemdenken und nicht zuletzt auch um Beharrlichkeit geht, treffen diese Ansätze in adaptierter Form auch auf die Beurteilung von Making-Projekten zu.

Wobei festzuhalten ist, dass die dritte Methode, die gemeinsame Analyse eines Partnerprojekts, sehr anspruchsvoll ist und bei einer Erstdurchführung weniger in Frage kommt. Die vorgeschlagenen Methoden im Überblick:

Dokumentation / Lernjournal

Die Schüler*innen dokumentieren und reflektieren ihr Projekt während der Projektdurchführung. Die Dokumentation kann als klassisches Lernjournal auf Papier, als Video oder als Blog erfolgen. Anbieten würde sich hier auch eine Repräsentation in einem E-Portfolio.

Eignung:

- › Die Arbeit weitergeführt / veröffentlicht werden soll.
- › In Ruhe im Nachgang beurteilt werden soll.
- › Produkt / Prototyp nicht mehr zur Verfügung stehen sollte.

Vorteile:

- › Schülerzentrierteste Form. Die Schüler*innen bestimmen weitgehend, welche Inhalte dokumentiert werden.
- › Projekt wird interdisziplinär.

Nachteile:

- › Schüler*innen, welche die Dokumentation und das Journal vernachlässigen, ansonsten jedoch einwandfrei arbeiten, werden vernachlässigt.
- › Dokumentation erhält so sehr viel Gewicht: Zeit und Energie, welche u.U. bei der Ideenfindung und dem Prototyping fehlen.

Interview über das eigene Projekt

Mit den Schüler*innen wird ein Gespräch über das eigene Projekt geführt. Ein Interviewleitfaden hilft das Gespräch zu strukturieren und sorgt dafür, dass alle Aspekte von der Recherche bis zur Evaluation berücksichtigt werden.

Eignung:

- › Wenn unmittelbar nach Projektabschluss beurteilt werden soll.
- › Der Dialog / die Argumentation hervorgehoben werden soll.

Vorteile:

- › Bei unklaren Aussagen kann nachgehakt werden.
- › Fragen können gezielt an einzelne Teammitglieder adressiert werden.
- › Alle relevanten Aspekte können beurteilt werden.
- › Informatisches Grundverständnis ist sichtbar (wird in der Regel nicht dokumentiert).
- › Würdigend, da mit der Lehrperson über das Projekt gesprochen wird.

Nachteile:

- › Aktuelle Verfassung der Schüler*innen spielt eine grössere Rolle.
- › Da ein solches Gespräch nur ca. 15min dauert, ist die Anzahl der Fakten im Vergleich zur Dokumentation gering.
- › Zusätzlich zum Beurteilungsraster ist ein Interviewleitfaden zu entwickeln.

Analyse eines Projekts anderer Schüler*innen

Diese Methode bedingt, dass die Projekte zuvor untereinander präsentiert wurden. In einem Gespräch werden die Herangehensweise sowie die Stärken und Schwächen des Projekts besprochen. Das «neue» Projekt dient den Lernenden als abstraktes Szenario. Im Fokus steht hier die Transferleistung der Schüler*innen.

Eignung:

- › Wenn bereits Making-Projekte erfolgt sind und eine der obenstehenden Methoden eingesetzt wurde.
- › Die Transferleistung im Vordergrund steht (K4 – K6)

Vorteile:

- › Unmittelbare Analysefähigkeit und Abstraktionsvermögen sind nur mit dieser Methode zu beurteilen.
- › Erweiterung des Spektrums: Durch die intensivere Auseinandersetzung mit einem anderen Projekt wird über den eigenen Tellerrand gesehen.

Nachteile:

- › Fehlender Bezug / Identifikation der Schüler*innen zum eigenen Projekt.
- › Die Präsentation / Reflexion der Urhebergruppe spurt vor.
- › Sozialdynamische Effekte (wessen Arbeit lobe / kritisiere ich) sind zweifelsohne vorhanden.

Die gewählte Beurteilungsmethode ist unabhängig vom dahinterliegenden Kriterienraster zu sehen. Während der Raster definiert WAS beurteilt (gemessen) wird, beschreibt die Methode WIE die Beurteilung bzw. die Messung erfolgt. Mit anderen Worten: Ein valider und verlässlicher (Reliabilität) Raster ist für alle vorgeschlagenen Methoden anwendbar.

Anforderungen an das Beurteilungsraster

Die Projektbeurteilung muss bestimmten Qualitätsanforderungen genügen. Vier Kriterien stehen dabei im Vordergrund: Die Beurteilung (Prüfung), resp. das Beurteilungsraster muss gültig, zuverlässig, chancengerecht und ökonomisch sein. Die Kriterien dienen der Beurteilungsqualität und helfen Irrtümer bei der Ermittlung von Ergebnissen möglichst zu vermeiden (Abbildung 34). Das Hauptaugenmerk liegt dabei auf den ersten beiden Kriterien (Städli & Pfiffner, 2018, pp. 70-73).

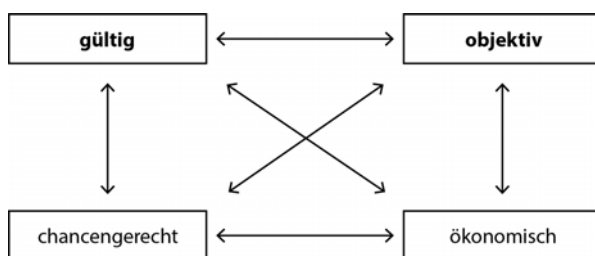


Abbildung 34: Die vier Qualitätskriterien (Darstellung in Anlehnung an Städli & Pfiffner, 2018)

Diese Qualitätskriterien sind im Rahmen eines Making-Projekts für die Entwicklung des Beurteilungsrasters (Kriterienraster) von Bedeutung. Sind die Kriterien zu grossen Teilen berücksichtigt, so kann von einer «fairen» Beurteilung gesprochen werden.

Validität / Gültigkeit

Die Schüler*innen werden an den zu Beginn kommunizierten Kompetenzen/Ziele beurteilt. D.h. die eingesetzten Beurteilungskriterien sind eine Repräsentation der definierten Aufgabenstellung. Da es sich um eine prozessorientierte Beurteilung handelt, sind Kriterien für alle

Phasen des Design Thinking Prozesses von der Erforschung über die Entwicklung bis hin zum Ergebnis zu definieren.

Wenn man sich an den Taxonomiestufen nach Bloom orientiert, so ist das Anspruchsniveau der Kriterien in den Kognitionsstufen K3 und aufwärts anzusiedeln. In einem Making-Projekt geht es nicht um die Wiedergabe von Wissen, sondern um Anwendung, Analyse, Synthese und Bewertung.

Reliabilität / Zuverlässigkeit und Objektivität

In einer Beurteilung wird eine möglichst hohe Objektivität angestrebt. Wenn theoretisch verschiedene Lehrpersonen dasselbe Projekt mit demselben Kriterienraster bewerten würden, müsste die gleiche Punktezahl resultieren. Dass eine gewisse Unschärfe gerade in einer prozessorientierten Beurteilung eines Making-Projekts existiert, liegt auf der Hand und ist keineswegs tragisch. Der Objektivität kann insofern Rechnung getragen werden, wenn bei der Formulierung der Kriterien präzisierende Adjektive eingesetzt werden (z.B. statt «die gestalterische Ausarbeitung ist schön» eher «die gestalterische Ausarbeitung ist exakt und konsequent umgesetzt»)

Zu detaillierte Kriterien hingegen (z.B. «es wurde professionell gelötet») sind wenig zuverlässig. Das Kriterium ist unter Umständen, je nach Projekt weniger oder gar nicht von Bedeutung, und somit ist die Erfolgsmessung des Projekts als Ganzes verfälscht.

Chancengerechtigkeit

Die Beurteilung ist auf die gegebenen Lern- und Arbeitsbedingungen des Making-Projekts abzustimmen. Für die bestmögliche Beurteilung sind keine eigenen Infrastrukturen, Materialien oder andere Ressourcen notwendig. Zur Chancengerechtigkeit gehört auch die Transparenz: Beurteilungsmethode und Beurteilungsraster sind zu Beginn sorgfältig einzuführen.

Ökonomie

Hauptfunktion einer Beurteilung ist der Informationsgewinn. Die Frage lautet: Wie viel Aufwand ist notwendig, um die gewünschte Information (gute, schlechte Leistung, etc.), zu gewinnen und der Forderung nach Validität und Reliabilität gerecht werden zu können? Das Motto muss demzufolge lauten: So wenig Kriterien wie möglich, aber so viele wie nötig sind zu definieren.

Generell sollte in einem Making-Projekt die Beurteilung nicht zu viel Raum einnehmen. Der Fokus ist in der Entwicklung und Vorbereitung des Settings und in der individuellen Projektbegleitung zu setzen.

Kriterienraster entwickeln

Um einen Beurteilungsbogen für ein Making-Projekt zu entwickeln sind folgende Schritte notwendig (Städli & Pfiffner, 2018, pp. 96-98):

- › Kriteriengruppen definieren
- › Kriterien sammeln
- › Kriterien umschreiben / präzisieren
- › Skala entwickeln

Kriteriengruppen definieren

Zunächst gilt es die Dimensionen / Gruppen des Beurteilungsraster zu definieren. Sie definieren den Grundaufbau des Rasters. Denkbar wären beispielsweise:

- › Dimensionen nach Design Thinking Phasen (Erforschung, Entwicklung und Ergebnis)
- › Dimensionen nach Outcome (Prototyp, Prozess, Präsentation, Dokumentation)
- › Dimensionen nach Kompetenzen (Fach-, Methoden-, Sozial- und Selbstkompetenzen)
- › Dimensionen nach dem 4K-Modell (Kritisches Denken, Kommunikation, Kooperation und Kreativität) (Städli & Pfiffner, 2018, p. 72).

Kriterien sammeln

Nun sind Kriterien zu sammeln, welche den definierten Gruppen zugewiesen werden. Welche Teile sind im Making-Projekt zu bewerten? Dazu gehört auch ein Blick in die Lehrplankompetenzen. Grundsätzlich ist von einem ganzheitlichen Ansatz auszugehen: Ideenfindung, Pitch, Teamwork und Umgang bei Problemen gehören genauso dazu, wie die eigentliche Prototypentwicklung.

Natürlich können Schwerpunkte variieren: Je nachdem, ob die Informatik oder die Ideenfindung im Vordergrund steht, gibt es thematisch eine unterschiedliche Häufung der Kriterien.

Kriterien umschreiben / präzisieren

Oft ist es hilfreich, zu den einzelnen Kriterien Indikatoren zu entwickeln. Indikatoren umschreiben ein Kriterium und definieren quasi dessen «Framing». Indikatoren sind genau beobachtbar. Beispiel: Das Kriterium «arbeitet selbstständig» kann mit den Indikatoren «teilt die Zeit selbst ein», «nutzt die vorhandenen Ressourcen», «trifft Entscheidungen», «gibt sich nach Erreichung eines Teilziels neue Aufgaben» untermauert werden.

Die Indikatoren umschreiben lediglich das Kriterium, geben die Stossrichtung vor, wie das Kriterium zu verstehen ist. Die Liste der Indikatoren muss daher nicht vollständig sein. Im Gegenteil: spontane Beobachtungen, welche bei der Entwicklung nicht antizipiert wurden, sollen auch Platz haben. 2-3 Indikatoren pro Kriterium reichen aus.

Skala entwickeln

Hier stellt sich die Frage nach der Granularität wie ein Kriterium bewertet werden soll. Die Anzahl Abstufungen und deren Definition haben eine Auswirkung auf die Notengebung. Für ein Making-Projekt macht eine 3- oder 4-stufige Skala Sinn. Die einzelnen Abstufungen sind genau zu definieren. Beispiel (Abbildung 35):

- › Herausragend (3P)
- › Grösstenteils erfüllt, kleinere Detailmängel (2P)
- › Erfüllt, merkbare Mängel vorhanden (1P)
- › Nicht erfüllt, resp. markante Mängel vorhanden (0P)

Nach der Standardformel für die Notenberechnung wäre in diesem Beispiel durchschnittlich 1.8P für eine 4.0 notwendig. Mit eigenen Notentabellen kann die Notengebung resp. die 4er Schwelle entsprechend kalibriert werden.

Entwurf Prototyp	Herausragend (3P)	Grösstenteils erfüllt (2P)	Erfüllt (1P)	Nicht erfüllt (0P)
› Repräsentiert die Ursprungsidee › Hauptfunktion ist ersichtlich › Bietet Mehrwert gegenüber der Skizze	☐	☒	☐	☐
Kommentar: <i>Entwurf funktioniert sehr gut und ist bereits detailliert ausgearbeitet. Die Idee mit dem Lichtsensor wurde jedoch nicht berücksichtigt</i>				

Abbildung 35: Beispielkriterium «Entwurf Prototyp» mit Indikatoren und einer 4er Skala

Beispiel: 2. Zyklus Projekt

« Zicasino – das Geld wächst bekanntlich nicht auf Bäumen – du findest es im Aschenbecher! »

Projektgruppe Zicasino

Im Rahmen einer Projektwoche haben die Lernenden anhand des Frameworks ein konkretes Beispiel eines Prototyps für den 2. Zyklus erarbeitet. Für die Erarbeitung inkl. Präsentation hatten die Lernenden 2.5 Tage zur Verfügung. In den folgenden Abschnitten wird nur ein Beispiel (genannt Zicasino) in allen fünf Dimensionen beschrieben.

