

Selina Ingold &  
Björn Maurer (Hrsg.)

**MAKING**

**UND**

**SCHULE**

Praxishandbuch für  
Schulentwicklung und Unterricht

kopaed

# 4

# MAKING

# UMSETZEN

# MakerSpace als Lernumgebung

4.1	Lernumgebung entwickeln: MakerSpace gestalten	117
4.2	Tools und Technik: MakerSpace ausstatten	147
4.3	Bezugsquellen und Anbieter: Beschaffungen tätigen	164
4.4	Alles am Platz: Tipps zur Material- und Werkzeugaufbewahrung	167
4.5	Betreuung und Wartung: MakerSpace bewirtschaften	176
4.6	Dazulernen: Das Schulhausteam weiterbilden	185
4.7	Checkliste: Umsetzung	194

# Worum geht's?

In diesem Kapitel wird es konkret. Eine inspirierende Umgebung ist entscheidend, damit Schüler:innen kreativ sein können. Wir geben euch Tipps für die Raumgestaltung, sodass ihr einen MakerSpace gemäss der Prinzipien der Maker Education aufbauen könnt. Für die Ausstattung gibt es keine Standardlösung, weil sie unter anderem von euren pädagogischen Zielen, vom Budget und von eurem Knowhow abhängt. Wir zeigen aber wichtige Faktoren auf, die ihr im Team diskutieren könnt. Ein durchdachtes Aufbewahrungskonzept erleichtert das selbstständige Arbeiten im MakerSpace. Wir teilen unsere Erfahrungen mit praktischen Lösungen. Der Betrieb eines MakerSpace erfordert klare Zuständigkeiten und Ressourcen. Wir zeigen euch verschiedene Bewirtschaftungskonzepte und helfen euch, das passende für eure Schule zu entwickeln.

# 4.1 Lernumgebung entwickeln: MakerSpace gestalten

**Selina Ingold und Björn Maurer**

Die Gestaltung eines MakerSpace kann ein spannendes Unterfangen sein, das nicht nur die Kreativität der Lernenden fördert, sondern auch ein Lernumfeld schafft, in dem der Raum selbst zum «Dritten Pädagogen» wird. Ein inspirierender MakerSpace ermutigt Schüler:innen durch praktische Erfahrungen zu lernen, zu experimentieren und eigene Projekte zu realisieren.

Wir zeigen in diesem Kapitel anhand von konkreten Beispielen auf, was bei der Raumgestaltung bedacht werden sollte.



## 4.1.1 Raumanforderungen

Unabhängig von der konkreten Ausgestaltung des MakerSpace gibt es einige Anforderungen, die der Raum erfüllen sollte. Wir haben die wichtigsten Punkte zusammengestellt.

### Raumgrösse

80m<sup>2</sup> sind eher knapp für einen MakerSpace, in dem 24 Schüler:innen gleichzeitig arbeiten. Für eine Halbklassen sind 80m<sup>2</sup> dagegen ausreichend, idealerweise stehen insgesamt über 100m<sup>2</sup> Fläche zur Verfügung. Darin eingerechnet sind Materiallager, staubfreier Raum und Werkbereich mit Maschinen, Werkzeugen und Werkbänken.

### Raumaufteilung

Bauseitig ist zu beachten, dass eine Trennung zwischen staubempfindlichen Geräten (z. B. 3D-Druckern) und den Arbeitsplätzen mit Staubemissionen gewährleistet ist. An den Pilotschulen der Making-Erprobung Thurgau haben sich zwei Varianten durchgesetzt:

**Variante A: Kleines Elektroniklabor / Grosser Arbeitsraum:** Hier ist der grössere Teil des MakerSpace für die Arbeit mit Holz (Sägen, Bohren etc.) vorgesehen. Dabei kann auch Staub entstehen. Der kleinere, abgetrennte Bereich ist für empfindliche Geräte und Elektronikarbeiten wie Löten vorgesehen.

**Variante B: Kleiner Schmutzraum / Grosser Konstruktionsraum:** Hier sind alle staubemittierenden Maschinen (Schleif-, Bohrmaschine, Sägen) in einem kleinen, separaten (Schmutz-)Raum untergebracht. Im grösseren Raum wird gearbeitet und konstruiert. Dort sind 3D-Drucker und andere empfindliche Geräte installiert.

Aus kreativitätspsychologischer Sicht sind Rückzugsräume und Nischen förderlich, wo die Schüler:innen unbeobachtet Dinge ausprobieren können. Idealerweise gibt es auch separate Bereiche, in die sich Kleingruppen zurückziehen können.

### Lage im Schulhaus

Soll der MakerSpace gegebenenfalls von externen Gruppen (z. B. ausserschulische Jugend- und Gemeindefarbeit, Vermietung an Unternehmen, Arbeitsgruppen) genutzt werden, ist die Lage im Erdgeschoss und eine Aussentüre ideal. So hätten die Nutzer:innen ausserhalb der Schulöffnungszeiten von aussen Zugang und müssten nicht durch das Schulgebäude laufen. Die Nähe zu Werkräumen mit weiteren Produktionsmöglichkeiten (z. B. Metallbearbeitung) ist empfehlenswert. Ebenso wie die Nachbarschaft zu Medienräumen, Studio- und Aufnahme Räumen.

## Raumhöhe und Decke

Die Deckenbeschaffenheit kann unter bestimmten Umständen von Bedeutung sein. An einer abgehängten Decke können keine schweren Gegenstände (z.B. Scheinwerfer, Seilzugsysteme) befestigt werden. Wenn möglich, kann eine abgehängte Decke entfernt werden, so dass Befestigungen an der massiven Decke (Beton) möglich sind. Dadurch gewinnt der Raum an Höhe. Wenn Kabelkanäle und Rohrleitungen dadurch sichtbar werden, passt das in der Regel zu einer Making-Atmosphäre. Das Entfernen der Decke kann die Raumakustik allerdings negativ beeinflussen. Gegebenenfalls müssen Akustikabsorber montiert werden.

## Festinstallationen

Zwar sollten die Elemente im Raum grundsätzlich möglichst flexibel sein. Ein paar Festinstallationen sind dennoch sinnvoll:

- Wasseranschluss und Waschbecken für die Arbeit mit Ton, Farben aber auch als Testareal für Schiffsmodelle und sonstige Wasserprodukte.
- Beschreibbare magnetische Wand / Schrankflächen für Ad-hoc-Visualisierungen
- Wand für Greenscreen-Aufnahmen mit Deckenscheinwerfern und grünem Hintergrund (kann auch mobil bzw. zerlegbar sein)

## Elektroinstallationen

Der Raum sollte elektrotechnisch ähnlich abgesichert sein wie ein Werkraum, so dass gleichzeitig mehrere Maschinen betrieben werden können, ohne dass es zu Überlastungen kommt. Stromhydranten von der Decke helfen, Stolperfallen zu vermeiden.



## 4.1.2 Varianten der Raumeinteilung

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, wie man einen Maker-Space räumlich denken und umsetzen kann. Letztlich hängt es von der Raum-Situation an eurer Schule ab, was möglich ist und wo die Grenzen sind. Wir haben versucht, gängige Raumvarianten zu unterscheiden und jeweils Vor- und Nachteile auszuweisen.

### Der Standard-MakerSpace

Der Standard-MakerSpace besteht aus zwei bis drei voneinander abgetrennten Räumen. Der Arbeits- und Werkbereich ist das Zentrum des Geschehens. Dort wird konstruiert, gebastelt, montiert und mit Maschinen gearbeitet. Es darf schmutzig und staubig werden. Dort finden auch Produkttestungen und -präsentationen vor Publikum sowie Einführungen in Software-Anwendungen statt.



STANDARD-MAKERSPACE GRUNDRISS

Im digitalen Labor sind staubempfindliche Geräte untergebracht. Besonders 3D-Drucker müssen vor Staub geschützt werden, um die Funktion nicht negativ zu beeinträchtigen. Textil-, Elektronik- und Lötarbeiten erledigt man am besten auch in einer staubfreien Umgebung. Wer anstatt eines Beamers einen mobilen Flatscreen einsetzt, kann diesen im digitalen Labor abstellen, wenn er nicht gebraucht wird. Wir nutzen den mobilen Untersatz des Flatscreens als Aufbewahrung für Laptops und Tablets (samt Ladestation).

Stehen nur zwei Räume zur Verfügung, wird das Materiallager mit dem digitalen Labor kombiniert. Wichtig ist, dass alle Materialien offen zugänglich und sichtbar sind. Idealerweise verwendet ihr transparente Aufbewahrungsboxen und verzichtet auf Schranktüren.

PRO	CONTRA
<p>Geringer Raumbedarf</p> <p>Kompatibel mit den meisten Schulhäusern in der Schweiz</p> <p>Ein bestehender Werkraum kann leicht umgerüstet werden</p> <p>Kurze Wege für Schüler:innen und Lehrpersonen</p> <p>Niederschwelliger Zugang zu Materialien und Werkzeugen</p>	<p>Insgesamt wenig Platz für die Arbeit mit Vollklassen</p> <p>Begrenzte Möglichkeit, verschiedene Aktivitäten parallel zu machen</p> <p>Staub und Schmutz im gesamten Werk- und Arbeitsbereich vorhanden</p> <p>Aufsicht der Schüler:innen durch getrennte Räume erschwert</p>



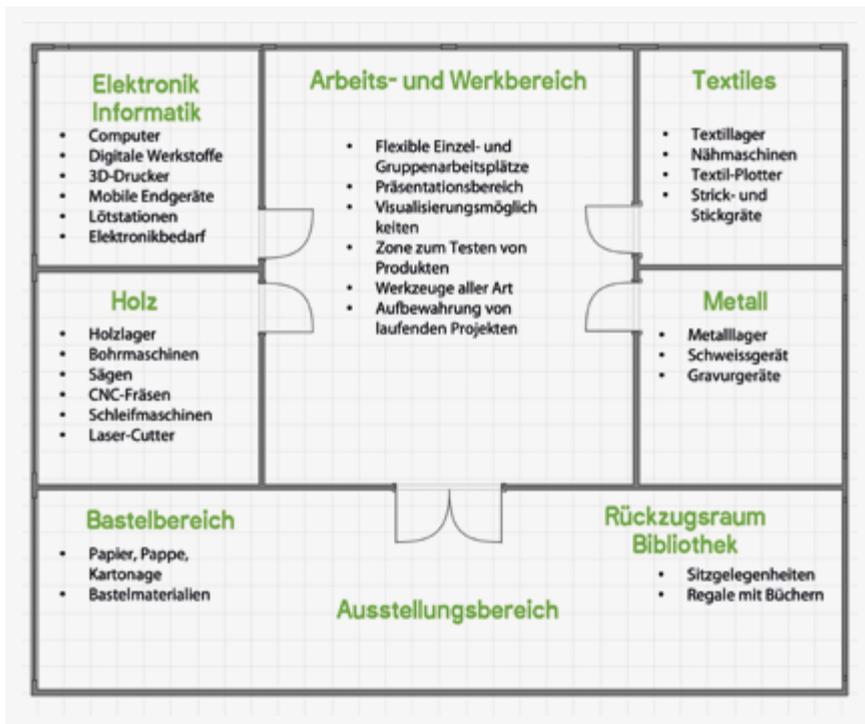
MAKERSPACE DER SCHULE THAYNGEN

## Der gewerkebezogene MakerSpace

Diese MakerSpace-Variante ist nach Gewerken strukturiert. Für jedes Gewerk gibt es einen Raum mit entsprechenden Materialien und Maschinen. Im Zentrum ist der Arbeits- und Werkbereich. Dort wird konstruiert, montiert, entwickelt und kollaboriert. Es gibt genügend Platz, sodass dort Prototypen im Plenum präsentiert und diskutiert werden. Ausserdem steht eine Testumgebung für Produkte zur Verfügung.