Um eine mögliche Umsetzung anhand des Frameworks beispielhaft aufzuzeigen, wurde die Aspekte und / oder Aktivitäten jeder Dimension in der Erarbeitung des Prototyps konkret dargelegt und beschrieben.

Ressourcen

Um die Lernenden für die Herausforderungen zu sensibilisieren, welche bei Making-Aktivitäten im Unterricht auftauchen, wurde anhand der Themenbereiche Lernräume, Rolle der Lehrperson, didaktische Prinzipien, Inhalte, Kompetenzen und materiellen Ressourcen ein Brainstorming in Gruppen durchgeführt. Die Herausforderungen wurden auf Post-It-Zetteln gesammelt und den einzelnen Bereichen zugeordnet (Abbildung 36).



Abbildung 36 – Herausforderungen bei Making-Aktivitäten

Diese Übersicht (Abbildung 37) gilt nicht als abschließende Zusammenstellung der Herausforderung, sondern wird je nach Bedarf während dem Brainstorming mit weiteren Bereichen ergänzt und vervollständigt. Nachfolgend sind ein paar Beispiele aus dem Brainstorming zu den Themenbereichen zu sehen.



Abbildung 37 – Screenshot Brainstorming zum Bereich «Ressourcen»

Ein weiteres Beispiel stellt die Gedanken zum Bereich Arbeitsraum dar (Abbildung 38), die während dem Brainstorming intensiv diskutiert wurden.

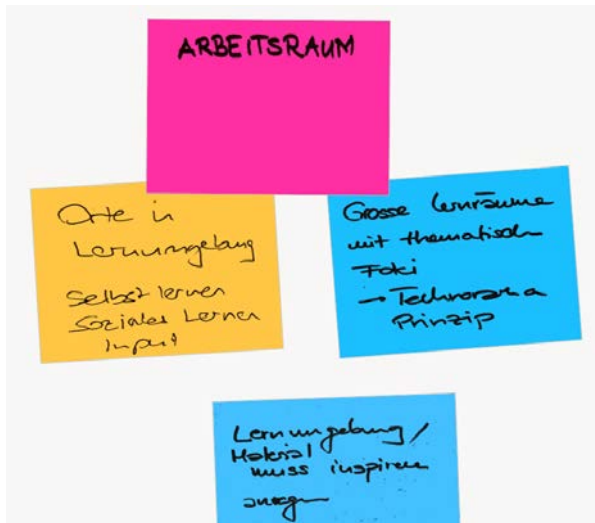


Abbildung 38 – Screenshot Brainstorming zum Bereich «Arbeitsraum»

Abschliessend wurden die Erkenntnisse der einzelnen Bereiche in einer geführten Diskussion zu den Herausforderungen mit der Methode «Speak-Dating» analysiert und vertieft. Beim «Speak-Dating» werden die Teilnehmenden jeweils in zwei sich gegenüberstehenden Stuhlreihen angeordnet. So hat jede Person einen gegenüberstehenden Diskussionspartner. Diese Diskussionspaare unterhalten sich während zwei Minuten zu einer vorgegebenen Fragestellung über die Herausforderungen. Nach zwei Minuten werden im Plenum die wichtigsten Punkte zusammengefasst und gegenseitig vorgestellt. Anschliessend werden die Diskussionspartner gewechselt und ein

weiteres Diskussionsthema besprochen. Nachfolgend ist ein Beispiel der folgenden Fragestellungen zu sehen (Abbildung 39):

- › Wie würden wir den Lernenden helfen, eine eigene Idee zu entwickeln bzw. ihre Inspiration anzuregen, ohne anleitend zu wirken?
- › Wie würden wir die Notwendigkeit der Informatik innerhalb von Making-Settings plausibel begründen?
- › Wie würden wir die Identifikation der Lernenden mit ihrer Idee / ihrem Produkt erhöhen und sie dadurch intrinsisch motivieren?
- › Wie würden wir bei Problemen unterstützen?
- › Wie würden wir den Wert eines selbsterstellten Prototyps und dessen Entstehungsprozess sichtbar machen?
- › Wie würden wir die Lernenden dazu befähigen, sich selbst zu helfen?

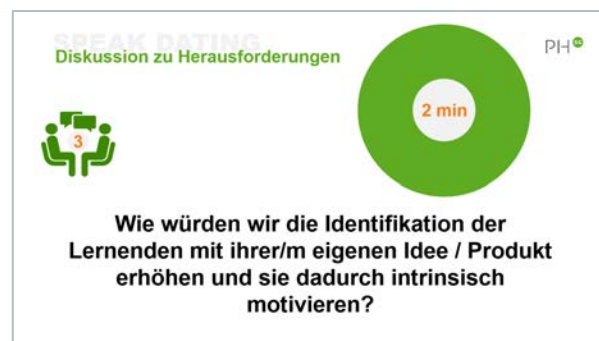


Abbildung 39 – Screenshot Speak-Dating-Diskussion zu Herausforderung bei Making-Aktivitäten

Thematik



Abbildung 40 - 17 Ziele für nachhaltige Entwicklung der UN Agenda 2030, UN Vollversammlung 2015

Um die Vielfalt und den Rahmen von Ideen und Ansätzen bei der Erarbeitung eines Prototyps anlässlich der Making-Aktivität mit Lernenden etwas zu fokussieren und einzugrenzen, wird eine Thematik definiert, ein Leitmotto für die Making-Aktivität bestimmt.

In unserem Beispiel ist dies das Thema Nachhaltigkeit und die 17 darauf ausgerichteten Nachhaltigkeitsziele, welche innerhalb der «Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung» der UN Mitgliedstaaten 2015 definiert wurden (Abbildung 40).

Um die Lernenden in die Thematik der nachhaltigen Entwicklung einzuführen, wurde ihnen einerseits das Zitat der Definition zum Begriff «Nachhaltige Entwicklung» sowie auch die zwei Schlüsselbegriffe der nachhaltigen Entwicklung (Abbildung 41) näher gebracht.



Abbildung 41 – Definition des Begriffes «Nachhaltige Entwicklung» gemäss Wikipedia

Die Entscheidungsfindung für das Leitmotto wurde mit dem Online-Tool Tricider (www.tricider.com) vorgenommen. Dabei wurde folgende Leitfrage gestellt:

«Welches Leitmotto scheint dir am besten geeignet? Sammle Argumente zu den passenden Zielen für nachhaltige Entwicklung!»

Die Ergebnisse der Meinungsfindung sind im untenstehenden Screenshot (Abbildung 42) ersichtlich.

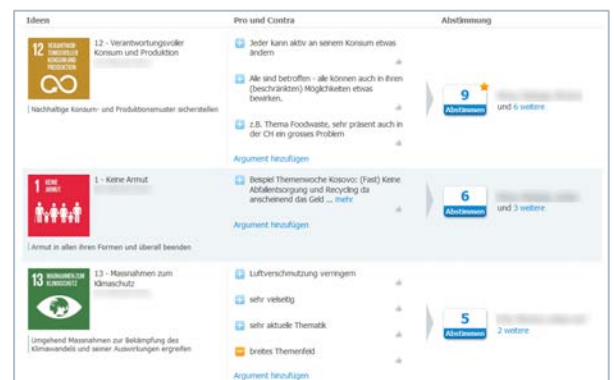


Abbildung 42 - Screenshot Meinungsbildungs-Diskussion auf www.tricider.com

Wie im Screenshot schön zu sehen ist, wurden für das 12. Nachhaltigkeitsziel «Verantwortungsvoller Konsum und Produktion» am meisten Argumente gesammelt. So erhielt dieses Nachhaltigkeitsziel in der anschliessend durchgeführten Abstimmung die Mehrheit der Stimmen.

Um den Fokus wieder etwas zu öffnen und der gesamten Lerngruppe zu entsprechen, können auch mehrere Ziele (Unterthemen) ausgewählt werden, wobei mehr als drei nicht empfehlenswert sind.

Als nächster Schritt recherchierten die Lernenden nach möglichen Themen- und Problemfeldern innerhalb des

gewählten Leitmottos, welche sich zur Bearbeitung eignen. Dabei lag der Fokus auf möglichen Themen oder Problemen, welche für die Ausarbeitung eines passenden Prototyps geeignet sind.

Die Resultate der Recherche wurden auf einer digitalen (Padlet)-Wand in Form von Fragen eingetragen (Abbildung 43).



Abbildung 43 - Screenshot Themen-Liste in Padlet auf www.padlet.com

Didaktik

In dieser Phase wird den Lernenden das Ziel der Social Entrepreneurship Education nähergebracht. Um selbstständiges Denken und verantwortungsvolles Handeln zu erleben und die wichtigsten Kernpunkte des Social Entrepreneurship Education zu verstehen, wird den Lernenden das Video von (Dominic Wilcox, 2019) in (Little Inventors) gezeigt. Dieses Video zeigt auf, dass die Welt Erfinder und Entrepreneure braucht und erläutert folgende vier Punkte:

- › Jeder kann Entrepreneur werden
- › Lernen durch Herausforderungen
- › Chancen aufzeigen
- › Mitmachen

Anschliessend wird in Gruppen die Aktivität «Marshmallow-Challenge» durchgeführt (Abbildung 44). Dabei erleben die Lernenden die wichtigsten Grundsätze des «Social Entrepreneurship Education»-Ansatzes. Die Lernenden sollen in zehn Minuten in Gruppen einen möglichst hohen Turm aus Spaghetti bauen, auf dem oben ein Marshmallow thronet.



Abbildung 44 - Screenshot Marshmallow-Challenge Materialien

Die Zielsetzung dieser Aktivität ist das Erleben der Dynamik, welche beim kreativen Vorgang des Erfindens in einer Gruppe entsteht. Während der Erfinderphase werden die Studierenden mit folgenden Aussagen ermutigt, die Herausforderung mit kreativen und vielleicht auch unkonventionellen Lösungen zu meistern:

- › Lasst die Ideen sprudeln!
- › Beginne ganz einfach!
- › Schau es mit neuen Augen an!
- › Arbeitet zusammen!
- › Teile sie in Einzelteile auf!
- › Versuche das Unmögliche - greif nach den Sternen!

Um die wichtigsten Effekte der explorativen Herangehensweise zu erkennen, wird nach der Marshmallow-Challenge in einer offenen Diskussion anhand der folgenden Fragestellungen die Eigenschaften eines Entrepreneurs herausgehoben:

- › Was waren die Erfahrungen während der Challenge?
- › Welches ist die beste Eigenschaft der Erfindung?
- › Gibt es etwas, was Sie ändern möchten?
- › Gibt es Personen, die die Erfindung nutzen könnten?
- › Was würden Sie über die Erfindung sagen?

Abschliessend wird den Lernenden anhand des Referenzrahmens für Entrepreneurship-Kompetenzen der Youthstart-Initiative (YouthStart, 2019) (vgl. Kapitel [Social Entrepreneurship Education](#)) aufgezeigt, welche Kompetenzen der drei Bereiche «Nachhaltig denken», «Ideen umsetzen» und «Ideen entwickeln» in der Making-Aktivität umgesetzt werden.

Die Lernenden wählen in einer ersten Annahme Kompetenzen aus den einzelnen Bereichen des Kompetenzrasters aus und fügen die zu ihrer ausgewählten Themen- und Problemfeldern passenden Kompetenzen in die leere Vorlage des Kompetenzraster ein (Abbildung 45).

Dieser ausgefüllte Kompetenzraster wird nach der Umsetzung des ersten Prototyps anlässlich der Evaluation mit weiteren Kompetenzen ergänzt, welche während der Making-Aktivität umgesetzt wurden.

		A1	A2	B1	
IDEEN ENTWICKELN	Haltung	<i>Ich kann Bereiche erkennen, in denen ich gut bin und denke an meine Zukunft.</i>		<i>Ich fühle mich wohl, wenn ich für eine Aufgabe Verantwortung übernehmen kann.</i>	
	Chancen erkennen		<i>Ich kann meine eigenen Ideen präsentieren. Ich kann Risiken im Alltag erkennen und überlegen, wie ich sie vermeiden kann.</i>	<i>Ich kann angemessene Ideen entwickeln und argumentieren, warum sie umgesetzt werden sollen.</i>	
UMSETZEN	organisieren		<i>Ich kann Ziele planen und eine Entscheidungsfindung vorbereiten. Ich kann aus bestehenden Ressourcen (z.B. „wertlosen“ Dingen) einen Mehrwert</i>		

Abbildung 45 – Beispiel: ausgefüllter Kompetenzraster für Entrepreneurship-Kompetenzen (Vorlage)

Methodik

Das Making-Phasenmodell (siehe Kapitel «Design Thinking for Making Toolkit») wird im Beispiel Schritt für Schritt durchgearbeitet. Die Lernenden durchlaufen anhand einer Challenge die drei Projektphasen: die Erforschungsphase, die Entwicklungsphase und die Ergebnisphase.