Wer Material benötigt oder an speziellen Maschinen Teile fertigen möchte, geht vorübergehend in den jeweiligen Gewerkebereich. Im Grundriss ist auch ein Rückzugsraum enthalten. Dort können die Schüler:innen entspannen, in Büchern oder mit mobilen Geräten im Internet nach Inspirationen suchen.

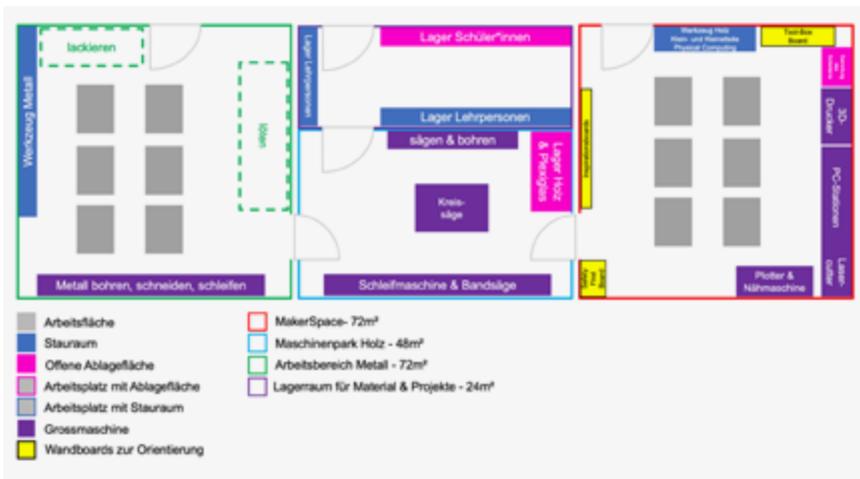
Der gewerkebezogene MakerSpace lässt sich problemlos um einzelne Gewerke erweitern oder reduzieren. Der Grundriss oben ist nur als Beispiel gedacht.



GEWERKEORIENTIERTER MAKERSPACE GRUNDRISS



MAKERSPACE DER SCHULE WIGOLTINGEN



RAUMKONZEPT DES MAKERSPACES, SCHULE WIGOLTINGEN

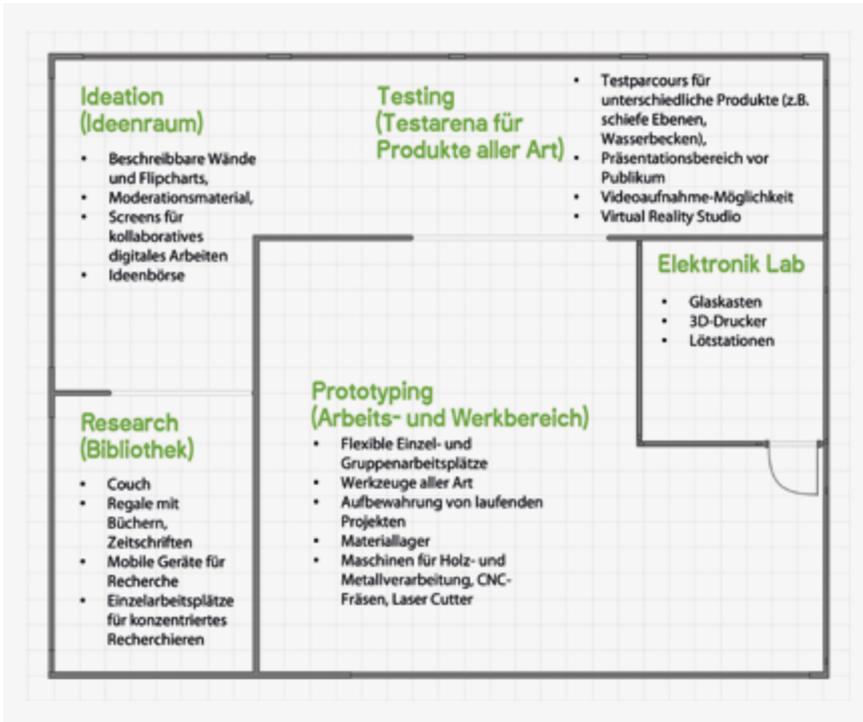
PRO	CONTRA
<p>Viel Platz für unterschiedliche und gleichzeitige Aktivitäten</p> <p>Staub und Schmutz bleibt im jeweiligen Gewerke-Raum</p> <p>Transparente Aufbewahrungslogik von Materialien und Maschinen</p> <p>Gewerke können gezielt zugänglich gemacht oder begrenzt werden (z. B. bei Zyklus 1 kann Metallwerkstatt geschlossen bleiben)</p> <p>Gewerke-Räume können von Fachlehrpersonen arbeitsteilig betreut werden</p> <p>Geeignet für Schulen, die ihren Textil- und Werkbereich in Richtung Making neu ausrichten wollen</p> <p>Jedes Gewerk hat denselben Stellenwert</p>	<p>Hoher Platzbedarf im Schulhaus</p> <p>Hohe Anforderungen an die vorhandene Schulhausarchitektur (Fenster, Gänge, ...)</p> <p>Aufsicht der Schüler:innen durch getrennte Räume erschwert</p> <p>Getrennte Materialaufbewahrung kann Kreativität einschränken, da sich Materialkombinationen nicht von selbst aufdrängen</p>

## MakerSpace nach dem Design Thinking Ansatz

Diese Variante geht von den einzelnen Handlungen und Phasen eines Produktentwicklungsprozesses aus und weist jeder Handlung eine Zone zu. Im Research-Raum kann im Internet gestöbert oder gezielt nachgeschlagen werden. Es ist ein stiller Raum, in dem man konzentriert arbeiten kann und Inspirationsquellen vorfindet. Im Ideation-Raum können Ideen entwickelt und festgehalten werden. Dafür stehen Visualisierungs- und Kollaborationstool zur Verfügung. Im **Prototyping-Raum** wird konstruiert und montiert. Dort finden die Schüler:innen alles, was sie fürs Prototyping brauchen. Das Elektronik-Lab ist mit einer Glasscheibe vom restlichen Raum abgegrenzt und bietet 3D-Druckern, Lötequipment und anderen empfindlichen Geräten sowie Materialien Schutz. Der **Testing-Raum** ist so eingerichtet, dass Prototypen getestet und präsentiert werden können. Hier findet auch ein kleines Videoaufnahmestudio Platz.

**Die Idee hinter der DesignThinking Raumvariante:** Durch die speziell ausgewiesenen Zonen lernen die Schüler:innen, wie Produktentwicklungsprozesse idealtypischerweise ablaufen. Sie werden zum Beispiel dazu angeregt, ihre Prototypen regelmässig zu testen. Dadurch wird verhindert, dass sie lange Zeit in die falsche Richtung entwickeln und dies zu spät bemerken.

PRO	CONTRA
<p>Raum unterstützt agile Produktentwicklung</p> <p>Raum fördert explizit kreative Prozesse</p> <p>Raumstruktur gibt didaktische Struktur vor</p> <p>Rückzugsräume für unbeobachtetes kreatives Arbeiten</p> <p>Innovative Form, Lernprozesse anzuregen</p>	<p>Hoher Platzbedarf</p> <p>Aufsicht durch viele, voneinander abgetrennte Zonen erschwert</p> <p>Potenzial kann nur ausgeschöpft werden, wenn Lehrpersonen im Bereich Design Thinking weitergebildet sind</p> <p>Ist ggf. nicht kompatibel mit traditionellen Formen des Unterrichts</p>



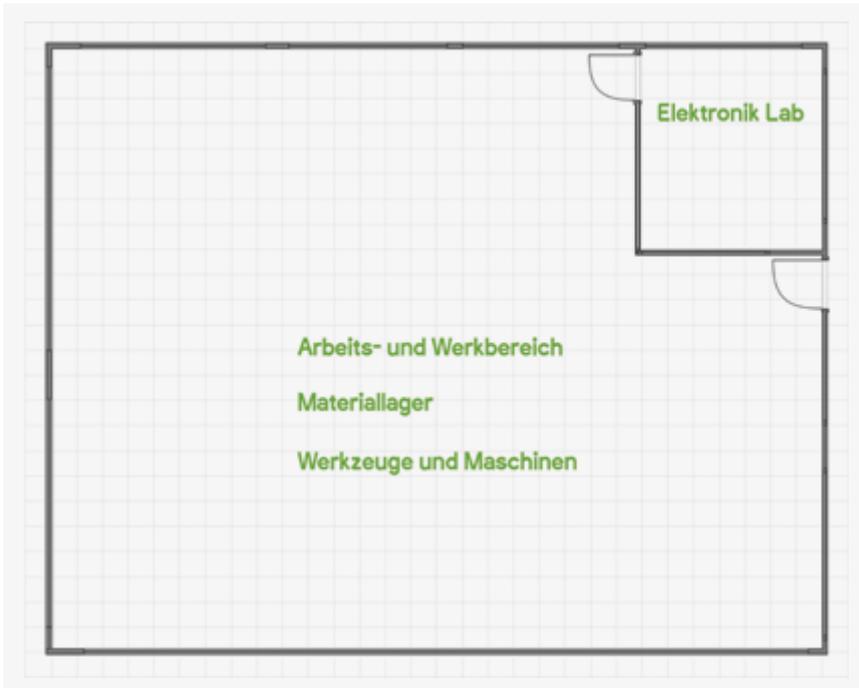
DESIGN THINKING MAKERSPACE GRUNDRISS



## Der Loft-MakerSpace

Der Loft-MakerSpace besteht aus einem einzigen grossen Raum, der in unterschiedliche Zonen aufgeteilt wird und ganz oder teilweise bespielt werden kann. Staubempfindliche Geräte können entweder in einem separaten Glaskasten aufbewahrt werden oder – was kostengünstiger ist – mit Plexiglashüllen geschützt werden (z. B. 3D-Drucker).

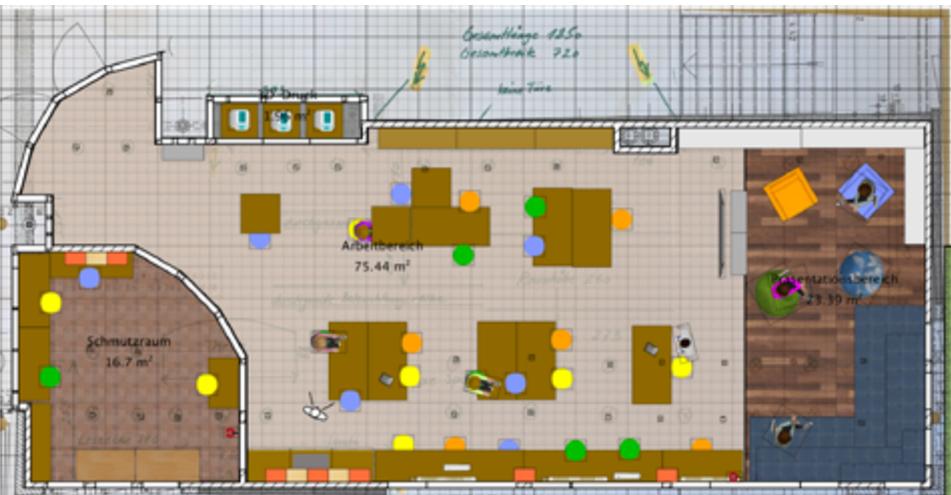
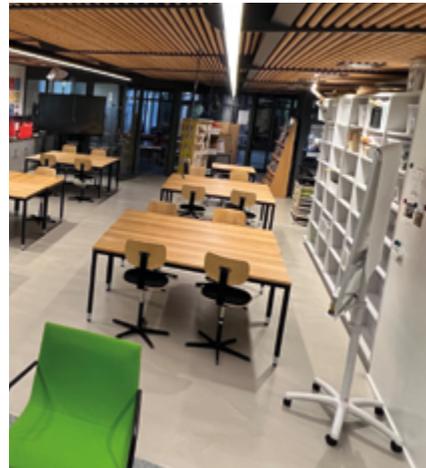
Du kannst das Loftmodell auch umgekehrt aufgleisen. Alle lärm- und schmutzmitzierenden Geräte könnten in einem kleinen Schmutzraum zusammengefasst werden, sodass der Rest der Loftfläche halbwegs sauber bleibt.