Erforschungsphase



Abbildung 46 – Erforschungsphase

Recherche

Die Lernenden erhalten zur Erarbeitung des Hintergrundwissens zur gewählten Thematik die Vorlage «Recherche» (Abbildung 46). Sie arbeiten in Gruppen und recherchieren, lesen, diskutieren und erörtern deren Herausforderungen und Schwierigkeiten. Anschliessend filtern sie die Herausforderungen heraus, welche zu ihrem Leitmotiv passen. Sie formulieren sie Lösungsansätze für die ausgewählten Herausforderungen anhand von Sätzen, welche mit «Wie können wir...» anfangen. Daraus resultiert die definitive Problem-Challenge, welche ins farbige Feld geschrieben wird.

Nachfolgend sehen wir diese Formulierungen zur Recherche-Phase am Beispiel Zicasino (Abbildung 47).



Recherche

THEMENGEBIET | entdecken, erforschen, untersuchen, thematisieren und diskutieren

- > Zigarettenkippen werden achtlos auf die Strasse geworfen
↳ führt zu Littering-Problemen
- > 7000 verschiedene Chemikalien landen in der Natur
↳ Die Filter können von Tieren als Nahrung gehalten werden
↳ Billionen von Zigarettenstummeln jährlich in Gewässern, Städten & in der Natur
- > Zigarettenfilter können nicht zersetzt werden
↳ Filter werden leicht von Wind & Wasser transportiert & gelangen so ins Abwassersystem & in offene Gewässer.

Wie könnten wir...

?

Ursache Problem-Challenge...



Abbildung 47 - Beispiel Recherche-Phase Zicasino

Je nach Alter und Fähigkeit der Lernenden kann die Komplexität der Recherche-Phase anhand einer Recherche-Wand reduziert werden. Auf dieser Recherchewand, die zum Beispiel digital in einem Padlet (www.padlet.com) vorab aufbereitet wurde, stehen Informationen zu einem eingegrenzten Themenbereich, welcher zur Ausarbeitung aus der Dimension «Thematik» passt (siehe Kapitel «Thematik: Leitmotto, Fragestellung»). Ein Beispiel für eine solche Recherche-Wand ist in der nachfolgenden Abbildung 48 zu sehen.



Abbildung 48 - Beispiel Recherche-Wand in Padlet

Ideenfindung

Im nächsten Schritt entwickelt die Gruppe anhand der Vorlage «Ideenfindung» (Abbildung 49) ausgehend von der in der Phase Recherche definierten Problem-Challenge eine Idee ihrer Erfindung, welche zum gewählten

Problem und zum entsprechenden Leitmotto (z.B. Nachhaltigkeitsziele) passt. Die Problem-Challenge wird in die Mitte der Glühbirne auf der Vorlage geschrieben und anhand von einem Brainstorming das Wer?, Was?, Wann?, Wo? und Wie? der Idee ausgearbeitet.



Abbildung 49 - Vorlage Phase Ideenfindung

Abschliessend gibt die Gruppe ihrer Erfindung / Idee einen Namen und schreiben diese ins farbige Feld. Nachfolgend das Beispiel bei der Erarbeitung des Zicasinos (Abbildung 50).

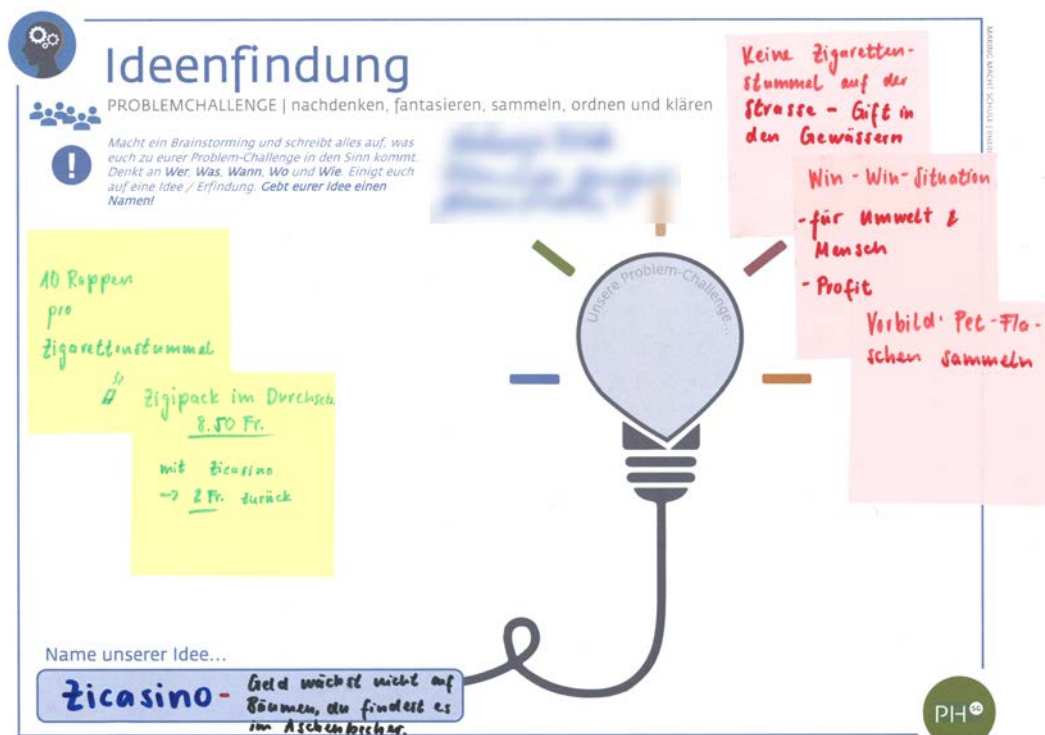


Abbildung 50 - Beispiel Phase Ideenfindung Zicasino

Entwicklungsphase



Abbildung 51 – Entwicklungsphase

Skizze, Entwurf Prototyp

Im letzten Schritt der Entwicklungsphase (Abbildung 51) sollen die Lernenden anhand von je einer persönlichen Skizze eine erste Konkretisierung ihrer Idee ausarbeiten. Dabei ist wichtig, dass anhand dieser Skizze die Vorstellungen der einzelnen Lernenden zu einem ersten Entwurf des Prototyps zusammengefasst werden und die Lernenden ihre Ideen austauschen können. Die Lernenden konstruieren, zeichnen, skizzieren und diskutieren bis sie sich für auf einen Entwurf einigen können. Die Skizzen werden in die Vorlage «1-Skizze» eingefügt. Dabei werden auch konkrete Angaben zur Grösse, Funktion, allfälligen technischen Herausforderungen sowie persönlichen Lerngeboten eingefordert.

In der nachfolgenden Abbildung 52 sind verschiedene Skizzen vom Zicasino zu sehen, anschliessend ist eine vollständig ausgearbeitete Version in der Vorlage zu sehen (Abbildung 52).



Abbildung 52 – Screenshot verschiedene Skizzen Zicasino

#1 – Skizze

Entwurf | nachdenken, entwerfen, konstruieren, zeichnen, skizzieren

Zeichne / skizziere deine Erfindung...

Name deiner Erfindung...

Zicasino

Beschreibe deine Erfindung!

Aus was besteht sie? Wie gross ist sie? Wie funktioniert sie?

① Zigarettenstummel - Automat (Leergutautomat)
 ② Funktion: Zigarettenst. sammeln & in den Automaten geben - Geld bekommen
 ③ Grösse: 90cm x 70cm x 10cm

Was denkst du funktioniert gut?

- Stabilität & Hülle
- Handhabung

Was denkst du funktioniert nicht oder könnte schwierig werden?

- Programmieren: Gewicht erkennen, Identifikation der Zigarette
- Geldausgabe

Was möchtest du Neues lernen?

- logisches Denken, verbessern, kreativer Denken
- Programmieren

Abbildung 53 – Beispiel Phase Skizze Zicasino

Die Skizzen der einzelnen Lernenden werden anschließend verglichen und diskutiert. Erst die Version, welche von allen Lernenden akzeptiert und unterstützt wird auf die Vorlage «2-Entwurf Prototyp» übertragen. Auf dieser Vorlage wird ebenfalls der Name der Erfindung, die Problemstellung sowie Funktion und der Bezug zur Nachhaltigkeit definiert. Da dieser Entwurf dem Konsens der verschiedenen Skizzen entspricht, schreiben alle Lernenden ihren Namen in das Feld «Team».

Bei der Erarbeitung des Prototyp-Entwurfes befasst sich die Gruppe auch mit der Gestaltung der Idee. Die Erfindung nimmt allmählich Gestalt an und die Teilnehmenden lernen ihre Idee zu kommunizieren, zu zeichnen und die Funktionen genauer zu beschreiben (Abbildung 54). Es wird eine Skizze der Erfindung gezeichnet und Antworten zu den folgenden Fragen gesucht:

- › Problem: Welches ist euer Problem?
- › Funktion: Welche Funktionen hat eure Erfindung?
- › Nachhaltigkeit: Was wird für Mensch und Erde noch erreicht?

Falls das Team sich schon von Anfang an auf einen Entwurf einigt, kann auf den Schritt des Prototyp-Entwurfes verzichtet werden. So war dies auch bei unserem Beispiel-Team zum Zicasino der Fall. Deshalb steht an dieser Stelle kein Beispiel-Entwurf.



Abbildung 54 – Einblick in die Arbeit des Teams «Zicasino»

Planung

Im ersten Teil der Entwicklungsphase wird die Planung in Angriff genommen. Die Lernenden überlegen sich, wie ein Lösungsansatz für ihre Prototyp-Idee aussehen könnte. Sie planen den Ablauf der Entwicklung und verteilen die Rollen und Aufgaben innerhalb der Gruppe. Das Ziel ist es, dass die Umsetzungsphase geplant wird und dass die nötigen Materialien und Werkzeuge festgelegt werden. Die Erkenntnisse dieser Planungsphase werden in der

Vorlage «Planung» (Abbildung 55) festgehalten und entsprechen einer einfachen Projektplanung.

Abbildung 55 - Vorlage Phase Planung

Ergebnisphase

Abbildung 56 – Ergebnisphase

Umsetzung

Nachdem die Rahmenbedingungen in der Planungsphase abgeschlossen und in der Vorlage «Planung» dokumentiert wurden, kann die Umsetzung eines ersten Prototyps angegangen werden (Abbildung 56). Die Lernenden bauen, kleben, verkabeln, schrauben, programmieren und testen immer wieder ihr Arbeitsergebnis. Die Lernenden bauen ihren Prototypen selbstständig und versuchen die Probleme und Hindernisse auf ihrem Weg zum funktionierenden Prototyp selbst zu überwinden. Die Lehrperson übernimmt eine beratende Funktion und hilft bei der Materialsuche und Auswahl der passenden Umsetzungsmethoden. Die Idee nimmt Form an und es entsteht ein erster Prototyp.

Die Arbeitsschritte werden dokumentiert und in der Vorlage «Umsetzung» (Abbildung 57) festgehalten. Dort wird die Materialliste immer wieder ergänzt und die Bereitschaft der benötigten Materialien abgehakt. Die verwendeten Werkzeuge und Tools werden ebenfalls aufgeschrieben, damit die Lehrperson zwischen den Gruppen die Nutzung der Werkzeuge koordinieren kann.

Umsetzung
 PROTOTYP BAUEN & TESTEN | bauen, kleben, schrauben, probieren, verkabeln, programmieren, testen

Material
 ...welches wir benötigen: Anzahl: Benutzt: ☐

Werkzeuge | Tools
 Benutzt: ☐

Challenges, Aufgaben oder Problemstellungen
 ...welche es zu lösen gilt: Entschl. ☐

Abbildung 57 - Vorlage Umsetzung

Der erste Prototyp des Zicasino nimmt in dieser Phase Form an und die Gruppe erstellt erste Halterungen, stellen die Einzelteile ihrer Skizze zusammen. Sie konstruieren zuerst den Behälter für den Zigarrenstummel-Automat (Abbildung 58).