LOFT-MAKERSPACE GRUNDRISS

PRO	CONTRA
<ul style="list-style-type: none"><li>Gute Übersicht, erleichtert die Aufsicht durch die Lehrperson</li><li>Raum lässt sich flexibel dem jeweiligen Setting anpassen</li><li>Ausreichend Platz für grössere Lerngruppen vorhanden</li><li>Sehr hohe Sichtbarkeit der verfügbaren Materialien und Technologien</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Lärmpegel durch Maschinen, Gespräche etc. unter Umständen recht hoch</li><li>Hohes Ablenkungspotenzial, konzentriertes Arbeiten wird erschwert</li><li>Hohes Staub- und Schmutzaufkommen im gesamten Raum</li><li>Ordnung zu halten, wird zur Herausforderung</li></ul>





MAKERSPACE DER SCHULE SIRNACH:  
GRUNDRISS, MASCHINENRAUM, WERKRAUM, MEDIENWERKSTATT

## Der Biblio-MakerSpace

Der Biblio-MakerSpace ist eine Symbiose von Bibliothek und MakerSpace. Diese Variante legt den Schwerpunkt auf digitales und computergestütztes Prototyping. Holz- und Metallverarbeitung spielen dagegen keine Rolle. Das Modell bietet sich an, wenn zum Beispiel die vorhandene Schulbibliothek in Richtung Making erweitert werden soll. Recherche und Wissensmanagement passen thematisch gut zur Bibliothek als schulischem Lernort.

3D-Druck, Plotting und die Arbeit mit digitalen Werkstoffen wie Microcontrollern und Sensoren sowie Robotik-Komponenten lassen sich leicht integrieren, ebenso Virtual Reality und Augmented Reality Szenarien. In einem Biblio-MakerSpace gibt es viele Anregungen in Buchform und beim Prototyping wird vorwiegend mit einfachen Werkstoffen wie Papier und Kartonage gearbeitet.

PRO	CONTRA
<p>Making bekommt einen exponierten Ort in der Schule</p> <p>Zusätzliche Betreuungsmöglichkeit durch Bibliotheksmitarbeitende (sofern qualifiziert)</p> <p>Dient der Weiterentwicklung der Schulbibliothek im Rahmen der digitalen Transformation</p> <p>Verbindung von Making mit Wissensmanagement und Informationskompetenz</p>	<p>Making nur mit eingeschränktem Material möglich</p> <p>Potenzial der Kombination von Digitalem und Analogem wird nicht voll ausgeschöpft</p> <p>Making Aktivitäten mit Schüler:innen können den Bibliotheksbetrieb beeinträchtigen, dadurch Schwierigkeiten, mit Ganzklassen zu arbeiten</p>

## Der mobile MakerSpace

Mit dem mobilen MakerSpace kann jedes Klassenzimmer temporär zum MakerSpace werden. Ein mobiler MakerSpace ist in mehreren Rollboxen verpackt und lässt sich bei Bedarf im jeweiligen Klassenzimmer installieren.

PRO	CONTRA
<p>Kein extra Raumbedarf</p> <p>Kostengünstigste Variante</p> <p>Alle Klassen können profitieren</p>	<p>Zusätzlicher Aufwand zur Unterrichtsvorbereitung</p> <p>Zuständigkeiten müssen klar geregelt sein (z. B. Materialbereitstellung)</p> <p>Keine Inspiration durch Produkte von anderen Lernenden (wie im MakerSpace)</p> <p>Wenn kein Raumwechsel stattfindet, kann es ggf. schwieriger sein, das Maker-Mindset zu etablieren (vgl. Schüler:innenrolle im gewöhnlichen Schulumfeld)</p>



BEISPIEL FÜR EINEN MOBILEN MAKER-WAGEN, FIRMA BISCHOFF

## 4.1.3 Raumgestaltung im Sinne der Maker Education

Making ist prinzipiell auch im Klassenzimmer, im Pausenraum oder auf der Wiese vor dem Schulhaus möglich. Eine klug gestaltete Maker-Lernumgebung erleichtert allerdings die kreative und selbstbestimmte Arbeit an eigenen Projekten. Wie sind Maker-Lernumgebungen idealerweise gestaltet? Im Folgenden stellen wir wichtige Eckpunkte für die Gestaltung vor.

### Sichtbarkeit

Materialien und Werkzeuge sollten möglichst sichtbar und zugänglich sein. Das ist eine wesentliche Voraussetzung für Kreativität, Inspiration und eigenständiges Arbeiten.

**Sichtbarrieren** wie Schranktüren oder geschlossene Schubladen sind zu **vermeiden**. Schüler:innen sollen nicht auf die Idee kommen, dass sie um Erlaubnis fragen müssen, bevor sie Material verwenden. Gut geeignet sind **offene oder mobile Regale mit transparenten Boxen**, die beschriftet sind. Zudem soll ein MakerSpace den Akzent auf ein «Arbeiten auf Augenhöhe» setzen. Entsprechend sollen Materialien und Werkzeuge auf Augenhöhe der Schüler:innen zu finden sein.

Ein **Raum-Inhaltsverzeichnis** mit allen Materialien, Werkzeugen und Geräten erleichtert die Orientierung und somit das selbstgesteuerte Arbeiten der Schüler:innen.



MATERIALINHALTSVERZEICHNIS IM MAKERSPACE DER SCHULE SIRNACH: JEDES TEIL IST MIT EINEM CODE VERSEHEN, MIT DEM DER LAGERORT IM RAUM ERMITTELT WERDEN KANN

## Anschaulichkeit

Je anschaulicher die Lernumgebung, desto eigenständiger können sich die Lernenden in ihr bewegen. Gerade bei der Benutzung von Maschinen und Geräten der digitalen Fabrikation helfen anschauliche Anleitungen und Hinweise dabei, Energie und Material zu sparen.



3D-DRUCK UND LASER-EINSTELLUNGEN SIND ANHAND VON BEISPIELEN ERSICHTLICH (UNIVERSITÄT TAMPERE, FINNLAND)



MAKER-BOARDS BIETEN PROTOTYPISCHE LÖSUNGEN FÜR HÄUFIGE KONSTRUKTIONSPROBLEME (PÄDAGOGISCHE HOCHSCHULE THURGAU)

## Flexibilität

Flexibilität und Mobilität des Mobiliars sind wichtig, damit Schüler:innen ihre Lernumgebung an ihre Projekte und Arbeitsverfahren anpassen können. Die Flexibilität des Raums fördert die Flexibilität in der Raumnutzung und -aneignung. Bewährt haben sich:

- **Arbeits- und Werkbänke auf bremsbaren Rollen** ermöglichen eine spontane Veränderung von Sitz- und Arbeitsplätzen.
- **Mobile Materialregale**, die als Raumteiler genutzt werden können, schaffen Rückzugsräume für schüchterne Schüler:innen, die unbeobachtet experimentieren wollen.
- **Multifunktionale Möbel** (z. B. eine Litfasssäule für Projekte, deren Inneres als Ton-Aufnahmekabine genutzt werden kann) regen die Kreativität an und helfen Platz zu sparen.
- **Sitzwürfel** lassen sich sehr gut als Raumteiler oder Couches nutzen.
- Statt einer klassischen Wandtafel an der Stirnseite des Raums, regen mehrere **Whiteboards** im Raum verteilt dazu an, Ideen zu notieren oder Skizzen zu zeichnen.



VERSCHIEDENE MOBILE MÖBEL UND REGALE,  
PÄDAGOGISCHE HOCHSCHULE THURGAU



MOBILER PLOTTER UND 3D-DRUCKER,  
SCHULE WIGOLTINGEN



Fehler machen und passieren

## TEXTIL

### VERBINDUNGEN



### OBERFLÄCHENGESTALTUNG



### FLÄCHENBILDENDE VERFAHREN



## E-TEXTIL

Aktoren - Sensoren - Strom

## Tools



## Funktionalität

MakerSpaces sollten so eingerichtet sein, dass sie typische Making-Aktivitäten unterstützen und nicht einschränken. In vielen MakerSpaces findet man daher Zonen, die für bestimmte Aktivitäten vorgesehen sind:

- Eine kleine **Ideenbühne** ist die ideale Plattform, um eine Idee vor Publikum zu präsentieren und Feedback zu bekommen. Die Bühne bietet gleichzeitig Stauraum für grössere Materialien.
- Ein raumhohes **Whiteboard** zum Beschreiben lädt dazu ein, Projektideen zu modellieren und zu diskutieren.
- Eine gekennzeichnete freie **Fläche** im Raum kann für das **Testen von Produkten** verwendet werden (z. B. Fahrzeuge, Roboter).
- Eine **Zone mit Sesseln, bequemen Sitzwürfeln** und einem Bücherregal dient als Rückzugsraum für Ideensuche oder Entspannung.
- Im **Materiallager** oder mobilen Materialwagen finden die Schüler:innen Bauteile für ihre Projekte.
- Ein **Bereich mit Recycling-Werkstoffen** wie PET, Alu, Hartschaum und Pappe inspiriert zu Upcycling-Projekten.
- **Ausstellungsflächen für Prototypen** dienen den Schüler:innen als Ideenlieferanten.
- Eine **Greenscreen-Wand** (bzw. Stoff- oder Papprolle) ermöglicht Medienproduktionen mit geringem Aufwand.
- Auch für die **Aufbewahrung von laufenden Projekten** sollte eine Extrazone eingeplant werden.

MAKERSPACE DER SCHULE WEINFELDEN, RUNDUMSICHT



**Eine Bühne schafft einen würdigen Rahmen, wenn Prototypen vorgestellt werden.**



**Hier werden Ideen präsentiert und weiterentwickelt.**

**Eine Lesecke lädt zum Schmökern und Ideensammeln ein.**





Ein Greenscreen-Hintergrund im MakerSpace: Schüler:innen können sich an einen anderen Ort teleportieren oder eine Nachrichtensendung moderieren.

Tonaufnahmekabinen sind für Sprech- und Musikaufnahmen hilfreich.



Im digitalen Labor stehen die staubempfindlichen Geräte und Maschinen.

**Plotter-Ecke  
kombiniert mit  
Physical Computing**



**Station für  
Heissklebepistolen  
und Ladestation für  
Akkuschrauber**

**Materiallager  
mit beschrifteten  
Materialboxen**



## Vielfalt

Durch ein vielfältiges Material-, Werkzeug- und Maschinenangebot wird im MakerSpace die Wahrscheinlichkeit erhöht, dass Arbeitstechniken und Materialien neu kombiniert und dadurch alternative, kreative Lösungen entstehen.

Werkzeuge müssen nicht klassensatzweise vorhanden sein. Es reichen fünf bis sieben Stück pro Einheit. Wichtiger ist, ein breites Spektrum unterschiedlicher Werkzeuge anzubieten.

Achtet darauf, dass ihr Geräte so im Raum kombiniert, dass Schüler:innen auf die Ideen kommen, Produktionsverfahren zu verbinden. So regen Computer neben einer Nähmaschine vielleicht die Produktion von Wearables an. Schüler:innen werden beim Technischen Gestalten kaum eigenständig eine Verbindung zwischen mechanischen Apparaturen und der Arbeit mit Textilien herstellen, solange Nähmaschine und Stoffe im Handarbeitsraum aufbewahrt werden, der im entscheidenden Moment nicht zugänglich ist.

Die Vorstellung, dass Schüler:innen mit unterschiedlichen Materialien wie iPads und Klebepistolen am selben Arbeitsplatz hantieren, sollte nicht vorrangig Irritationen oder Unbehagen auslösen.