Abbildung 58 - Team «Zicasino» während der Umsetzungsphase: Erstellung der Halterung

Anschliessend programmiert die Gruppe die Musik für den Automaten. Sie verwenden als Auslöser einen grossen Schalter, der mit einem micro:bit verbunden, der die über die Blockly-Programmiersoberfläche online programmiert wird und den Ton über einen verbundenen Buzzer ausgibt (Abbildung 59)

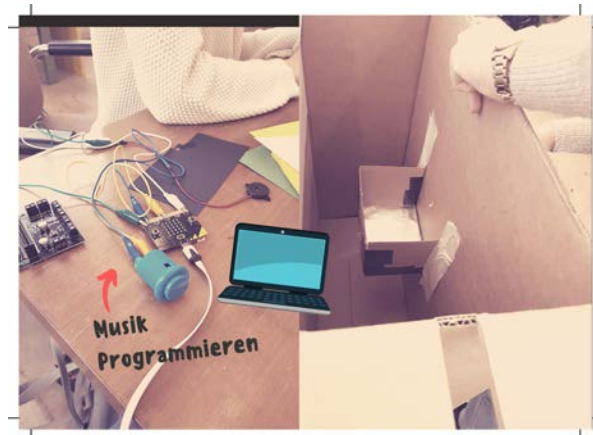


Abbildung 59 - Team «Zicasino» während der Umsetzungsphase: Musik programmieren

Nachdem die Einzelteile des Zicasino-Prototyps funktionieren und in einer ersten Version ausgetestet und auf ihre Funktion überprüft wurden, wird das Zicasino zusammengebaut und die technischen Teile in das Gehäuse eingebaut (Abbildung 60 und Abbildung 61)



Abbildung 60 - Team «Zicasino» während der Umsetzungsphase: Sensoren und Technik einbauen

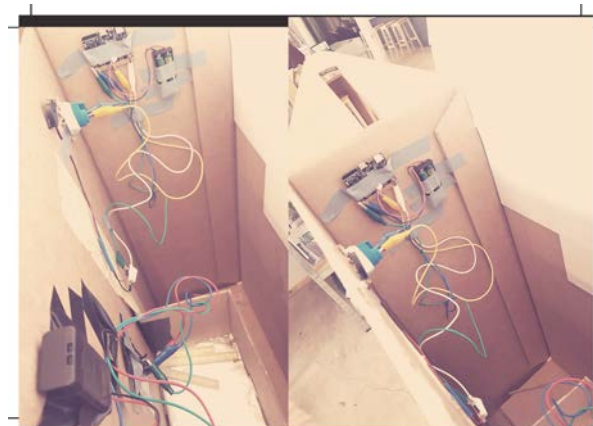


Abbildung 61 - Team «Zicasino» während der Umsetzungsphase: Sensoren und Technik einbauen

Präsentation, Evaluation

Sobald der Prototyp fertig gestellt ist, kommt es in der Ergebnisphase zum abschliessenden Produkt-Pitch. Um diese Präsentation des eigenen Prototyps optimal vorbereiten zu können, erhalten die Lernenden die letzte Vorlage «Präsentieren» (Abbildung 62), auf der das Team ein Storyboard erstellt, und die Präsentation so in seinem Ablauf planen. Die wichtigste Fragestellung für die Präsentation ist, wer von der Idee profitieren und wie diese weiterentwickelt werden könnte.

Abbildung 62 - Vorlage Phase Präsentation

Der Leitgedanke dieser Phase ist es, die Idee zu demonstrieren und mit den anderen Lernenden zu teilen sowie für eine Idee einzustehen. Die Lernenden versuchen dabei auch die Vorzüge der Erfindung hervorzuheben und die Zuhörer von ihrer Idee zu überzeugen.

Das Zicasino wurde mit einem passenden Plakat (Abbildung 63) präsentiert und die Funktion des Automaten-Prototyps demonstriert (Abbildung 64). Die Präsentation wurde mit eindrücklichen Bildern zur Verschmutzung mit Zigaretten-Kippen untermalt.



Abbildung 63 - Team «Zicasino» während der Präsentation: Plakat zum Prototyp Zicasino



Abbildung 64 - Team «Zicasino» während der Präsentation: Prototyp-Vorstellung

360°-Feedback

Nach der Präsentation wird für das Präsentationsteam mit der Vorlage «360° Feedback» (Abbildung 65) eine positive Rückmeldung gegeben, welche das Team in der Weiterentwicklung ihres Prototyps weiterbringen und unterstützen kann.

Dieses Feedback enthält vier Quadranten mit jeweils einem Bereich, welcher in den anderen Entwicklerteams besprochen und in die Vorlage abgefüllt wird. So erhält jedes Entwickler-Team nach der Präsentation ihres ersten Prototyps mehrere 360°-Feedbacks, woraus sie Ideen, Fragestellungen und Tipps für die weitere Arbeit zusammenfassen können.

Nachfolgend werden die vier Quadranten des 360°-Feedbacks erläutert:

1. Quadrant: Lob, positive Rückmeldung

Der erste Quadrant befasst sich mit einer positiven Rückmeldung, welche aufzeigt, was beim Publikum gut angekommen ist, was gefallen hat. Dabei kann diese Rückmeldung sich auf die Präsentation sowie auch auf den Prototypen beziehen.

2. Quadrant: Frage, Anregung

Der zweite Quadrant dient dazu, Fragestellungen und Anregungen zum Prototyp aufzuwerfen, welche das Erfinder-Team in der Weiterentwicklung des Prototyps weiterbringt und anregt. Diese Fragen und Anregungen sollen möglichst praxisnah, exemplarisch und anschaulich formuliert werden, damit das Team diese einfach umsetzen und verstehen kann.

3. Quadrant: Kritik, Änderungsvorschläge

In diesem Quadranten werfen die Zuschauer-Teams einen kritischen Blick auf die Erfindung und versuchen diese in ihrer Funktion und Praxistauglichkeit kritisch zu hinterfragen. Zu jedem Kritikpunkt soll auch ein konkreter Vorschlag oder Ansatz für eine mögliche Lösung formuliert werden. Diese Kritikpunkte sollen somit als konstruktive Kritikpunkte aufgefasst werden.

4. Quadrant: Lerneffekt, Lernzuwachs

Im letzten Quadranten formulieren die Zuschauer-Teams, was für sie an der vorgestellten Erfindung neu war und was sie somit dazugelernt haben. Diese Lerneffekte können wiederum dem Erfinder-Team Hinweise geben, wie sie die Innovationskraft ihrer Erfindung erhöhen können.



#2 360° Feedback

ROCKWELDUNG | lösen, hinterfragen, beraten, kritisieren



Team:

Name der Erfindung:

Was hat dir gut gefallen? Liebe das Projektteam.

Stelle eine Frage / gib eine Anregung, die das Team weiterbringt.

Was hat dir nicht gefallen, was würdest du verbessern? Mache konkrete Vorschläge.

Was hast du selber gelernt / was nimmst du für dich mit?



Abbildung 65 - Vorlage Phase Evaluation: 360°-Feedback-Vorlage

Abschliessend findet die Evaluations-Phase in der Entwickler-Gruppe selbst statt. Das Entwickler-Team erhält von den anderen Teams die 360°-Feedbacks und führt nach der Sichtung dieser Feedbacks eine interne Evaluation durch. Für diesen Zweck wird die Vorlage «Evaluation» (Abbildung 66) verwendet.

Dabei geht der Blick nach der Aussensicht gegen innen und das Team evaluiert seine Zusammenarbeit. Die Erkenntnisse werden ebenfalls in vier Quadranten in Stichworten festgehalten. Dabei werden diese vier Bereiche notiert:

- › Wichtige Erkenntnisse (!)
- › Gelungene Aspekte (+)
- › Verbesserungsvorschläge (-)
- › Fragen und Unklarheiten (?)

Das Erfinder-Team reflektiert dabei die Präsentation sowie die Entwicklungsphase und sucht Bereiche, in denen eine realistische Weiterentwicklung ihres Prototyps Sinn machen.



#3 Evaluation

AUSWERTUNG | nachdenken, reflektieren, verbessern


Das ist eine Zeit der schwierigen Arbeit mit dem mentee „gelungen“
Das Ziel definieren / durch einen und zweite Mensch
Das nächste Bestimmt / neue ein Feedbackpunkt / nicht zu
Nur wenn wir unser Produkt verbessern werden / verbessern?

AUSWERTUNG

Schritt 1: erst die Rückmeldungen zum **Wahlklausur** an und die 1. darüber. Schreibe deine wichtigsten Erkenntnisse auf









Team:

Name der Erfindung:

Das haben wir bei der Umsetzung unseres Prototyps / Produktes gelernt:

Abbildung 66 - Vorlage Phase Evaluation: Teamevaluation -Vorlage

Beispiel: 3. Zyklus Projekt

Projekt Gewitter-Push

Das Beispiel für den 3. Zyklus beschreibt eine Projektausarbeitung, in der eine simulierte Gewitterwolke die Funktion eines Gewitter-Frühwarnsystems für den Schulgarten einnimmt. Die Gewitterwolke verfügt über eine Echtzeit-Schnittstelle zu Meteodaten. Meldet dieser Datenstrom ein Gewitter innerhalb der nächsten vier Stunden, so beginnt die Wolke zu blitzen und die Schüler*innen können den Garten entsprechend schützen. Der dokumentierte Prototyp verfügt über eine Blitzsimulation auf einer micro:bit LED Basis, die Funktion der Wettervorhersage ist erläutert, aber nicht implementiert.

Aufgabenstellung

Letztes Jahr wurden durch heftige Platzregen und Gewitter der Gemüsegarten der Schule mehrere Male beschädigt. Besonders die Ernte der Tomaten wurde stark minimiert. Der Garten hat zwar eine Schutzvorrichtung gegen Gewitter und Hagel, die segelähnliche Konstruktion ist jedoch im Aufbau ziemlich komplex. Jedenfalls wurden diese Segel nicht rechtzeitig aufgebaut. Im Idealfall werden sie mindestens einen halben Tag vor dem Eintreffen des Gewitters installiert – in Trockenheit ist dies auch angenehmer. Ein zusätzlicher Grund für die letztjährigen Verluste war auch der ungünstige Zeitpunkt der

Gewitter: Oft sind diese am frühen Abend eingetroffen, wo keine Schüler*innen mehr im Schulhaus anwesend waren.

Die Zielsetzung ist einfach: Dieses Jahr soll wieder mehr geerntet werden können.

Abgrenzung:

Realistischerweise muss das Projekt eingegrenzt werden. Hier wird z.B. festgelegt, dass die Segelkonstruktion als gegeben zu sehen und somit als unveränderbar anzusehen ist. Die Thematisierung dieser Eingrenzungen ist wichtig, da sonst u.U. schon zu Beginn in die falsche Richtung recherchiert und innoviert wird.

Vorbereitung Lehrperson

Die vorbereitenden Dimensionen (Ressourcen, Thematik und Didaktik) wurden im Gegensatz zum Beispiel 2. Zyklus nicht abgebildet, da die Vorbereitung zum Making-Projekt individuell erfolgt und dem Kapitel 2 entnommen werden kann. Mögliche Erarbeitungsvarianten für die vorbereitenden Dimensionen sind dem 2. Zyklus-Beispiel zu entnehmen.

Methodik

Das folgende Kapitel beschreibt den Projektablauf einer Schüler*innen-Gruppe anhand der Design Thinking for Education Methode (siehe Kapitel «Methodik: Design Thinking for Education»).

Recherche

In der Recherchephase geht es um das vertiefte Verständnis der Problemstellung. Was ist der Grund für die geschilderte Ausgangslage? Ist das Problem eine Folge eines tieferliegenden Problems? Welche Fakten gilt es zu sammeln?

Recherchemethoden, die sich bei diesem Beispiel anbieten:

- › Interview mit Lehrperson/en
- › Interview mit dem Hausdienst
- › Interview mit Schüler*innen aus oberen Klassen
- › Untersuchung der Schutzvorrichtung
- › Onlinerecherche: Haben andere Schulen ein ähnliches Problem?

Die Recherche dieser Gruppe zeigt, dass es sich offenbar um ein Sichtbarkeits- / Kommunikationsproblem handelt. Es liegt nicht am Willen oder am Wissen wie. Den meisten Schüler*innen war schlicht nicht bewusst, dass sich ein Gewitter anbahnen würde – die Hilfsbereitschaft wäre vorhanden gewesen. Auch die Aussage, dass der Wetterbericht auf dem Infoscreen nicht wahrgenommen wurde, bestätigt diesen Befund (Abbildung 67).

Als Resultat dieser Phase hat die Gruppe folgende WKW-Frage (Wie könnten wir-Frage) aufgestellt: «Wie könnten wir die Schüler*innen rechtzeitig über ein aufkommendes Gewitter informieren?»

Die weiteren Phasen bauen auf diesem Problemverständnis, bzw. diesen Rechercheergebnissen auf. Es kann (uns sollte) sein, dass andere Gruppen in der Recherche zu anderen Ergebnissen gelangen und entsprechend eine andere «Problem Challenge» resultiert. Im Gegensatz zu einem realen Design Thinking Produktentwicklungsprozess, ist es hier völlig legitim, wenn persönliche Präferenzen (z.B. Ausrichtung auf Roboter, da wir schon lange etwas mit Robotern realisieren wollten) in die Problem Challenge einfließen



Recherche

THEMENGEBIET | entdecken, erforschen, untersuchen, thematisieren und diskutieren

Erkenntnisse aus den Befragungen / Interviews:

Letztes Jahr waren die Klassen 2sa und 2sb für den Schutz zuständig

Verantwortliches Fach: WAH (Frau Egger)

Schätzung Frau Egger: Von 12 Gewittern war der Garten 5x nicht gedeckt

*Anscheinend gab es bereits eine Art «Frühwarnsystem». Im Infoscreen wurde deshalb der Wetterbericht angezeigt. → Die Mehrheit der Schüler*innen haben den Wetterbericht jedoch nicht wahrgenommen.*

In der Ämtlliste war auch die Aufgabe «Garten zudecken» aufgeführt

Wenn die aufgelistete Person nicht da war (z.T. auch weil die ganze Klasse weg war), fühlte sich niemand verantwortlich

*Aussage Schüler*innen: Wenn sie wüssten das sich ein Gewitter anbahnt, würden sie schon den*

? ...die Schüler*innen rechtzeitig über ein auf- kommendes Gewitter informieren?

Untere Problem Challenge



Abbildung 67 – Rechercheergebnisse der Gruppe Gewitter-Push

Ideenfindung

Für die gestellte «Problem Challenge» (WKW-Frage) gilt es Lösungsideen zu finden. Was für Ansätze gibt es «um die Schüler*innen rechtzeitig informieren zu können»? Die konkrete Umsetzbarkeit spielt hier (noch) eine untergeordnete Rolle.

In einem breiten Brainstorming, welches u.U. von der Lehrperson begleitet wird, werden zunächst verschiedene Varianten (1 Blatt Ideenfindung pro Idee) ausgearbeitet. Ziel ist eine konsolidierte Idee, welche Aspekte aus mehreren Varianten beinhalten kann (Abbildung 68).

Die Gruppe möchte mit der Idee «Gewitter-Push» weiterfahren. Im Wesentlichen ist «Gewitter-Push» eine nachgebaute Gewitterwolke, welche vor einem realen Gewitter dieses ankündigt, indem es diesen imitiert. Um die Sichtbarkeit zu erhöhen, wurde ein prominenter und viel frequentierter Ort gewählt. Durch den Einsatz von Special-Effekten soll die Aufmerksamkeit erhöht werden.

Im oben dargestellten Ideenfindungs-Blatt handelt es sich um die konsolidierte Idee. Wichtig ist, dass die Schüler*innen zuerst breit und auch ein wenig «crazy» brainstormen. Konsolidieren bedeutet, die besten Aspekte zu einer ganzheitlichen Idee zusammenführen.

Beispiele von Ideen, die verworfen wurden:

- › Eine App entwickeln mit Gewitter Push-Nachrichten. Die Idee hat jedoch einen Beitrag an den Namen geleistet.
- › Breaking News Banner (Gewitter kommt) auf den Smartboards.
- › LED Pfeile am Boden beginnen zu leuchten. Die Pfeile führen zum Garten.
- › Die Lichter in den Zimmern beginnen zu blinken und imitieren Blitze eines Gewitters. Die Idee «Zukunftsgewitter» ist eine Weiterentwicklung dieser Ursprungsidee.

Falls die Ideenausbeute bescheiden ausfällt, hilft die «Berühmtheiten-Perspektive» Methode weiter. Dazu werden verschiedene Portrait-Abbildungen von berühmten Persönlichkeiten (Marc Zuckerberg, Donald Trump, Selena Gomez, Papst, Roger Federer, Superman, Hulk etc.) auf einem Tisch verteilt. Die Schüler*innen nehmen eine Abbildung und fragen sich, wie wohl diese Person das Problem lösen würde. Der eine oder andere Aspekt könnte in die konsolidierte Idee aufgenommen werden

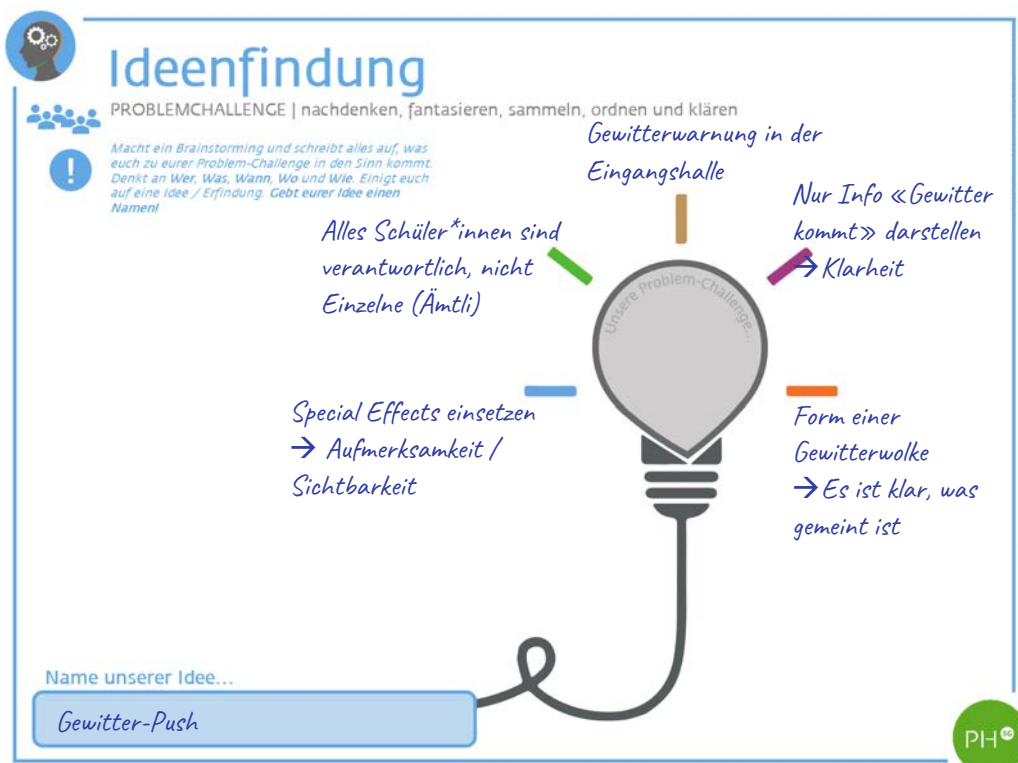


Abbildung 68 – Konsolidierte Idee

Skizze, Entwurf Prototyp

Die Idee ist, dass die einzelnen Gruppenteilnehmenden 1-2 Umsetzungsvarianten der Idee «Gewitter-Push» ausarbeiten. Dazu reicht eine Skizze, die umschrieben ist. Ziel ist, die Idee zu konkretisieren. Dazu gehört auch, dass bereits Materialien und Techniken benannt werden.

Die Gruppe tauscht anhand der Skizzen die Umsetzungsvarianten untereinander aus. Schliesslich einigt sich die Gruppe auf eine Umsetzungs idee, die weiterverfolgt werden soll. Die ausgewählte Umsetzungs idee kann Teile verschiedener Einzelideen beinhalten.

Im Entwurf des Prototyps ist bereits ersichtlich, wie sich die Schüler*innen die Umsetzung vorstellen: In einer Wolke aus Watte werden verschiedene LEDs miteinander verbunden. Diese werden einen micro:bit Mikrocontroller gesteuert. Den Knackpunkt antizipieren die Schüler*innen in der realistischen Wirkung. Das Blinken der LEDs soll schliesslich wie ein echtes Blitzen aussehen, d.h. muss schnell und unregelmässig erfolgen (Abbildung 69).

Allenfalls ist die Skizze schon sehr detailliert und die Funktionalitäten der Erfindung klar. Falls die Erfindung bereits konkret genug, so kann nach Absprache mit der Lehrperson auf das zweite Arbeitsplatt «Prototyp – Entwurf» verzichtet werden.

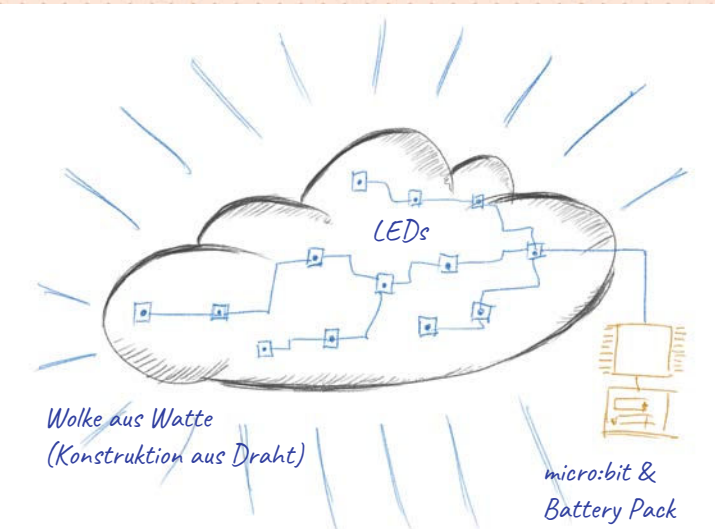


#1 – Skizze

Entwurf | nachdenken, entwerfen, konstruieren, zeichnen, skizzieren

Zeichne / skizziere deine Erfindung...





*Wolke aus Watte
(Konstruktion aus Draht)*

*micro:bit &
Battery Pack*

Name deiner Erfindung...
Gewitter-Push

Beschreibe deine Erfindung!
Aus was besteht sie? Wie gross ist sie? Wie funktioniert sie?
Wolke (ca 1x1m) aus Watte blitzt (LED) wenn Gewitter kommt

Was denkst du funktioniert gut?
Wolke aus Watte wird gut aussehen, d.h. als solche erkennbar sein

Was denkst du funktioniert nicht oder könnte schwierig werden?
Dass das Blitzen echt aussieht

Was möchtest du Neues lernen?
LED's programmieren



Abbildung 69 – Erste Skizze der Gewitterwolke

Planung

Die Gruppe, welche aus drei Schüler*innen besteht, konnte sich rasch einigen, wer was übernehmen wird. Entsprechend rasch konnte die Planungsphase abgeschlossen werden (Abbildung 70).

Für die Dokumentation entschied sich die Gruppe für ein «Foto-Journal». Dieses soll die Design Thinking Arbeitsblätter ergänzen.



#3 – Planung



Projektplanung | Aufgaben & Rollen verteilen (Dokus, Techies), Arbeitsablauf planen, Werkzeuge und Material

Rollen Hauptaufgaben	Wichtige Planungsschritte	Unterstützung
Namen der «Dokies» Ben Pfister	Vorbereitung Material organisieren, Videos von Blitzen sammeln, LED Tutorials suchen	Hier brauchen wir Hilfe Evt. LED ansteuern
Aufgaben der «Dokies» Zwischenergebnisse sammeln, Fotos machen	Umsetzung Machen Stabile Wolkenkonstruktion bauen, LED einsetzen, micro:bit Programmierung	Hier können wir anderen helfen micro:bit Programmierung
Namen der «Techies» Sarah Egger, Marc Beer	Präsentation Sichtbarkeitsproblem schildern, Demo Gewitter-Push	Sonstiges
Auftauchende Fragen Ungelöste Probleme Leuchten die LED stark genug, um durch die Wolke hindurch blitzen zu können? Wenn nein: Ziel Special-Effect ist wirkungslos. Alternative?		



Abbildung 70 – Planung des Vorhabens

Umsetzung

Vorbereitung

Als Vorbereitung für die Prototypentwicklung haben die Schüler*innen das Arbeitsblatt «Umsetzung» ausgefüllt (Abbildung 71).

Umsetzung

PROTOTYP BAUEN & TESTEN | bauen, kleben, schrauben, probieren, verkabeln, programmieren, testen

Entdeckt zu Beginn die Materialien und Werkzeuge. Versucht nun eine Material- und Werkzeugliste zu erstellen und baut aus den unterschiedlichen Materialien einen Prototypen. Verwendet das Material möglichst nachhaltig.

Material	Anzahl?	Bereit!
...welches wir benötigen		
micro:bit Mikrocontroller		☐
Battery Pack		☐
Breakout Board		☐
Verbindungskabel		☐
Lötzinn		☐
LED Streifen (ca. 5m)		☐
Drahtgitter für die Grundkonstruktion		☐
Watte (Menge?)		☐
Karton		☐

Werkzeuge Tools	Bereit!
Lötkolben	☐
Leim	☐
Notebook mit Makecode Umgebung	☐
Batterien	☐
Standard Werkzeuge	☐
Standard Bastelmaterial	☐

Challenges, Aufgaben oder Problemstellungen	Erledigt
...welche es zu lösen gilt	
Grundkonstruktion bauen	☐
Mit Watte echte Wolke bauen	☐
LED Streifen ansprechen	☐

Challenges, Aufgaben oder Problemstellungen	Erledigt
Blitzabfolge programmieren	☐

PH

Abbildung 71 – Vorbereitung zur Umsetzung

Bei den LED-Streifen hat die Lehrperson die Gruppe unterstützt und ihr folgende Artikel ausgehändigt:



Abbildung 72 – LED-Ring

Neopixel RGB LED-Ring

<https://www.adafruit.com/product/1586>

Um erste Erfahrungen zu sammeln, riet die Lehrperson die Schüler*innen zuerst einen LED-Ring anzusteuern. Dazu gehört auch die richtige Verkabelung. Mögliches Ziel könnte sein, ein Lauflicht, welches sich im Kreis dreht, zu programmieren (Abbildung 72).



Abbildung 73 – LED-Streifen

Neopixel RGB LED-Streifen

<https://www.adafruit.com/product/1138>

Wenn die Ansteuerung des Rings funktioniert, kann die Gruppe dasselbe Vorgehen für die Programmierung des LED-Streifens anwenden. Hier soll dann die Lichtabfolge der Blitzimitation implementiert werden (Abbildung 73).

Die einzelnen Challenges haben sich die Schüler*innen zuerst aufgeteilt:

- › Ben: Grundkonstruktion bauen (ist auch «Dokie» und hält alles fest)
- › Sarah: LEDs mit dem micro:bit ansteuern
- › Marc: Analysiert zunächst mal die Lichtabfolge eines Blitzes.