## Barrierefreiheit

Ein barrierefreier MakerSpace ist für alle einfach zugänglich, auch für Menschen mit Behinderungen (z. B. Rollstuhltauglichkeit). Die Ausstattung und der Raum lässt sich an die Bedürfnisse unterschiedlicher Nutzer:innen anpassen – z. B. mit modularen mobilen Möbeln und Geräten. Werkzeuge und Geräte lassen sich leicht und sicher benutzen.



ANALOGE WERKZEUGE UND DIGITALE WERKSTOFFE WIE SENSOREN – GEMEINSAM PRÄSENTIERT (SCHULE THAYNGEN)

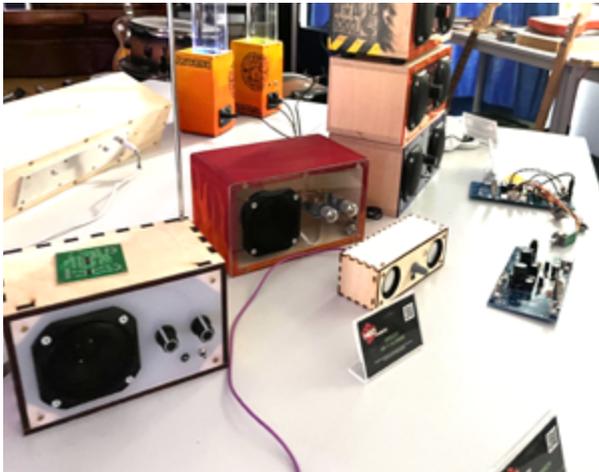
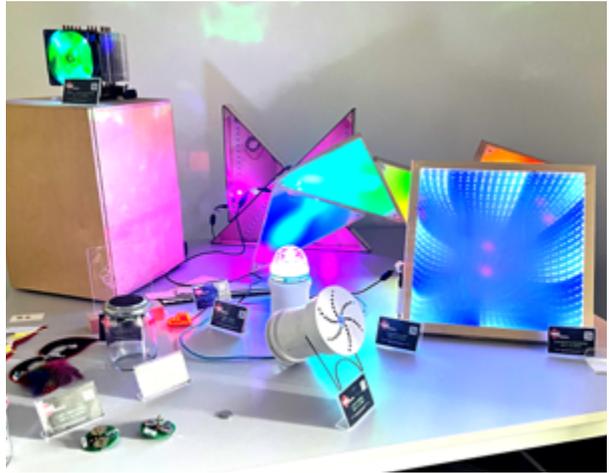
## Inspiration

Ein MakerSpace lebt von Inspiration. Ausgestellte Prototypen und Produkte regen die Phantasie der Schüler:innen an und konkretisieren die Vorstellungen dessen, was in einem MakerSpace alles möglich ist. Sie sehen, was andere schon geschafft haben und werden nicht nur für technische Aspekte, sondern für Design und Innovation sensibilisiert.



PROTOTYPEN ALS INSPIRATION IM MAKERSPACE DER SCHULE WEINFELDEN

**Selbstentwickelte  
Disko- und  
Lichteffekte  
(NEO Bamberg)**



**Prototypen von Boom-  
Boxen, die via Bluetooth  
an Smartphones  
angeschlossen werden  
können (NEO Bamberg)**

**Gelaserter und  
geplotteter Schmuck  
aus verschiedenen  
Materialien (Universität  
Tampere, Finnland)**



## Besonderer Lernort

Ein schulischer MakerSpace sollte sich signifikant von herkömmlichen Schulräumen unterscheiden. Damit kann der Effekt reduziert werden, dass die Schüler:innen aus Gewohnheit das Verhalten zeigen, von dem sie denken, es würde in der Schule von ihnen erwartet. Die Raumgestaltung sollte allerdings auch nicht zu weit von vertrauten Räumen abweichen, weil dies abschreckende Wirkung haben könnte.

Besondere **visuelle und funktionale Akzente** (z. B. spezielle Signaletik, Verzicht auf eine klassische Wandtafel, besondere Beleuchtung) zeigen den Schüler:innen an, dass im MakerSpace ein alternatives Lernverhalten Raum hat. Alternativ oder ergänzend zu den herkömmlichen Klassenregeln können gut sichtbar angebrachte **Leitsätze im Sinne des Maker-Manifesto** (Hatch 2013) signalisieren, worauf es beim Making ankommt.

## Atmosphäre

MakerSpaces sind Ermöglicheräume. Dazu gehört auch, dass sich die Besucher:innen wohl fühlen und sich gerne darin aufhalten. Ein gewisser «Industrie-Charme» ist sicher nicht verkehrt, es sollte aber nicht unbedingt der Kellerbunker mit niedriger Decke und Neonröhrenbeleuchtung sein. Mit wenigen Tricks lässt sich eine gemütliche Atmosphäre zaubern.



MAKER-MINDSET IN LEITSÄTZEN (NOLLEN) UND IM MAKER-CODEX (SCHULE WIGOLTINGEN)

## Nähe zu anderen Werkräumen

Wenn möglich ist es sinnvoll, den MakerSpace in der Nähe von Räumen zu planen, die Schnittstellen zum Making aufweisen. Dies können beispielsweise Räume für das Textile und Technische Gestalten, Kartonage-Räume, zusätzliche Medienproduktionsräume, Schulbibliotheken sein. So haben die Schüler:innen die Möglichkeit, bei Bedarf während des Making-Unterrichts auch das Material und die Geräte zu nutzen, die in den anderen Räumen vorhanden sind.



KINDGERECHT GESTALTETER MAKERSPACE DER SCHULE WEINFELDEN (AB KLASSE 1)

## Partizipative Raumgestaltung

Im MakerSpace sollten die Nutzer:innen die Gelegenheit haben, den Raum mit ihren Ideen mitzugestalten, um die Identifikation mit der neuen Lernumgebung zu erhöhen. Das «Miteinander» steht nicht nur in der Nutzung des MakerSpace im Vordergrund, sondern spielt bestenfalls schon in der Phase der Raumgestaltung eine Rolle.



LEHRPERSONEN AUS WIGOLTINGEN BEI DER EINRICHTUNG IHRES MAKERSPACE

## 4.2 Tools und Technik: MakerSpace ausstatten

### Friso Laan

Der kreative Prozess steht beim Making im Fokus. Die verwendeten Maschinen und Geräte sind dabei Hilfsmittel, die die Schüler:innen bei der Realisierung ihrer kreativen Vorstellungen unterstützen, jedoch nicht im Mittelpunkt des Prozesses stehen sollen. Es geht also nicht um die Technik, sondern mit der Technik.

Die nachfolgende Liste präsentiert Werkzeuge und Maschinen im Einklang mit diesem Grundsatz. Die Auswahl erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, sondern soll als Anregung dienen, einen Makerspace auszustatten, in dem Technologie als dienendes Werkzeug für die Umsetzung von Ideen fungiert, ohne den eigentlichen Prozess zu überlagern.

## 4.2.1 Geräteausstattung

Die Geräteausstattung eines MakerSpace sollte sich in erster Linie am pädagogischen Konzept der Schuleinheit orientieren. Erst wenn in etwa klar ist, was man machen möchte, sollte entschieden werden, welche Geräte angeschafft werden. Die nachfolgende Liste hat keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Sie entspricht der Ausstattung, die sich an unseren Pilotschulen im Kanton Thurgau bewährt hat.

### Digitale Fabrikation

Unter das Label «Digitale Fabrikation» fallen automatisierte Herstellungsverfahren, die am Computer modellierte Konstruktionen (2dimensionale Zeichnungen oder 3dimensionale Modelle) mit Hilfe einer speziellen Maschine fertigen. Man unterscheidet additive Verfahren, bei welchen ein Werkstoff in Schichten aufgetragen wird (z. B. 3D-Druck, digitales Sticken), und subtraktive Verfahren, bei welchen das Produkt durch mechanische oder thermische Abtragung eines Rohmaterials entsteht (z. B. CNC-Fräsen oder LaserCutter). Sämtliche Verfahren sind inzwischen im Schulkontext etabliert und eignen sich für einen MakerSpace.



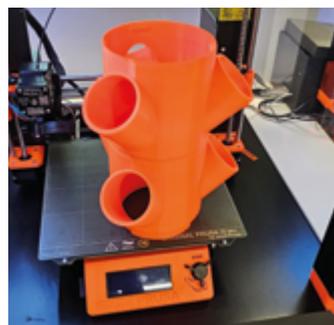
BEISPIELE FÜR 3DIMENSIONALE MODELLE, PRODUZIERT MIT DEM LASERCUTTER

## 3D-Drucker

Ein MakerSpace ohne 3D-Drucker ist inzwischen kaum mehr vorstellbar. Er gehört zum Inventar dazu. Schüler:innen beobachten begeistert und geduldig, wie Schicht für Schicht 3dimensionale Modelle entstehen. 3D-Objekte, die in einem CAD-Programm wie TinkerCAD erstellt werden, können auf einem Drucker fabriziert werden. Alle gängigen Druckerhersteller haben untereinander kompatible Anwendungsprogramme, welche kostenlos genutzt werden können. Auch das Angebot von diversen kostenlosen Bibliotheken für 3D-Modelle hat sich an Schulen etabliert.

PRO	CONTRA
<p>Günstig in der Anschaffung (CHF 350–1200)                      Vielseitig einsetzbar                      Konstruktionssoftware TinkerCAD für Kinder geeignet                      Druckerfilament aus PLA besteht aus Maisstärke und ist somit biologisch abbaubar                      Geräte können leicht selbst zusammengebaut werden</p>	<p>3D-Drucke brauchen extrem viel Zeit (je nach Objektgrösse schnell 20 Stunden)                      Daher sind mehrere Drucker erforderlich, wenn eine grössere Lerngruppe drucken möchte                      Drucke sind fehleranfällig, hoher Bedienungsaufwand                      Geräte sind wartungsintensiv</p>
ANWENDUNGSBEREICHE	
<p>Produktion von Spielfiguren   Haus- und Möbelmodelle designen   Konstruktion von Ersatzteilen für defekte Geräte   Produktion von massgeschneiderten Objekten aller Art   Getriebe, Zahnräder   Bausteine   Handyhalterungen   Stiftboxen   grosser Fundus an Objekten im Internet verfügbar</p>	

3D-Drucker helfen zu organisieren, Ideen zu realisieren und technische Barrieren zu überwinden. Ein etwas höherer Anschaffungspreis rechnet sich in der Nachhaltigkeit und der reduzierten Wartung des Geräts. Gute Ergebnisse werden mit PLA Filamenten erzielt. Sie sind unkompliziert zu verarbeiten. Es entstehen keine unangenehmen oder unerwünschten Emissionen beim Druckvorgang. Je nach Einsatzplanung der Artefakte können Filamente mit den spezifisch verlangten Eigenschaften angeschafft werden. Die handelsüblichen Filamente sind standardisiert und können auf den meisten Druckern problemlos gedruckt werden (Materialkompatibilität). Die Einstellungen im Slicer-Programm müssen diesbezüglich jedoch angepasst werden.