Bereits nach kurzer Zeit hat sich dieser Plan jedoch aufgelöst und alle haben einander unterstützt und die Schüler*innen sind die Challenges gemeinsam angegangen.

Erste Ansteuerung der LEDs

Die Schüler*innen fanden schnell heraus, dass in der ihnen bekannten Makecode-Lernumgebung die Neopixel-Funktionalität mit einem PlugIn nachgerüstet werden muss (Advanced → Extensions). Die neu hinzugekommenen Blöcke erschienen ihnen weitgehend selbsterklärend (Abbildung 74).

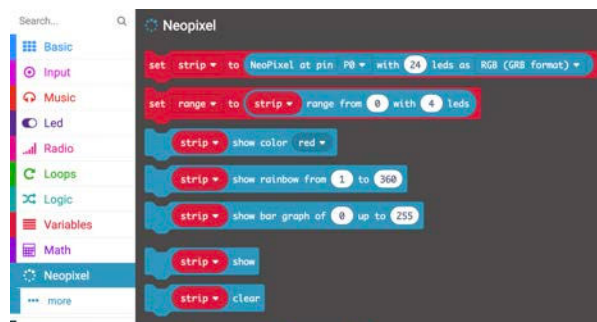


Abbildung 74 – Neopixel Blöcke in Makecode

Mit Hilfe von Online Tutorials und ein bisschen Try and Error konnte der LED-Ring angesteuert werden. Die Schüler*innen haben die Funktionalität noch erweitert, indem das Tempo des Lauflichts mit einem Potentiometer geregelt werden kann. Die Schaltung haben sie mit dem (Fritzing Tool) dokumentiert (Abbildung 75).

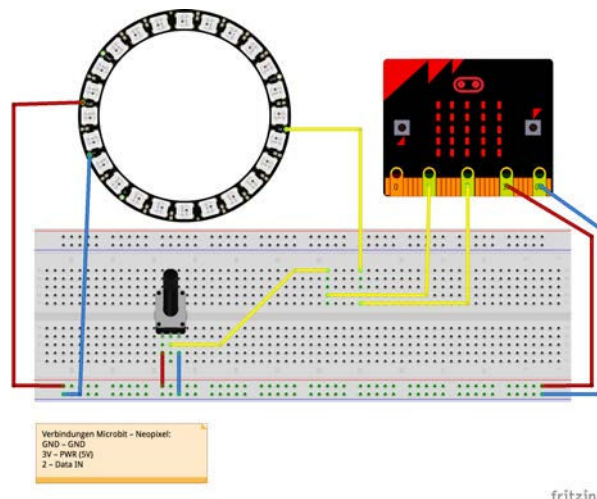


Abbildung 75 – Verkabelung des LED-Rings im Fritzing-Tool

Bau der LED Wolke

Um diesen Umsetzungsschritt zu illustrieren, sind an dieser Stelle Bilder des «Dokies» abgebildet (Abbildung 76 - Abbildung 80):



Abbildung 76 – LED Wolke: Ausgangslage



Abbildung 77 – LED Wolke: Drahtgitterkonstruktion

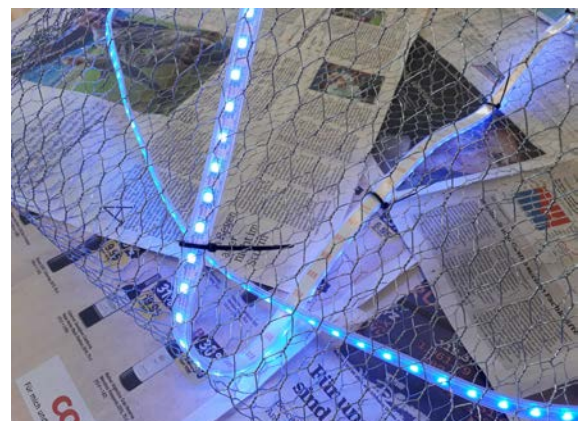


Abbildung 78 – LED Wolke: Befestigung mit Kabelbinder



Abbildung 79 – LED Wolke: Anbringen der Watte



Abbildung 80 – LED Wolke: Live-Testing der Leuchtkraft

Durch Youtube-Analyse von Gewitterwolken haben die «Techies» festgestellt, dass eine Wolke bei einem Blitz an unterschiedlichen Stellen aufleuchtet. Sie haben deshalb entschieden zwei getrennte Streifen einzusetzen, welche dann in der Programmierung auch einzeln angesteuert werden können.

Ursprünglich hatten die Schüler*innen vor, auch LEDs im inneren Bereich der Wolke zu platzieren. Die Konstruktion wäre ihrer Meinung nach aber ziemlich aufwändig geworden. Ausserdem haben Sie bereits im Arbeitsblatt «#3 Planung» festgehalten, dass die LEDs nicht durch die Watte hindurchleuchten könnte.

Aus diesem Grund haben die Schüler*innen richtigerweise die Watte bei eingeschalteten LEDs aufgetragen. So konnte die Wolkendicke richtig eingeschätzt werden.

Programmierung

Die Idee, durch Youtube Videos ein Muster für die Blitzabfolge ableiten und danach in Programmcode übertragen zu können, schlug fehl. Dazu sind Blitze schlicht zu variantenreich. Die Schüler*innen verfolgten nach dieser Feststellung einen neuen Ansatz. Es sollen verschiedene Blitzmuster mit unterschiedlicher Leuchtkraft und

Aufleuchtzeiten mit einer Funktion definiert werden (Abbildung 81, Abbildung 82).



Abbildung 81 – Funktion 1

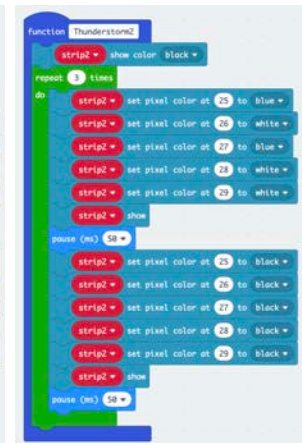


Abbildung 82 – Funktion 2

Insgesamt haben die Schüler*innen fünf solche Funktionen erstellt, welche dann im Hauptprogramm für beide LED-Streifen aufgerufen werden.

Die einzelnen Farb- und Zeitwerte mussten x-fach nachjustiert werden, bis die gewünschte Wirkung erzielt wurde. Beispiele: verschiedenen «Blitzzustände» (Abbildung 83 - Abbildung 85):



Abbildung 83 – Blitz im unteren Bereich



Abbildung 84 – Blitz im oberen Bereich



Abbildung 85 – Vollblitz

Evaluation

Pitch

Die letzte Phase beinhaltet zwei Teile, die ineinandergreifen: Vorstellung des Prototyps in der Klasse (Pitch) (Abbildung 86) und eine interne Evaluation (Reflexion).

Für den Pitch hat die Lehrperson einen Zeitrahmen von 5-7min vorgegeben. In dieser Zeit sollen also die zentralsten Elemente erläutert und demonstriert werden. Ein kurzes Zeitfenster dient dazu, dass die Schüler*innen ein Destillat des ganzen Projekts erstellen müssen.

Die Gruppe hat sich für den Ablauf: Problem, Lösung, Mehrwert entschieden. Allenfalls können den Schüler*innen vorgängig verschiedene Ablaufmöglichkeiten vorgestellt werden. Einige Pitch-Beispiele können auch aus der beliebten Fernsehshow «Höhle des Löwen» entnommen und analysiert werden.

Den Einsatz des Prototyps demonstriert die Gruppe anhand eines Sketchs. Auf die konkreten Umsetzungsschritte und darin auftauchende Probleme verzichten die Schüler*innen bewusst, da die Idee und die Lösung des Problems im Zentrum stehen soll.



Präsentieren

PITCH | präsentieren, demonstrieren, erklären, teilen

! Was ist das beste Merkmal eurer Erfindung / eures Produktes?
Was macht es einzigartig. Warum soll man es verwenden?
Wer wird es verwenden und wie?
Wie kann das Produkt helfen das Problem zu lösen?

Storyboard
Überlegt euch, was für die Präsentation wichtig ist, was ihr zeigen und sagen wollt. Hebt die Vorzüge eurer Erfindung hervor.

1 Problem:

Trotz klarer Regelung konnte letztes Jahr bei fast der Hälfte der Gwitter nicht genügend reagiert werden!

- Sichtbarkeit: Niemand wusste, dass das «Gewitterszenario» gleich eintrifft.
- Alter Infoscreen zeigen

2 Lösung:

- An Sichtbarkeit arbeiten (Ort, Special Effect)
- Lösung: Grosse Gewitterwolke, die zu blitzen beginnt, wenn sich ein Gewitter anbahnt

3 Demo → Sketch der Situation:

- Wetterbericht zeigen (Sarah)
- schnelle Uhr (Ben)
- Marc hält sich im Eingangsbereich auf
- 4h vorher wird beginnt die Wolke zu blitzen
- Marc deckt den Gemüsegarten

4 Mehrwert:

- Cooler Effekt
(man hofft fast auf ein Gewitter)
- Unmissverständlich
- Alle helfen = höhere Verfügbarkeit von Helfer = weniger Gewitterschaden

Weitere Überlegungen
Falls noch Zeit vorhanden: Weiterentwicklungsmöglichkeiten zeigen

Team:
Sarah, Ben, Marc

Name der Erfindung:
Gewitter-Push

PH^{CS}

Abbildung 86 – Vorbereitung des Pitches

360° Feedback

Im Anschluss an den Pitch soll der Prototyp in der Klasse besprochen werden. Dies kann in einer offenen Diskussion / Fragerunde geschehen. Die Lehrperson hat sich jedoch entschieden die Methode des 360° Feedbacks einzusetzen. Dazu erhalten die anderen Gruppen (ist auch pro Schüler*innen möglich) das Arbeitsblatt «#2 360° Feedback», welches in Bezug zum gezeigten Prototypen

ausgefüllt wird (Abbildung 87). Für die Gruppe, die präsentiert hat, dienen diese Feedbackbögen als Grundlage für ihre eigene Evaluation. In diesem Sinn nimmt diese Phase eine Testing-Funktion wahr: Der Prototyp wird erstmals auf die Probe gestellt.

Exemplarisch sei an dieser Stelle ein Feedbackbogen abgebildet:



#2 360° Feedback

RÜCKMELDUNG | loben, hinterfragen, beraten, kritisieren

Team:

Name der Erfindung:

Sarah, Ben,
Marc

Gewitter-Push

Was hat dir gut gefallen? Lobe das Projektteam.

- Wirkung: Wolke sieht sehr echt aus
- Prototyp ist gross
- Blitz sieht mega gut aus
- War wohl schwierig zu programmieren

Stelle eine Frage / gib eine Anregung, die das Team weiterbringt.

- Wann hört es auf zu Blitzen? Nach einer gewissen Zeit? Wenn der Gemüsegarten abgedeckt ist, müssen die anderen Schüler*innen ja nicht mehr «vorgewarnt» werden?

Was hat dir nicht gefallen, was würdest du verbessern? Mache konkrete Vorschläge.

- Alles super, nur kleiner Hinweis: Der Prototyp ist ja noch nicht fertig. Von wo soll er wissen wann ein Gewitter kommt?

Was hast du selber gelernt / was nimmst du für dich mit?

- Im Team hat es ja nicht die Super-Programmierer, dennoch haben sie es hingekriegt. Wir könnten beim nächsten Mal in der Programmierung auch etwas mehr wagen.
- Die Idee mit dem Sketch hätten wir auch machen sollen



Auf A3 vergrössern und als Plakat aufhängen | Rückmeldungen z.B. als Post-Its

Abbildung 87 – Feedback der anderen Gruppen

Evaluation

Nach der Aussensicht des 360° Feedbacks, geht es im letzten Schritt darum, dass die Gruppe selbst das Projekt kritisch reflektiert und würdigt. Dazu dient das Arbeitsblatt «#3 Evaluation» (Abbildung 88). Idealerweise wird dieser Schritt durchgeführt, wenn die Dokumentation bereits fertiggestellt ist.

Falls für die Beurteilung ein Interview geplant ist, wäre es denkbar, dass die Evaluation nach dem Interview erstellt wird. Auf der anderen Seite dient gerade dieses ausgefüllte Arbeitsblatt als ideale Interviewvorbereitung.



#3 Evaluation

AUSWERTUNG | nachdenken, reflektieren, verbessern

Das ist uns bei der Entwicklung unseres Produktes am besten gelungen!
Das hat funktioniert / wurde gelobt und positiv beurteilt
Das hat nicht funktioniert / wurde als Verbesserungspunkt häufig genannt
Wie würden wir unser Produkt weiterentwickeln / verbessern?

AUSWERTUNG
Schaut euch die Rückmeldungen eures «Publikums» an und diskutiert darüber. Schreibt eure wichtigsten Erkenntnisse auf.

! - Blitze sind sehr unterschiedlich. «Den» Blitz gibt es nicht

- LEDs ansteuern ist gar nicht so schwierig. Die Vorübung war fast schwieriger

+ - Blitze sieht echt aus

- 2 LED Streifen einzusetzen und separat anzusprechen war eine gute Idee

- Das «Nicht aufgeben» hat sich gelohnt!