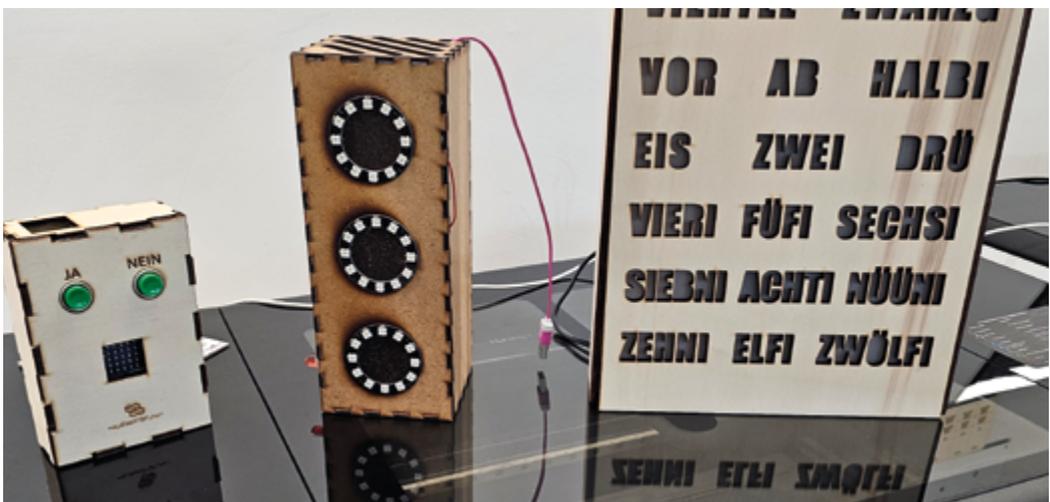


BEISPIELE FÜR PROTOTYPEN, DIE MIT DEM 3D-DRUCKER GEFERTIGT WURDEN

## LaserCutter

Handelsübliche LaserCutter können wahlweise Materialien wie Holz, Pappe oder Acrylglas mit einer Stärke von 4–6mm präzise zerschneiden oder deren Oberfläche gravieren. Eine Gravur ist zudem bei Glas- und Metalloberflächen möglich. LaserCutter arbeiten ausschliesslich 2dimensional. Der Laserkopf bewegt sich auf der X- und Y-Achse über eine ca. 35x50cm grossen Arbeitsfläche und erzeugt gerade Schnittkanten. Als Konstruktionssoftware dienen vektorbasierte Grafikprogramme wie Illustrator oder Inkscape. Oftmals enthält die Treibersoftware der Geräte eine sehr einfache Konstruktionsanwendung.

PRO	CONTRA
<p>LaserCutter sind im Schneidemodus sehr schnell; die Schüler:innen müssen nur kurz auf ihr Produkt warten</p> <p>Einfach zu bedienen (je nach Modell)</p> <p>Präzise Fertigung</p>	<p>Im Gravurmodus arbeiten LaserCutter sehr langsam</p> <p>Hoher Anschaffungspreis (CHF 2000–6000)</p> <p>Abluftanlage erforderlich (Abluftschlauch kann notfalls durch ein offenes Fenster ins Freie geleitet werden)</p> <p>Brand- und Schmauchspuren an gefertigten Teilen</p> <p>Geruchsbelästigung (Lagerfeuer-Romantik)</p> <p>Brandgefahr (wenn Materialreste nicht von der Arbeitsfläche entfernt werden)</p>
ANWENDUNGSBEREICHE	
<p>Produktion von Spielfiguren   Haus- und Möbelmodelle designen   Konstruktion von Ersatzteilen für 2dimensionale Objekte   Schlüsselanhänger   Schilder aller Art   Schmuckherstellung   gravierte Fotos   Puzzle und Lernmaterialien   Kulissenhintergründe für Trickfilme   Mobile   Zahnräder   Halterungen aller Art   dimensionale Objekte, die aus Einzelteilen gefertigt und zusammengesteckt werden: Produktion von Boxen und Gehäusen aller Art   Schichtdesignmodelle   Flugzeugmodelle (aus Balsaholz)   Designerlampen mit Ornamenten</p>	



BEISPIELE FÜR PROTOTYPEN, DIE MIT DEM LASERCUTTER GEFERTIGT WURDEN

## Schneideplotter

Der Schneideplotter arbeitet wie der LaserCutter, nur dass das Material nicht mit Laser, sondern mit einem herkömmlichen Messer zerschnitten wird. Schneideplotter bearbeiten Materialien wie Papier, Pappe, Folie, Klebefolie, Stoffe aller Art oder dünnes Bastelholz. Konstruiert werden die Vorlagen mit einer mitgelieferten Grafiksoftware. Alternativ können auch vektorbasierte Grafikprogramme wie Illustrator oder Inkscape genutzt werden. Ein Schneideplotter hat eine hohe Arbeitsgeschwindigkeit und in der Längsachse unbeschränkte Arbeitsfläche. Er eignet sich sehr gut bei der Produktion von Stickern, Schriftzügen und Logos, welche auf Textilien oder Wänden angebracht werden.

Ein Schneideplotter eignet sich nicht nur für das Making. Beschriftungen mit Vinylfolien haften auf fast allen Oberflächen und helfen, die Organisation eines Makerspaces darzustellen. Hersteller von Schneideplottern bieten meist eine umfangreiche Bibliothek mit Sujets und Motiven. Es lohnt sich jedoch, sich die Technik des Vektorisierens von Grafiken anzueignen. Dies ermöglicht neue und individuelle Gestaltungsmöglichkeiten, sowohl auf Oberflächen als auch auf Textilien.

PRO	CONTRA
Günstig in der Anschaffung (CHF 250–450) Leicht zu bedienen Einsteigergerät in die digitale Fabrikation	Bei größeren Materialien ist das Betriebsgeräusch recht laut Die Messer verschleissen relativ schnell und müssen ersetzt werden Bei der Verarbeitung von filigranen Folien allenfalls viel Ausschuss
ANWENDUNGSBEREICHE	
Basteln (filigrane Scherenschnitte)   Beschriftungen aller Art   Aufkleber / Sticker-Design   Weihnachtssterne   Osterdekoration   Aufdrucke für T-Shirts und sonstige Kleidungsstücke   Erstellung von Schnitten für textile Produkte aller Art	



BEISPIELE FÜR PROTOTYPEN, DIE MIT EINEM SCHNEIDE-PLOTTER GEFERTIGT WURDEN

## CNC-Fräsen

Eine CNC-Fräse hat – ähnlich wie ein 3D-Drucker – drei Achsen (XYZ), auf welchen sich eine Oberfräse zu jedem Punkt im Koordinatensystem bewegen kann. Damit lassen sich sowohl 2dimensional gezeichnete Objekte aus einer Materialfläche herausfräsen (wie beim LaserCutter), als auch 3dimensionale, organisch geformte Produkte herstellen. CNC-Fräsen zählen zu den komplizierteren Geräten, zu deren Nutzung Schüler:innen unbedingt die Hilfe von Erwachsenen benötigen. Die Lärm- und Staubemissionen gilt es vor der Anschaffung zu bedenken und eine entsprechende Lösung einzuplanen. Da eine arbeitende CNC-Fräse grosse Kräfte entwickelt, müssen die Einstellungen, das bearbeitende Material und die Werkzeuge harmonisieren. Es ist wichtig, dass vor dem Kauf einer CNC-Fräse eine fachkundige Beratung in Anspruch genommen wird. Es wird empfohlen, den Kauf mit einer Schulung für das Gerät zu kombinieren. Die Maschine kann Holz und Styropor in hoher Arbeitsgeschwindigkeit bis zu 50mm Dicke problemlos bearbeiten. Eine CNC-Fräse ermöglicht auch die Produktion von grossen Fertigungsteilen.

CNC-Maschinen findet man in der industriellen Fertigung in mannigfaltiger Art und Weise. Die Maschine kann einen Brückenschlag zu kommerziellen Betrieben bieten und Schüler:innen Anknüpfungspunkte zum Alltag von Eltern bieten. Oftmals findet sich auch ein lokaler Handwerksbetrieb, welcher Schulen im Erlernen der CNC-Fertigungstechnik unterstützt und einen sicheren Einsatz ermöglicht.

PRO	CONTRA
Hohe Flexibilität in der Materialverarbeitung Herstellung grösserer Objekte (z. B. Möbel) möglich Keine Brandspuren an den gefertigten Teilen (wie beim LaserCutter) Professionelle, perfekte Ergebnisse	Sehr hoher Anschaffungspreis Hohe Staubemissionen Komplexer Workflow Komplizierte Software (besonders bei 3dimensionalen Fräsprojekten) Hohe Fehleranfälligkeit (Fräsköpfe brechen bei Nutzer:innenfehlern sehr schnell) Geräte sind wartungsintensiv
<b>ANWENDUNGSBEREICHE</b>	
Möbelproduktion (Tische, Stühle, Regale)   alle Anwendungsfelder des LaserCutters   Modellbau aller Art   Produktion von hohen Stückzahlen in gleichbleibender Genauigkeit	



BEISPIELE FÜR PROTOTYPEN, DIE MIT EINER CNC-FRÄSE GEFERTIGT WURDEN

## Digitale Stickmaschine

Im Textilen und Technischen Gestalten hat digitales Sticken längst Einzug gehalten und ergänzt konventionelle Nähmaschinen. Im MakerSpace ist eine digitale Stickmaschine auf jeden Fall eine Bereicherung. Sie spricht auch Schüler:innen an, die weniger technisch, sondern mehr ästhetisch orientiert sind und sich über diese tolle Gestaltungsmöglichkeit freuen.

Stickmaschinen verlangen meist eine lizenzpflichtige Software, um den kompletten Leistungsumfang der Maschine nutzen zu können. Dies gilt es bei der Kalkulation zu beachten.

Mit Stickmaschinen können auch Informatik-Kenntnisse vermittelt werden. Mit der Programmierumgebung Turtle Stitch, lässt sich der Fadenlauf einer Stickmaschine programmieren. Die mit Turtle Stitch programmierten Muster werden als Fadenlauf übersetzt und in ein Dateiformat umgewandelt, sodass sie dann mit Stickmaschinen ausgestickt werden können. Es lohnt sich vor der Anschaffung sicher zu stellen, dass die Maschine mit dieser Fertigungstechnik kompatibel ist. Es eröffnen sich neue Anwendungsmöglichkeiten mit dem Einbezug von programmierten Grafiken.

PRO	CONTRA
Verschiedene Anbieter mit moderaten bis hin zu nachhaltigen Preisen Muster und Ornamente mit Turtle Stitch erstellbar (Kombination zwischen Programmieren und Gestalten)	Sehr filligrane Maschine sorgfältige Einführung nötig wartungsintensiv
ANWENDUNGSBEREICHE	
Muster, Formen und Logos auf allen Textilien bis 2mm Dicke möglich	



DIGITALE STICKMASCHINE

## Digitale Medien

Der Bedarf an digitalen Medien sollte im Making – wie auch im Regelunterricht – nicht unterschätzt werden. Die digitalen Medien sind bestenfalls jene Geräte, welche auch in anderen Schulfächern verwendet und mit den benötigten Apps und Programmen den Schüler:innen zur Verfügung gestellt werden.

### 3D-Scanner

Mit einem 3D-Scanner oder einem iPad / iPhone mit Lidar Technologie können 3dimensionale Objekte digitalisiert, in einem 3D-Programm optimiert oder verändert werden. Die Ergebnisse können entweder mit einem 3D-Drucker ausgedruckt oder als 3dimensionales Augmented Reality Artefakt in eine virtuelle Umgebung eingebunden werden.

### Tablets

Tablets werden für Recherchen am Arbeitsplatz, für die Dokumentation des Arbeitsprozesses (über ein digitales Portfolio) und für Programmierarbeiten (z. B. mit makecode) benötigt. Mindestens zehn Tablets sollten zur Verfügung stehen, so dass sich bei einer Klassengrösse von 20 Schüler:innen immer zwei Schüler:innen ein Gerät teilen können. Für Greenscreen-Produktionen oder Trickfilmaufnahmen sind Stative (mit Tablet-Halterungen) erforderlich. Zusätzlich – akkubetriebe LED-Strahler oder LED-Schreibtischlampen – verbessert die Qualität der Aufnahmen.

### Computer

Manche Geräte der digitalen Fabrikation lassen sich noch nicht per App auf Geräten von Schüler:innen bedienen. In Einzelfällen braucht es Computer zu den Maschinen, weil die Steuersoftware lizenzpflichtig ist oder ein spezifisches Betriebssystem verlangt (CNC-Fräsen, Stickmaschinen). Daher sollte pro Gerät mindestens ein Laptop eingeplant werden, welcher für keine anderen Anwendungen zur Verfügung steht.

### Computermonitor

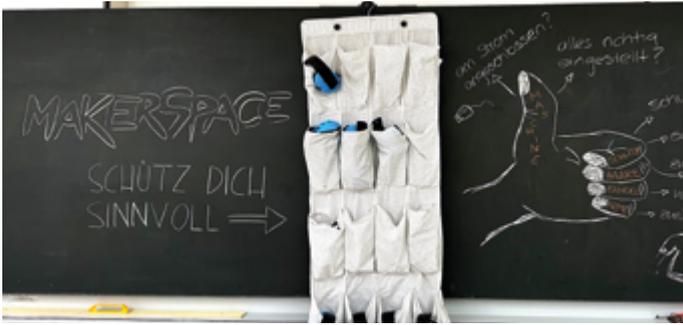
Grafiken für LaserCutter, 3D-Drucker, CNC-Fräsen oder auch Plotter sollten nicht nur auf Tablet- oder Laptop-Monitoren angezeigt, sondern für Feinarbeiten bei Bedarf auch auf einem ausreichend grossen Monitor betrachtet werden können.

### (Mobiler) Flatscreen

Für Präsentationen (z. B. Softwareeinführungen) braucht es eine entsprechende Infrastruktur wie zum Beispiel Beamer oder Flatscreen. In unseren Pilotschulen hat sich ein mobiler Flatscreen bewährt. Der funktioniert gut bei Tageslicht, hat kein Gebläse, das Staub zieht und er lässt sich dort hinfahren, wo er gebraucht wird. Ein Beamer ist meist fest installiert, was sich auf die Raumausrichtung auswirkt – frontal nach vorne.



3D-SCANNER ZUR DIGITALEN REPRODUKTION EINES MODELLS



SCHUTZAUSRÜSTUNG FÜR SCHÜLER:INNEN AN DER SCHULE NOLLEN

## Elektronikarbeiten

### LötKolben/Lötstationen/Labornetzteil

Eine Grundausrüstung mit Lötstation, einigen LötKolben, Schutzbrillen, Unterdruckpumpen und LötZinn sollte auf jeden Fall angeschafft werden. Ein Labornetzteil braucht es, um eine ganz bestimmte Spannung erzeugen zu können – zum Beispiel für die Reparatur von Geräten. Ein Satz Prüfkabel ist ebenfalls hilfreich für Arbeiten mit Elektronikkomponenten.

### Strommessgeräte

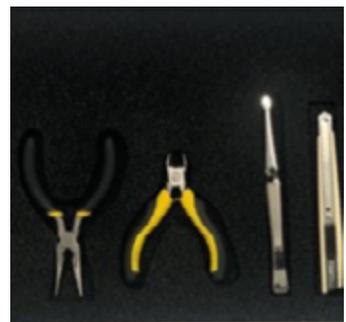
Für die Fehlersuche in Stromkreisen und Schaltungen sowie für das Ausmessen von Widerstand und Spannung empfiehlt sich die Anschaffung günstiger Multimeter.

### Heissluftföhn

Für Kabelverbindungen, die mit Schrumpfschläuchen geschützt sind, sollte ein Heissluftföhn angeschafft werden. Er leistet auch gute Dienste bei der thermischen Bearbeitung von Baustoffen aus Plastik.

### Sicherheit

Bei Löt- und Elektroarbeiten gilt es, die Sicherheit zu beachten. Die Grenze von 25 Volt sollte bei Arbeiten mit Schüler:innen nicht überschritten werden. Bei Arbeiten mit LötKolben oder Heissluftföhn sollte nur an gut gelüfteten Plätzen gearbeitet werden. Speziell LötZinn kann Flussmittel enthalten, welches sich bei Kontakt mit der Haut oder Erhitzung vergiftend auf den Körper auswirken kann. Eine Absaughaube an einem Elektroarbeitsplatz ist empfehlenswert.



QUALITÄTSPRODUKTE BEI ELEKTROARBEITEN DIENEN DER SICHERHEIT

## Maschinelle Holzbearbeitung

Gefräste oder gelaserte Teile müssen oftmals nachgearbeitet werden. Zudem braucht es für das Prototyping, bevor die Schüler:innen zur digitalen Fabrikation übergehen, Holzbearbeitungsgeräte für schnelle Säge- oder Bohrvorgänge. Was es nicht braucht, ist der komplette Maschinenpark eines traditionellen Werkraums.

### Dekupiersäge

Dekupiersägen sollten zwei bis drei Stück verfügbar sein. Die Erfahrung zeigt, dass Schüler:innen bei ihren Projekten gerne darauf zurückgreifen. Sie sind sofort einsatzbereit und können eine grosse Anzahl verschiedener Materialien bearbeiten.

### Bandsäge/Stichsäge

Bandsägen und Stichsägen sind gefährlich und dürfen nur unter Beisein von Lehrpersonen genutzt werden. Da in einem MakerSpace möglichst alle Geräte und Technologie für alle Altersgruppen frei zugänglich sein sollten, sollten der Einsatz und die Anschaffung dieser Geräte in einem MakerSpace mit der Nutzungsordnung abgestimmt sein. Lärm- und Staubemissionen sollten bedacht werden.

### Akkuschrauber

Akkuschrauber werden ständig benötigt, inklusive Schraubaufsätze und Bohrer-sets für Holz, Metall und Stein. Drei bis vier Stück sind erfahrungsgemäss gut ausgelastet. Tipp: Unbedingt Geräte mit Ersatzakku besorgen, wenn es schnell gehen muss. Moderne Hersteller bieten teilweise verschiedene Maschinen mit dem gleichen Akkusystem an. Die Anschaffung eines solchen Systems ist nachhaltig und reduziert den Bedarf an Ersatzakkus.



DEKUPIERSÄGE MIT ALLZWECKSÄGEBLATT

## Schleifgeräte

Teller- und Bandschleifmaschinen oder Vibrationsschleifer sind praktisch und ermöglichen oftmals eine schnelle Finalisierung und Verschönerung von Oberflächen. Die Staubemissionen sind jedoch nicht zu unterschätzen und vertragen sich schlecht mit digitalen Geräten wie 3D Drucker, Plotter oder Lasercutter. Wenn solche Maschinen eingesetzt werden, muss das Raumkonzept diesbezüglich organisiert sein. Staubproduzierende Maschinen müssen in einem gesonderten Raum betrieben werden, andernfalls sollte auf deren Gebrauch verzichtet werden.

## Standbohrmaschine

Eine Standbohrmaschine hilft bei Bohrvorhaben mit höherem Präzisionsbedarf. Die Schüler:innen haben beide Hände frei und können – sofern das Werkstück gut fixiert ist – selbstständig mit dem Rad die gewünschte Bohrtiefe regulieren.

## Sonstige Geräte

### Thermoschneider

Ein Thermo- oder Styropor-Schneider ist für Prototyping mit Hartschaum zwingend notwendig und gehört zur Grundausstattung eines MakerSpace.

### Heissleimpistolen

Wenn es schnell gehen muss und beim Prototyping Bauteile fixiert werden sollen, ist Heissleim oft die erste Wahl. Hier empfehlen wir eine Grundausstattung von fünf bis sieben Pistolen für 20 Schüler:innen.

#### GERÄTESICHERHEIT:

Bei allen Geräten muss darauf geachtet werden, dass sie über die landesspezifisch vorgeschriebenen Konformitätskennzeichen (CE/CH) verfügen. Im Zweifelsfall sollten Qualitätsprodukte angeschafft werden, auch wenn Produkte aus Fernost (ohne CE-Kennung) häufig deutlich günstiger in der Anschaffung sind.



BOHRMASCHINE MIT DREHZAHLREGULIERUNG

## 4.2.2 Materialausstattung

Making findet ortsunabhängig statt. Ein spezifisch dafür vorgesehener Raum ist keine Bedingung, um ein Maker-Projekt zu starten. Es ist jedoch förderlich, für Making-Projekte einen Kreativraum mit kurzen Wegen zu festinstallierten Gerätschaften und bekannt verorteten Werkzeugen zur Verfügung zu stellen. Die folgende Aufzählung orientiert sich an der Variante mit einem Raum, welcher spezifisch für Making-Aktivitäten genutzt wird.

### Arbeitsplätze

Arbeitsplätzen kommen in einem MakerSpace eine hohe Bedeutung zu. Sie sollen flexibel, für verschiedene Arbeiten geeignet und trotzdem langfristig für Maker:innen nutzbar sein. Der Schutz der Oberflächen mit nachhaltigen Materialien und Arbeitsflächen für verschiedene Arbeiten sind zwei zentrale Anforderungen bei der Ausstattung eines MakerSpace. Folgende Arbeitsplätze werden empfohlen:

### Werkbank

Für grössere oder gröbere Konstruktions- und Zerlegungsarbeiten ist es von Vorteil, eine stabile Werkbank mit Spannvorrichtungen und einer belastbaren Oberfläche zur Verfügung zu stellen.

- Werkbank, Schraubstock (zwei identische Grössen, fest montiert), schlagfeste Unterlage (Amboss klein oder Metallplatte)

### Prototyping

Als Arbeitsplätze für Maker:innen eignen sich Tische, vorzugsweise mit integrierter Stromversorgung.

- Abdeckmaterial für Arbeiten mit Farbe und Leim, Schneidunterlagen (Formate A4 und A3, jeweils 5 St.)

### Medienproduktion

Die Präsentation von Prototypen mit medialer Aufbereitung kann zu einer vertieften Reflexion des Making-Prozesses führen. Deshalb braucht es im MakerSpace einen Arbeitsplatz für Medienproduktionen. Für die Herstellung von Stopmotion-Produkten eignen sich zudem Knetmasse, Lego (Figuren), Zahnstocher, Papier, Stifte, Farben, ein Drucker für das Drucken von Kulissen. Auch ein Greenscreen sollte vorhanden sein. Dieser kann als Tuch zum mobilen Einsatz oder als grün gestrichene Wand gewählt werden. Als Aufnahmegeräte werden vorzugsweise die gewohnten Arbeitsgeräte (iPad, Laptop, Smartphone) benutzt. Eine Indoor Drohne mit HD Kamera kann das Spektrum der Kameraperspektiven erweitern.

## Bühne

Requisiten wie z. B. Kleidung, Kopfbedeckungen, Masken, Bilderrahmen, Geschirr, Zeitungen, Pappe, Bücher können fürs Making wichtig sein.

## Ideen-Ecke

Eine kreative Ecke mit inspirierenden Gegenständen und motivierender Literatur kann das Planen und Vordenken von kommenden Arbeitsschritten erleichtern. Whiteboard, Whiteboard-Stifte, Post-its, Flipchart und Wachsmalstifte können das Brainstorming und Planen unterstützen.

## Handwerkzeuge

### Werkzeuge für Montage und Zerlegung

Schlitzschraubendreher (zwei versch. Grössen, jeweils in 5facher Ausfertigung), Kreuzschlitzschraubendreher (zwei versch. Grössen, 5fach), Schraubenschlüsselset (Ring- und Gabelschlüssel, 6–17mm), Nusskasten (4–17mm, 2fach), Schraubzwingen (versch. Grössen, 24 St.), Feinmechanik-Schraubendreher (11teilig, 5 St.), Schreinerhammer (5 St.).

### Werkzeuge für Entwicklung und Fertigung

Schere (zwei Grössen, jeweils 5 St.), Cutter (10 St.), Handsäge (5 St.), Laubsäge (3 St.), Gehrungssäge (1 St.), Metallsäge (5 St.), Kombizange (7 St.), Beisszange (5 St.), Stechbeitel (5 St.), Spachtel (5 St.), Feilen (versch. Grössen, jew. 3 St.), Schleifpapier (versch. Körnung), Schleifklötze (10 St.), Handbohrer (versch. Grössen, je 5 St.). Handbohrmaschinen (Akku, 3 St.), Bohrer (versch. Grössen, je 2 St.). Lochzange, Nietenzange (1 St.) mit zugehörigen Nieten, Abisolierzange (3 St.).