- Wir waren ein super Team ;-)

- Idee ist so noch nicht einsatzfähig. Es fehlt die Verbindung zu echten Wetterdaten. Das zu programmieren ist sicher sehr kompliziert

- Unser Teamplan war für die Katz. Alle haben alles gemacht

- Doku. Kein Kommentar ;-)

? - Wenn die Batterien leer sind, nützt alles nichts. Wir müssten mal checken wie lange Batterien so bei einem micro:bit halten.

- Wir müssten noch einen Demomodus einbauen, damit wir ohne echtes Gewitter die Funktion zeigen können

Das haben wir bei der Umsetzung unseres Prototyps / Produktes gelernt:
Für gute Ideen braucht es ein Team (mehrere Hirne die denken)

Team: Sarah, Ben, Marc

Name der Erfindung: Gewitter-Push

PH

Abbildung 88 – Evaluation der Gruppe «Gewitter-Push»

Beurteilung

Die Lehrperson hat sich entschieden die Projekte anhand eines Interviews zu beurteilen (vgl Kapitel Beurteilung & Beurteilungsmethoden). Dazu hat sie einen Beurteilungsraster entwickelt der sich an den Design Thinking Phasen orientiert.

Zunächst hat die Lehrperson jedoch ein Raster mit folgender Strukturierung in Erwägung gezogen:

- › Fachkompetenz (4P)
- › Vorgehen / Methodenkompetenz (4P)
- › Teamwork (4P)
- › Pitch / Evaluation (2P)
- › Dokumentation / Journal (2P)

Aufgrund der Interviewmethode und der besseren Nachvollziehbarkeit für die SuS entschied sie sich für eine Projektphasen-Strukturierung. Wichtig: Der Raster wurde vor dem Projekt entwickelt und mit den SuS besprochen.

Generell ist festzuhalten, dass die Anzahl Kriterien, resp. die Gewichtung der einzelnen Phasen im Raster, die der Aufgabenstellung widerspiegeln sollte: Da in diesem Fall die Umsetzung den Hauptteil einnimmt, verfügt sie auch über mehr Kriterien und fällt höher ins Gewicht.

Das Raster verfügt über eine 4er Skala (0 – 3P). Die Notenskala ist so geeicht, dass bei einer durchgängigen Erreichung von 2P die Note 4.0 resultiert.

Das Interview soll 10min, max. 15min dauern. Das Beurteilungsraster wird während dem Interview oder unmittelbar danach ausgefüllt.

Interview Leitfaden

Für die Beurteilung mit dem nachfolgenden Beurteilungsraster hat die Lehrperson folgenden Leitfaden für das Interview erstellt:

1. Erklärt mir bitte, anhand des Prototyps, nochmals die grundlegende Idee eures Projekts.
2. Welche Ideen hattet ihr sonst noch? Warum habt ihr die nicht weiterverfolgt?
3. Wie seid ihr vorgegangen? Wer war für welche Teile zuständig?
4. Schauen wir uns mal die Verkabelung und/oder den Programmcode an. Welchen Zweck haben die einzelnen Elemente? Was passiert, wenn z.B. XY vertauscht werden?
5. Bei der Entwicklung dieser Umsetzung gab es sicher auch Probleme. Welche waren das? Wie konntet ihr die lösen?
6. Auf welchen Teil des Projekts seid ihr besonders stolz und warum?

Der Leitfaden dient der groben Orientierung. Nachhaken, auf individuelle Sachverhalte eingehen und allgemein der dialogische Austausch sollen auch Platz haben.

Beurteilungsraster «Making Projekt»

Erforschungsphase (Recherche & Ideenfindung)		Herausragend (3P)	Grösstenteils erfüllt (2P)	Knapp erfüllt, mit Lücken (1P)	Nicht erfüllt (0P)
1	Bezug zur Ausgangslage Kern des Problems erfasst Gegebenes berücksichtigt fundiert recherchiert	☐	☐	☐	☐
2	Vielfalt der Ansätze / Variantendenken Breites Ideenspektrum ersichtlich Unterschiedliche Ansätze vorhanden daraus finale Idee entwickelt	☐	☐	☐	☐
3	Kreativität / Raffinesse Offen an die Problem Challenge herangegangen Idee ist neuartig und nützlich	☐	☐	☐	☐
Bemerkungen Erforschungsphase:					
Entwicklungsphase (Entwurf / Prototyp & Planung)		Herausragend (3P)	Grösstenteils erfüllt (2P)	Knapp erfüllt, mit Lücken (1P)	Nicht erfüllt (0P)
4	Repräsentation der Idee Skizzen entsprechen der Idee Idee ist konkretisiert	☐	☐	☐	☐
5	Ersichtlichkeit Kernfunktion(en) Skizzen / Entwürfe sind selbsterklärend Zentrale Informationen (z.B. Masse) sind abgebildet	☐	☐	☐	☐
6	Planung / Teamwork Aus Einzelskizzen eine finale Teamskizze entwickelt Rollen sind verteilt Projektplanung ist vollständig	☐	☐	☐	☐
Bemerkungen Entwicklungsphase:					
Ergebnisphase (Umsetzung & Evaluation)		Herausragend (3P)	Grösstenteils erfüllt (2P)	Knapp erfüllt, mit Lücken (1P)	Nicht erfüllt (0P)
7	Implementation der Kernfunktion(en) Geplante Funktionalität ist vorhanden Visuelle Erscheinung entspricht der Skizze	☐	☐	☐	☐
8	Technische Umsetzung Elektronik und Programmierung ist fachlich korrekt Lösung ist dynamisch/skalierbar	☐	☐	☐	☐
9	Problemlösung / Strategieentwicklung Probleme in Teilprobleme aufgeteilt methodisches Vorgehen ersichtlich Beharrlichkeit vorhanden	☐	☐	☐	☐
10	Selbstbeurteilung des Prototyps / Projekts Stärken und Schwächen des Produkts / des Vorgehens / der Zusammenarbeit erkannt	☐	☐	☐	☐
Bemerkungen Ergebnisphase:					
Allgemeine Bemerkungen:					
Total Punkte / Note					

Notenskala: 28-30P 6.0 | 26-27P 5.5 | 24-25P 5.0 | 22-23P 4.5 | 20-21P 4.0 | 18-19P 3.5 | 16-17P 3.0 | < 15P 2.5

Abbildung 89 – Beurteilungsraster für das Making-Projekt

FAZIT

Das im Rahmen dieses Themenhefts entwickelte Framework hat zum Ziel Making-Aktivitäten im Unterricht zu etablieren. Es soll eine Möglichkeit skizzieren, wie Schüler*innen auf die Zukunft vorbereitet und die dafür notwendigen Kompetenzen nachhaltig gefördert und aufgebaut werden können.

In der praktischen und theoretischen Auseinandersetzung mit dieser Zielsetzung, hat sich herauskristallisiert, wie vielschichtig und anspruchsvoll diese Aufgabe ist.

Die fünf im Themenheft beschriebenen Dimensionen **RESSOURCEN**, **THEMATIK**, **DIDAKTIK**, **METHODIK** und **BEURTEILUNG** beleuchten relevante Aspekte, definieren einen möglichen fachdidaktischen Zugang und geben methodisch-didaktische Anregungen und Hilfestellungen für die Umsetzung von Making-Aktivitäten im Unterricht.

Aus der Erarbeitung haben sich ohne Anspruch auf Vollständigkeit folgende Erkenntnisse ergeben:

- › Making lässt sich grundsätzlich soweit herunterbrechen, dass es im Schulkontext umsetzbar wird.
- › Making ist facettenreich und stellt hohe Anforderungen an die Kompetenzen der Lehrperson.
- › Making schafft Situationen, in denen Problemlösekompetenzen und informatische Lösungsstrategien erarbeitet werden.
- › Making stellt ein geeignetes Lernfeld für Early Entrepreneurship und die 21st Century Skills dar.
- › Making ist inspirierend und fördert die Selbstwirksamkeit der Lernenden.
- › Making fördert selbstständiges Denken und Handeln.

Obwohl das Themenheft zu vielen Fragen und Problemstellungen Antworten bietet, bleiben unter Anderem nachfolgende Fragen unbeantwortet:

- › Wie können strukturelle Zwänge von Schule (z. B. Leistungsbewertung, Lehrplan, Schul- und Unterrichtsorganisation, Erziehungsauftrag, Erwartungen der Eltern an schulische Lernprodukte) mit der Idee von Making in Einklang gebracht werden?
- › Was sind die benötigten Kompetenzen der Lehrpersonen? Wie sollen diese erworben werden?
- › Inwiefern können die Kompetenzen des Lehrplans der Volksschule und insbesondere des Moduls Medien und Informatik innerhalb der interdisziplinären Arbeit von Making-Settings erreicht werden?
- › etc.

Es ist noch viel Entwicklungs- und Forschungsarbeit in der Didaktik des Making für die Schule zu leisten. Unter anderem muss der Nachweis für die Wirksamkeit von Making-Aktivitäten und die Praxistauglichkeit des erarbeiteten Frameworks erst noch erbracht werden. Die in diesem Themenheft beschriebene Form stellt den aktuellen Arbeitsstand dar und wird laufend weiterentwickelt, ergänzt und bei Bedarf angepasst. Die Autoren laden Sie daher ganz im Sinne der Maker-Idee dazu ein, das hier beschriebene Framework zu testen, zu verbessern und zu erweitern. Falls Sie Fragen, Änderungsvorschläge und konstruktive Kritik haben oder uns einfach Ihre Meinung sagen möchten, nehmen Sie unbedingt mit uns Kontakt auf. Wir sind sehr an Ihrer Meinung interessiert und freuen uns auf Ihr Feedback.

Das Autorenteam

Literaturverzeichnis

- Alper, M., Hourcade, J., & Gilutz, S. (2012). Adding reinforced corners: Designing technologies for children with disabilities. *interactions*(14(6)), 72-75.
- Amabile, T., Conti, R., Coon, H., Lazenby, J., & Herron, M. (1996). *Assessing the Work Environment for Creativity*. Academy of Management.
- Anderson, C. (2012). *Makers. The new industrial revolution*. London: Random House.
- App Inventor. (13. Juni 2019). Von App Inventor: <https://appinventor.mit.edu/explore/> abgerufen
- Arduino. (13. Juni 2019). Von Arduino: <https://www.arduino.cc/> abgerufen
- Assaf, D. (2019). Die Musterlösung liegt nicht bei. Best Practices zur Umsetzung von «open ended» Maker-Projekten. In I. / . Trüby, *Chance MakerSpace - Making trifft Schule*. München: kopaed.
- Assaf, D. (13. Juni 2019). *Physical Computing – Verbindung der physischen mit der virtuellen Welt*. Von Physical Computing – Verbindung der physischen mit der virtuellen Welt: <https://www.dropbox.com/s/61gagn3a8o5w9p/g/Physical%20Computing.zip?dl=0> abgerufen
- Bachmann, H. (2014). Hochschullehre neu definiert - shift from teaching to learning. In H. Bachmann, *Kompetenzorientierte Hochschullehre - Die Notwendigkeit von Kohärenz zwischen Lernzielen, Prüfungsformen und Lehr-Lern-Methoden* (S. 14-33). Bern, Schweiz: hep Verlag.
- Berg, A. (2010). *Social Entrepreneurship Education*. Saarbrücken: Verlag Dr. Müller.
- Bratzel, B. (2014). *STEM by Design. Teaching with LEGO Mindstorms EV3*. Knoxville, TN: College House Enterprises, LLC.
- Brennan, K., & Resnick, M. (13. Juni 2019). *New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking*. Von New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking: https://web.media.mit.edu/~kbrennan/files/Brennan_Resnick_AERA2012_CT.pdf abgerufen
- Brennan, K., Balch, C., & Chung, M. (13. Juni 2019). *Kreative Informatik*. Von Kreative Informatik: <http://eis.ph-noe.ac.at/wp-content/uploads/2017/05/kreative-informatik-lhb.pdf> abgerufen
- Calliope. (13. Juni 2019). Von Calliope: <https://calliope.cc/> abgerufen
- Clapp, E. P., Ross, J., Ryan, J. O., & Tishman, S. (2016). *Maker-Centered Learning. Empowering Young People to Shape Their Worlds*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Computational Thinking with Scratch. (13. Juni 2019). Von Computational Thinking with Scratch: <http://scratched.gse.harvard.edu/ct/assessing.html> abgerufen
- Design Thinking for Educators. (kein Datum). Abgerufen am 26. Juli 2018 von <https://designthinkingforeducators.com/>
- Dominic Wilcox. (13. Juni 2019). Von Dominic Wilcox: <https://youtu.be/2MjrZITfkz4> abgerufen
- Dougherty, D., & Conrad, A. (2016). *Free to Make*. Berkley, CA: North Atlantic Books.
- Entrepreneurship, I. -I. (2019). *YouthStart - Entrepreneurial Challenges*. Abgerufen am 06. 2019 von <http://www.youthstart.eu/de>
- Fadel, C., Bialik, M., Trilling, B., Schleicher, A., & Muuß-Merholz, J. (2017). *Die vier Dimensionen der Bildung: Was Schülerinnen und Schüler im 21. Jahrhundert lernen müssen*. Hamburg: ZLL21 - der Verlag - Zentralstelle für Lernen und Lehren im 21. Jahrhundert e.V.
- Fritzing Tool. (13. Juni 2019). Von Fritzing Tool: <http://fritzing.org/download/> abgerufen
- Global Shapers Survey 2017. (13. Juni 2019). Abgerufen am 26. Juli 2018 von Global Shapers Survey 2017: <http://www.shaperssurvey2017.org/>