### Mess- und Konstruktionswerkzeuge

Meterstab (7 St.), Metermass (3 St.), Wasserwaage (2 St.), Schieblehre (2 St.), Strommessgerät (3 St.), Zimmermannswinkel (7 St.), Bleistifte (100 St.).



OFFENER UND EINFACHER ZUGANG ZU WERKZEUGEN

## Materialien

Ein MakerSpace soll bezüglich Nachhaltigkeit und Ressourcenverbrauch eine vorbildliche Rolle in einer Schuleinheit darstellen. Bei der Planung des Materialmanagements können Recycling-Stationen präsent miteinbezogen werden. Dies ermöglicht ein bewusstes Sammeln von Rohstoffen und gezieltes Wiederverwenden. Viele Prototypen haben eine beschränkte Lebensdauer und oftmals ist für deren Fabrikation genügend Recycling-Material vorhanden. Dies schont die Umwelt und entlastet das Budget.



EINSATZ VON RECYCLING-MATERIALEN ZUR LAGERUNG VON WERKZEUGEN

### Für die Arbeit mit Farben

Malerschutzhittel, Pinsel versch. Grössen (50 St.), Schwamm (20 St.), Mischgefässe (20 St.), Acrylfarben, Dispersionsfarben, versch. Lacke.

### Für die Arbeit mit Textilien

Nähset (5 St.) bestehend aus Stoffnähadeln, Wollnadeln stumpf, Fingerhüte, Sicherheitsnadeln (je 5 St.), Massband und Stoffkreide. Stricknadeln Grösse 5 und Grösse 10 (je 5 Paar), Häkelnadel Grösse 6 (5 St.). Stecknadeln (100 St.), Einfädelhilfen (5 St.).

### Für dekorative Arbeiten

Glitter, Glas- und Holzperlen, Schüttelaugen in ausreichender Menge.

### Für Konstruktionen und Prototypen

<b>KUNSTSTOFFE</b>	Styroporplatten, Schaumstoffplatten, Plexiglasplatten, Plastikrohre, PET-Flaschen, Verpackungsfolie, Klebefolie, Plastikperlen, Strohhalme, Gummis, PVC-Platten für CNC-Fräse 200x200mm (30 St.)
<b>METALL</b>	Büroklammern, Nadeln, Draht (versch. Stärken), Kronkorken, Kupferblech, Stahlblech, Stahlfedern, Pfeifenreiniger
<b>HOLZ</b>	Zahnstocher, Schaschlikstäbe, Kantholz 1x1x100cm (15 St.), 0,5x0,5x100cm (15 St.), 2x2x100cm (10 St.); Rundholz 0,5x100cm (20 St.), 1x100cm (15 St.), 2,5x100cm (15 St.), Bretter (versch. Stärken und Längen), Dachlatten Fichte 30x50x3000 (20 St.), Sperrholz Birke Triplex 4x300x600mm (10 St.), 4x210x300mm (30 St.), Sperrholz Pappel 4x210x300mm (30 St.)
<b>TEXTILIEN</b>	Fäden in verschiedenen Farben, Garn und Wolle, Baumwollstoffe und Polyesterstoffe
<b>PAPPE</b>	Bastelkarton, Wellpappe, Verpackungsreste aller Art, Bierdeckel

## Für Mechanik

<b>ZAHNRÄDER</b>	Zahnrad; 60mm, 4mm, 58 Zähne (60 St.), 40mm, 4mm, 38 Zähne (60 St.), 20mm, 4mm, 18 Zähne (60St.), Schweissdraht 4x500mm (20 St.), Schweissdraht 3x500mm (20 St.), Gliederkette (20m), Riemen (50 St.), Riemenscheiben (50 St.), Achsen (100), Satz verschiedene Zahnräder (200 St.)
------------------	---

## Werkstoffe

### Für Montage und Fixierung

<b>KLEBEN</b>	Heissleimpistole (3 St.) und Munition (100 St.), Gewebeband 25m (5 St.), doppelseitiges Klebeband 25m (5 St.), Malerkreppband (15 St.), Klebestifte (20 St.), Holzleim (10 St.)
<b>SCHRAUBEN</b>	Blechschrauben versch. Grössen (500 St.), Holzschrauben versch. Grössen (500 St.), Maschinenschrauben und Muttern versch. Grössen (1500 St.), Unterlegscheiben versch. Grössen (500 St.)
<b>NÄGEL</b>	Nägels versch. Grössen (2000 St.)
<b>MONTIEREN</b>	Flachverbinder 50x15mm (30 St.), Stuhlwinkel 25x25x14,5mm (40 St.), Möbelwinkel 50x50x10mm (40 St.), Eckwinkel 120x120x20mm (30 St.)



ZAHNRÄDER UND ÜBERSETZUNGEN

## Für Elektronik und Physical Computing

<b>MOTOREN</b>	Elektromotor R21/Re260 (30 St.), Elektromotor R20/Re140 (30 St.), Getriebemotor 1:120 abgewinkelt (15 St.), Getriebemotor 1:120 abgewinkelt, zwei Antriebe (15 St.), Getriebemotor 1:120, ein Antrieb (20 St.), Getriebemotor 1:120 zwei Antriebe (20 St.); Servomotoren SG90 (10 St.), Räder für Motoren (40 St.)
<b>SCHALTER</b>	Druckschalter (40 St.), Kippschalter (40 St.), Taster (40 St.), Potenziometer (20 St.)
<b>LEUCHTMITTEL</b>	LED grün (150 St.), LED rot (150 St.), LED gelb (150 St.), LED weiss (150 St.), LED blau (150 St.), Glühbirne E, 3,5V weiss (60 St.), gelb (20 St.), rot (20 St.), grün (20 St.), Lampenfassungen E (60 St.), Vorwiderstände für LEDs (100 St.)
<b>SENSOREN</b>	Feuchtigkeitssensor grove (10 St.), Bewegungssensor grove (10 St.), Ultraschallsensor grove (10 St.)
<b>BATTERIEN UND AKKUS</b>	Akkus AA Envelop (120 St.), Akkus AAA Envelop (120 St.), 9Voltblock-akku (20 St.), Knopfzellenakkus 3V (10 St.), Batterien AA (40 St.), Batterien AAA (40 St.), Knopfzellenbatterien (20 St.), Batteriehalter AA (30 St.), Batteriehalter AAA (30 St.), 9Volt-Batterieclips (20 St.), Knopfzellenhalter (20 St.), Ladegerät für Knopfzellen, Ladegeräte für sonstige Akkuformate
<b>KABEL</b>	Kabel mit Krokodilklemmen (100 St.), Litze schwarz, 0,14/1.1qmm 100m (3 St.), Litze rot, 0,14/1.1qmm 100m (3 St.), Steckkabel, Lüsterklemmen 20er (20 St.), Kupferklebeband 10mmx33m (3 St.), Isolierband 10 Rollen (versch. Farben)
<b>E-TEXTILIEN</b>	Lichtsensor (10 St.), Schiebeschalter (10 St.), Knopfzellenbatteriehalter (10 St.), Druckknopfschalter (10 St.), leitfähiger Faden, haftendes Kupferband
<b>SOLARPANELS</b>	Solarmodule in verschiedenen Leistungsstufen

## Aufbewahrung von Elektro- und Sicherheitsequipment

Ein gut organisiertes Materiallager, Energie, wo man sie braucht, und sofortige Hilfe bei einer Verletzung sind wichtige Voraussetzungen für einen guten Betrieb eines MakerSpace. Der Organisation der genannten Punkte soll ein besonderes Augenmerk geschenkt werden. Ein Blick in den Leitfaden für Sicherheit in technischen und textilen Werkräumen der Schweizer **Beratungsstelle für Unfallverhütung** ist ein Muss bei der Ausstattung und Implementierung eines MakerSpace. Die folgende Materialliste ist ein Vorschlag und soll den eigenen Bedürfnissen angepasst werden.



### Aufbewahrung

Euro-Boxen grau 60x40x32cm (5 St.), mobiler Lagerwagen, Werkstattbox 17x10x7,5cm (20 St.), Werkstattbox 23x15x12,5cm (30 St.), Werkstattbox 35x21x15cm (20 St.), Sortimentschrank mit 46 transparenten Plastikschubern für Elektronikbauteile (2 St.), Holzkiste zirka 46x31x25 (40 St.), Holzkiste zirka 23x31x15 cm (20 St.); höhenverstellbare und rollbare Tische für 3D-Drucker, CNC-Fräse (3 St.)

### Elektroequipment

Kabeltrommeln 25m (2 St.), Verteilersteckerleisten 10er (6 St.), Verteilersteckerleisten 3er (6 St.).

### Sicherheitsequipment

Gehörschutz (6 St.), Schutzbrille (6 St.), Erste Hilfe Kasten, Feuerlöscher oder Feuerlöschdecke, Staubmasken für Schleifarbeiten.

## Didaktische Materialien und Bausätze

- WILMA Materialien [wilmaonline.net](http://wilmaonline.net)
- OzoBots (4 St.)
- Beebots oder vergleichbare Roboter (4 St.)
- Makey Makey Set (3 St.)
- Calliope Mini (Klassensatz)
- Electro Fashio Igloo (3 St.)

Weniger als didaktisches Konzept für schulisches Making, aber geeignet als thematische Materialsammlung:

- Explore-it Box: «Energie macht mobil» (12 St.)
- Explore-it Box: «Vom Dauermagneten zum Elektromotor» (12 St.)
- Explore-it Box: «Messen, steuern, regeln» (12 St.)
- Explore-it Box: «Der Traum vom Fliegen» (10 St.)

## 4.3 Bezugsquellen und Anbieter: Beschaffungen tätigen

**Selina Ingold und Björn Maurer**

Wer für einen MakerSpace zuständig ist, wird schnell mit der Frage konfrontiert, wo man die ganzen Geräte und Verbrauchsmaterialien beziehen kann. Ohne an dieser Stelle Werbung machen zu wollen, stellen wir Bezugsquellen vor, die eine Nähe zum Kanton Thurgau haben und mit welchen wir gute Erfahrungen gesammelt haben.

## 4.3.1 Überblick über Anbieter

Die Liste bezieht sich auf den Schweizer Kontext und erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

MATERIAL	ANBIETER	LINK	ANMERKUNG
Making Komplett-Anbieter	Bischoff AG (CH)	<a href="http://www.bischoff-ag.ch">www.bischoff-ag.ch</a>	Rabatte, sehr unterstützend, besorgt auch Material, das nicht im Katalog steht
Bastelmaterial, Verbrauchsmaterial	Opitec (CH)	<a href="http://www.opitec.ch">www.opitec.ch</a>	Schnelle Lieferung
	OffCut Zürich/St.Gallen (CH)	<a href="http://www.offcut.ch">www.offcut.ch</a>	Restposten, Recycling-Material
Elektronikbedarf	Conrad Electronic (D)	<a href="http://www.conrad.ch">www.conrad.ch</a>	
	Reichelt (D/CH)	<a href="http://www.reichelt.com/ch">www.reichelt.com/ch</a>	Günstig, teilweise lange Lieferzeiten
	Distrilec (CH)	<a href="http://www.distrelec.ch">www.distrelec.ch</a>	
Digitale Fabrikation	Educattec (CH) Alle Geräte	<a href="http://educattec.ch">educattec.ch</a>	
	Stepcraft (D) CNC-Fräsen und Zubehör	<a href="http://www.stepcraft-systems.com">www.stepcraft-systems.com</a>	
	Prusa (CZ) 3D-Drucker und Zubehör	<a href="http://www.prusa3d.com/de">www.prusa3d.com/de</a>	
	Filament.ch (CH) 3D-Druck Filament	<a href="http://www.filament.ch">www.filament.ch</a>	Schnelle Lieferung
	Coop Bau und Hobby (CH), Holz für Laser und CNC	<a href="http://www.bauundhobby.ch">www.bauundhobby.ch</a>	Vor Ort
Digitale Werkstoffe (Sensoren, Boards, Aktoren, Robotic)	Bischoff AG (CH)	<a href="http://www.bischoff-ag.ch">www.bischoff-ag.ch</a>	s. o.
	Reichelt (D/CH)	<a href="http://www.reichelt.com/ch">www.reichelt.com/ch</a>	s. o.