- Haenisch, H. (1991). "Schools change slower than churches". *Pädagogik (Weinheim)*(43 (1991) 5), 27-31.
- Hauff, V. (1987). *Unsere gemeinsame Zukunft. Der Brundtland-Bericht der Weltkommission für Umwelt und Entwicklung*. Greven: Eggenkamp.
- ICT Berufsbildung Schweiz. (13. Juni 2019). Von ICT Berufsbildung Schweiz: <https://www.ict-berufsbildung.ch/> abgerufen
- Ideo Design, & Riverdale Country School. (2013). *Design for Thinking for Educators Toolkit*. Abgerufen am 20. Januar 2019 von Design Thinking for Educators: <https://designthinkingforeducators.com>
- Jack Ma - Youtube. (13. Juni 2019). Von Youtube: <https://youtu.be/mlbp33OA54M> abgerufen
- Koehler, M., & Mishra, P. (2009). What Is technological pedagogical content knowledge? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education (CITE)*(9(1)), 60-70.
- LabVIEW Student Edition. (13. Juni 2019). Von LabVIEW Student Edition: <http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/de/nid/210866> abgerufen
- Lehrplan 21. (13. Juni 2019). Von Lehrplan 21: https://sg.lehrplan.ch/container/SG_DE_Modul_MI.pdf abgerufen
- Libow Martinez, S., & Stager, G. (2013). *Invent to Learn*. Torrance, CA: Constructing Modern Knowledge Press.
- Little Inventors. (13. Juni 2019). Von Little Inventors: <https://www.littleinventors.org/> abgerufen
- Makedo. (13. Juni 2019). Von Makedo: <https://www.make.do/> abgerufen
- Marx, Steven; Hammer, Tamara; Hampson, Gabriele. (2018). *WILMA Handbuch - Wir lernen durch machen. Ein Handbuch für eine Erfinderwerkstatt mit Kindern*. Abgerufen am 05 2019 von <https://www.w-ort.at>: [https://www.w-ort.at: https://www-w-ort.at/cms/wp-content/uploads/2018/07/WILMA_Handbuch_2018.pdf](https://www.w-ort.at/cms/wp-content/uploads/2018/07/WILMA_Handbuch_2018.pdf)
- Micro:bit. (13. Juni 2019). Von Micro:bit: <https://microbit.org/de/> abgerufen
- Oates, S. B. (kein Datum). *Martin Luther King, Kämpfer für Gewaltlosigkeit*. Abgerufen am 14. 3 2019
- Oxocard. (13. Juni 2019). Von Oxocard: <https://www.oxocard.ch/> abgerufen
- Padlet. (13. Juni 2019). Von Padlet: <https://padlet.com/> abgerufen
- Post-it App. (13. Juni 2019). Von Post-it App: <https://itunes.apple.com/ch/app/post-it-plus/id920127738?mt=8> abgerufen
- Reinmann, G., & Mandl, H. (2006). Unterrichten und Lernumgebungen gestalten. In A. Krapp, & B. Weidenmann, *Pädagogische Psychologie* (S. 613 - 658). Weinheim, Deutschland: Beltz Verlag.
- Resnick, M., & Silverman, B. (2005). Some reflections on designing construction kits for kids. *IDC '06 Proceedings of the 4th International Conference on Interaction Design and Children* (S. 117-122). New York: USA: ACM.
- Scratch. (13. Juni 2019). Von Scratch: <https://scratch.mit.edu> abgerufen
- Scratch Challenge Cards. (13. Juni 2019). Von Scratch Challenge Cards: <https://resources.scratch.mit.edu/www/cards/en/scratch-cards-all.pdf> abgerufen
- Spencer, J., & Juliani, A. (2016). *LAUNCH - Using Design Thinking to Boost Creativity and Bring Out the Maker in Every Student*. San Diego: Dave Burgess Consulting Inc.
- Städeli, C., & Pfiffner, M. (2018). *Prüfen: Was es zu beachten gilt*. Bern: hep.
- TechCard. (13. Juni 2019). Von TechCard: <http://techcard.co.uk/> abgerufen
- Thymio VPL. (13. Juni 2019). Von Thymio VPL: <https://www.thymio.org/program/vpl/> abgerufen
- Tinkercad. (13. Juni 2019). Von Tinkercad: <https://www.tinkercad.com/> abgerufen
- Trilling, B., & Fadel, C. (2012). *21st Century Skills: Learning for Life in Our Times*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Tucker-Raymond, E., & Gravel, B. E. (2019). *STEM Literacies in Makerspaces*. New York: Routledge.

Uebernicket, F., Brenner, W., Pukall, B., Naef, T., &
Schindlholzer, B. (2015). *Design Thinking - Das
Handbuch*. Frankfurt am Main: Der FAZ
Fachverlag.

YouthStart. (13. Juni 2019). Abgerufen am 26. Juli 2018
von YouthStart. Entrepreneurial Challenges:
<http://www.youthstart.eu/de/>

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 – «Deckung zusätzlicher Fachkräftebedarf». Quelle: (ICT Berufsbildung Schweiz, 2019).....	7	Abbildung 19 - Mikrozyklus «Design Thinking» (eigene Darstellung nach Uebernicket et. al.).....	34
Abbildung 2 - Problemfelder und Herausforderungen im Kontext von «Making in der Schule»	9	Abbildung 20 - Mögliche Effekte von Design Thinking im Unterricht	34
Abbildung 3 – Übersicht über alle 5 Dimensionen / Framework Making macht Schule, 2019	11	Abbildung 21 – Die Arbeitsphasen innerhalb eines Design Thinking Prozess im Kontext von Making- und Early Entrepreneurship Education Aktivitäten	35
Abbildung 4 - Dimension «Ressourcen» / Framework Making macht Schule, 2019	12	Abbildung 22 – Ablauf Design Thinking for Education..	36
Abbildung 5 - Notwendige Ressourcen für Making-Settings.....	12	Abbildung 23 - Vorlage für die «Recherche»-Phase	37
Abbildung 6 - Tools und Technologien	13	Abbildung 24 - Vorlage für die «Ideenfindung»-Phase..	37
Abbildung 7 – Unterschiedliche Bastelmaterialien, die selber aus dem Haushalt gesammelt werden können, eignen sich sehr gut.	16	Abbildung 25 - Vorlage für die «Skizzen»-Phase.....	37
Abbildung 8 - TPACK Modell (Koehler & Mishra, 2009.)	18	Abbildung 26 - Vorlage für den «Prototyp Entwurf».....	38
Abbildung 9 - Dimension «Thematik» / Framework Making macht Schule, 2019	21	Abbildung 27 - Vorlage für die «Planung»-Phase.....	38
Abbildung 10 – «Beispiel-KaWa Thematik» - Screenshot Thematik-KaWa aus OneNote-Seite	22	Abbildung 28 - Vorlage für die «Umsetzung»-Phase.....	39
Abbildung 11 – «Beispiel-Placemat: Making in der Schule»:.....	22	Abbildung 29 - Vorlage für die «Präsentation»-Phase...	39
Abbildung 12 – Screenshot PostIt-App: Digitalisierung von thematisch geordneten PostIt-Zetteln.....	23	Abbildung 30 - Vorlage «360°Feedback».....	39
Abbildung 13 - Dimension «Didaktik» / Framework Making macht Schule, 2019	24	Abbildung 31 - Vorlage «Evaluation».....	40
Abbildung 14 low floors – wide walls – high ceilings (Quelle: Alper, M., Hourcade, J.P., & Gilutz, S. (2012), adaptiert von Resnick & Silvermann (2005).)	27	Abbildung 32 - Dimension «Beurteilung» / Framework Making macht Schule, 2019.....	41
Abbildung 15 – Kompetenzraster für Entrepreneurship-Kompetenzen von Youthstart)	29	Abbildung 33 – Mögliche zu beurteilende Aspekte	41
Abbildung 16 - Youthstart.eu Social Entrepreneurship Education Konzept	30	Abbildung 34: Die vier Qualitätskriterien (Darstellung in Anlehnung an Städeli & Pfiffner, 2018)	43
Abbildung 17 – Schlüsselaspekte im Kontext von Social Entrepreneurship Education Quelle: (YouthStart, 2019)	31	Abbildung 35: Beispielkriterium «Entwurf Prototyp» mit Indikatoren und einer 4er Skala.....	44
Abbildung 18 - Dimension «Methodik» / Framework Making macht Schule, 2019	33	Abbildung 36 – Herausforderungen bei Making-Aktivitäten.....	45
		Abbildung 37 – Screenshot Brainstorming zum Bereich «Ressourcen».....	45
		Abbildung 38 – Screenshot Brainstorming zum Bereich «Arbeitsraum»	46
		Abbildung 39 – Screenshot Speak-Dating-Diskussion zu Herausforderung bei Making-Aktivitäten.....	46
		Abbildung 40 - 17 Ziele für nachhaltige Entwicklung der UN Agenda 2030, UN Vollversammlung 2015	47

Abbildung 41 – Definition des Begriffes «Nachhaltige Entwicklung» gemäss Wikipedia.....	47	Abbildung 64 – Team «Zicasino» während der Präsentation: Prototyp-Vorstellung.....	55
Abbildung 42 - Screenshot Meinungsbildungs-Diskussion auf www.tricider.com.....	47	Abbildung 65 - Vorlage Phase Evaluation: 360°-Feedback-Vorlage.....	56
Abbildung 43 - Screenshot Themen-Liste in Padlet auf www.padlet.com.....	48	Abbildung 66 - Vorlage Phase Evaluation: Teamevaluation -Vorlage.....	56
Abbildung 44 - Screenshot Marshmallow-Challenge Materialien	48	Abbildung 67 – Rechercheergebnisse der Gruppe Gewitter-Push	58
Abbildung 45 – Beispiel: ausgefüllter Kompetenzraster für Entrepreneurship-Kompetenzen (Vorlage)	49	Abbildung 68 – Konsolidierte Idee	59
Abbildung 46 – Erforschungsphase.....	50	Abbildung 69 – Erste Skizze der Gewitterwolke	60
Abbildung 47 - Beispiel Recherche-Phase Zicasino.....	50	Abbildung 70 – Planung des Vorhabens.....	61
Abbildung 48 - Beispiel Recherche-Wand in Padlet	51	Abbildung 71 – Vorbereitung zur Umsetzung	62
Abbildung 49 - Vorlage Phase Ideenfindung	51	Abbildung 72 – LED-Ring	62
Abbildung 50 – Beispiel Phase Ideenfindung Zicasino ..	51	Abbildung 73 – LED-Streifen.....	62
Abbildung 51 – Entwicklungsphase.....	52	Abbildung 74 – Neopixel Blöcke in Makecode	63
Abbildung 52 - Screenshot verschiedene Skizzen Zicasino	52	Abbildung 75 – Verkabelung des LED-Rings im Fritzing-Tool.....	63
Abbildung 53 - Beispiel Phase Skizze Zicasino.....	52	Abbildung 76 – LED Wolke: Ausgangslage	63
Abbildung 54 – Einblick in die Arbeit des Teams «Zicasino».....	53	Abbildung 77 – LED Wolke: Drahtgitterkonstruktion ..	63
Abbildung 55 - Vorlage Phase Planung.....	53	Abbildung 78 – LED Wolke: Befestigung mit Kabelbinder	63
Abbildung 56 – Ergebnisphase	53	Abbildung 79 – LED Wolke: Anbringen der Watte.....	64
Abbildung 57 - Vorlage Umsetzung.....	54	Abbildung 80 – LED Wolke: Live-Testing der Leuchtkraft	64
Abbildung 58 – Team «Zicasino» während der Umsetzungsphase: Erstellung der Halterung.....	54	Abbildung 81 – Funktion 1 Abbildung 82 – Funktion 2 64	
Abbildung 59 – Team «Zicasino» während der Umsetzungsphase: Musik programmieren.....	54	Abbildung 83 – Blitz im unteren Bereich	64
Abbildung 60 – Team «Zicasino» während der Umsetzungsphase: Sensoren und Technik einbauen	54	Abbildung 84 – Blitz im oberen Bereich	64
Abbildung 61 – Team «Zicasino» während der Umsetzungsphase: Sensoren und Technik einbauen	54	Abbildung 85 – Vollblitz.....	64
Abbildung 62 - Vorlage Phase Präsentation.....	55	Abbildung 86 – Vorbereitung des Pitches	65
Abbildung 63 – Team «Zicasino» während der Präsentation: Plakat zum Prototyp Zicasino	55	Abbildung 87 – Feedback der anderen Gruppen.....	66
		Abbildung 88 – Evaluation der Gruppe «Gewitter-Push»	67
		Abbildung 89 – Beurteilungsraster für das Making-Projekt.....	69