Werkzeuge	Opitec (CH)	<a href="http://www.opitec.ch">www.opitec.ch</a>	
	Conrad Electronic (D)	<a href="http://www.conrad.ch">www.conrad.ch</a>	
Präsentationstechnik	Flashlight (CH) Bühnenpodeste	<a href="http://www.flashlight.ch">www.flashlight.ch</a>	
	Thomann (D) Scheinwerfer, Musikbedarf	<a href="http://www.thomannmusic.ch">www.thomannmusic.ch</a>	Schnelle Lieferung

## Anbieter und Händler aus Fernost

Wer in Fernost bestellt, kann oft viel Geld sparen. Besonders elektronische Teile und digitale Werkstoffe bekommt man dort für einen Bruchteil der Schweizer Preise. Angesichts der Tatsache, dass viele Elektronikkomponenten ohnehin in China gefertigt und in die Schweiz transportiert werden, ist die Versuchung gross, bei entsprechenden Anbietern oder Händlern zu ordern.

Unsere Erfahrungen sind diesbezüglich durchwachsen. Bestellungen bei Wish oder Alibaba haben sehr lange Lieferzeiten. Insbesondere bei Alibaba kommen manche Bestellungen nie ans Ziel.

Wir raten davon ab, Geräte für digitale Fabrikation in China zu kaufen, auch wenn zum Beispiel LaserCutter vergleichsweise günstig sind. Oftmals entsprechen diese Geräte aber nicht den Schweizer Sicherheitsstandards, wodurch der Einsatz in der Schule problematisch ist.

Es versteht sich von selbst, dass Verbrauchsmaterialien wie Holz etc. aus Gründen der Nachhaltigkeit möglichst aus heimischen Beständen und im Idealfall aus Recycling-Beständen stammen sollten. Auch wenn in Fernost Billigpreise locken. Eine andere ergiebige Adresse sind Werkstoffhöfe, wo man alte elektronische Geräte bekommt. Die sind oft eine Fundgrube für Elektromotoren oder mechanische Getriebe, die sehr gut in Making Produkten verarbeitet werden können.

## 4.4 Alles am Platz: Tipps zur Material- und Werkzeugaufbewahrung

**Björn Maurer**

Im Idealfall erkennen Schüler:innen sofort, wenn sie den MakerSpace betreten, welches Material ihnen zur Verfügung steht. Wir geben Tipps zur Aufbewahrung von Material.

## 4.4.1 Materialaufbewahrung

Materialien sollten im MakerSpace so aufbewahrt werden, dass man sie sieht, gut herankommt und aufräumen kann, wenn man sie nicht mehr benötigt. Es lohnt sich langfristig, Zeit für die Entwicklung einer guten Materialaufbewahrung zu investieren.

### Materialübersicht

Eine Materialübersicht zeigt auf, welche Materialien es gibt und wo sie gelagert sind. Wir haben beispielsweise Holztafeln gelasert und auf jede Tafel ein Materialteil geklebt. Jede Tafel ist beschriftet. Damit Deutsch-als-Zweit- oder Deutsch-als-Fremdsprache-Schüler:innen den Wortschatz leichter erlernen können, wird zu jedem Begriff das grammatikalische Geschlecht ergänzt.

Ein Code auf jeder Tafel rechts unten zeigt an, wo man das jeweilige Teil im Raum findet. Der **Code VER6** beispielsweise bedeutet, dass die Magnete im Regal VE auf der rechten Seite auf dem 6. Brett liegen. Die Materialien sind in unserem Fall themenspezifisch gelagert. KO steht für Konstruktionen. Im Regal KO findet man also Materialien, die man für Konstruktionen aller Art benötigt. ME steht für Mechanik. Dort findet man Zahnräder, Rollen, Achsen und andere mechanische Gegenstände.



MATERIALÜBERSICHT UND LEITSYSTEM ZUM AUFFINDEN DER MATERIALIEN IM RAUM  
(PÄDAGOGISCHE HOCHSCHULE THURGAU)

## 4.4.2 Zentrale versus dezentrale Aufbewahrung

Soll das Material an einem Ort oder an verschiedenen Orten im Raum aufbewahrt werden? Die Antwort auf diese Frage ist nicht einfach und hängt mit den räumlichen Gegebenheiten zusammen.

### Zentrales Materiallager

Wer einen zusätzlichen, separaten Raum zur Verfügung hat, kann darin das Materiallager errichten. Ähnlich wie bei den Werkzeugen muss auf Sichtbarkeit und Zugänglichkeit geachtet werden. Also möglichst keine geschlossenen Schranktüren oder undurchsichtigen Kisten verwenden.

### Materialaufbewahrung an mehreren Orten

Wer nicht mehrere Räume zur Verfügung hat, muss schauen, wo es Platz für das Material gibt. Oftmals muss es aus Platzgründen über den Raum verteilt werden. Diese Form der Aufteilung bietet aber auch Vorteile. So kann das Material dort aufbewahrt werden, wo es gebraucht wird, beispielsweise Holzplatten in der Nähe des LaserCutters.



VERSCHIEDENE REGALSYSTEME MIT TRANSPARENTEN BOXEN (LI. SCHULE SIRNACH, RE. PÄDAGOGISCHE HOCHSCHULE THURGAU)

## Behälter für Recycling-Materialien

Maker Education richtet einen Fokus auf **Nachhaltige Entwicklung** (NE) und **Bildung für nachhaltige Entwicklung** (BNE). Deswegen sollten Recycling-Materialien exponiert bereitgestellt werden. Aus PET-Flaschen, Karton- und Holzresten sowie Elektroschrott lassen sich tolle Produkte herstellen. Daher sind speziell gekennzeichnete Recycling-Container eine gute Entscheidung. Die Schüler:innen gewöhnen sich an, zuerst im Recycling-Regal nach Material zu suchen, bevor sie z. B. neues Rohmaterial verwenden.

## Boxen und Behälter für Materialien aller Art

Auch hier ist die Sichtbarkeit zentral. Wir verwenden nach Möglichkeit **transparente Boxen** mit Deckel oder transparente Elemente mit drei Schubladen übereinander. Die Schubladenelemente haben den Vorteil, dass man sie bei Bedarf schnell entnehmen und übereinanderstapeln kann. Die Schubladen lassen sich herauslösen und einzeln auf Tische stellen.



BESCHRIFTETE MATERIALBOXEN

## 4.4.3 Werkzeugaufbewahrung

Werkzeuge im MakerSpace sollten sichtbar und für Schüler:innen zugänglich aufbewahrt werden. Wenn alles seinen festen Platz hat, fällt es leicht, Ordnung zu halten. Wir stellen verschiedene Möglichkeiten mit Vor- und Nachteilen vor. Wichtig: Im Unterschied zu einem normalen Werkraum sind in einem MakerSpace keine Werkzeugklassensätze nötig.

### Werkzeugsortierung

#### Werkzeugblöcke

Werkzeugblöcke sind meist aus Holz gefertigte Halterungen, in welche mehrere Exemplare eines Werkzeugs (10 St.) gesteckt werden können.

PRO	CONTRA
Vollständigkeit kann schnell überprüft werden Blöcke können im Raum verteilt werden Eigenproduktion möglich	Eignet sich weniger für Werkzeuge in geringen Mengen Hohe Kosten, wenn nicht selbst hergestellt

#### Werkzeugsets / Werkzeugkoffer

Ein Werkzeugset besteht aus einer Auswahl häufig benötigter Einzelwerkzeuge. Oftmals sind 10 identische Werkzeugsets vorhanden, sodass sich zirka zwei Schüler:innen ein Set teilen können. Werkzeugsets sind idealerweise so gestaltet, dass es für jedes Werkzeug einen vorgesehenen Platz gibt.

PRO	CONTRA
Schüler:in kann selbst kontrollieren, ob Werkzeugset nach Gebrauch vollständig ist Jeder hat sein eigenes Werkzeug (und ist dafür verantwortlich) Jedes Teil hat seinen Platz Werkzeugsets sind mobil	Hohe Kosten, da alle Werkzeuge im Klassensatz beschafft werden müssen (egal, ob sie gebraucht werden) Schüler:innen arbeiten für sich und müssen sich bei der Werkzeugnutzung nicht absprechen Hoher Platzbedarf Für Spezialwerkzeug braucht es ein zusätzliches Aufbewahrungssystem

## Mobile Werkzeugbehälter (z. B. Dosen)

Mobile Werkzeugbehälter sind Gefäße, in welchen eine unbestimmte Menge an Werkzeugen einer Kategorie aufbewahrt werden können.

## Werkzeugaufbewahrung im Raum

### Schränke

Schränke mit Schrank- oder Schiebetüren, die sich verschliessen und abschliessen lassen.

PRO	CONTRA
<p>Vorhandene Schrankkapazitäten im Raum können genutzt werden</p> <p>Werkzeuge verstauben nicht</p> <p>Raum sieht ordentlich aus</p> <p>Werkzeuge haben einen festen Platz</p> <p>Lehrperson kann Schränke verschliessen oder öffnen und dadurch die Werkzeugnutzung steuern</p>	<p>Werkzeuge sind nicht sichtbar</p> <p>Schüler:innen müssen eine Barriere überwinden (Türe öffnen)</p> <p>Schüler:innen sind es gewohnt, nachzufragen, bevor sie etwas aus dem Schrank nehmen</p> <p>Werkzeugstandort ist fix und kann nicht verschiedenen Lernsituationen angepasst werden</p> <p>Das Öffnen der Schranktüren braucht zusätzlichen Platz im Raum; Schiebetüren versperren immer einen Teil des Schranks</p>

### Offene Regale

PRO	CONTRA
<p>Werkzeuge sind sichtbar</p> <p>Es gibt keine Barrieren</p> <p>Kein verlorener Platz durch zu öffnende Schranktüren</p> <p>Vorhandene (Einbau-)Schränke können durch Aushängen der Türen schnell in Regale umgewandelt werden.</p>	<p>Raum kann unruhig und unaufgeräumt wirken</p> <p>Werkzeuge können je nach Bauart der Regale seitlich herausfallen</p>

## MATERIALSCHUBBOXEN MIT KREATIVEM WERKZEUGCHAOS



**Verschliessbare Schränke bringen Ruhe in den Raum, sie stellen aber auch eine Barriere dar.**



**Mit Werkzeugschubladen lässt sich gut Ordnung halten. Allerdings drängen sich oft viele Schüler:innen vor dem Schubladenschrank.**

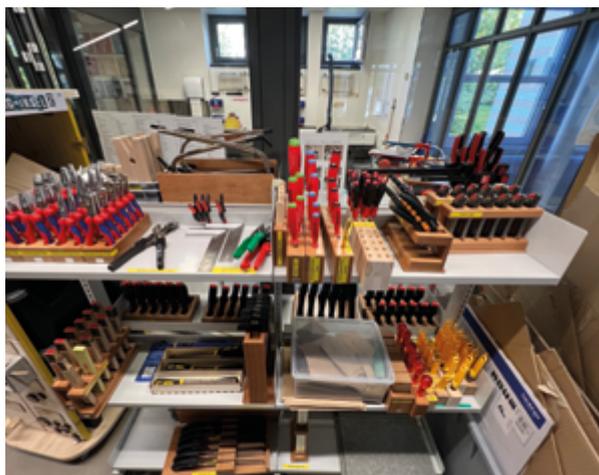
**Mobile Werkzeugbehälter können eine unbestimmte Menge an Tools aufnehmen. Sie lassen sich zudem im Raum verteilen.**





Mobile Werkzeugtürme sind von allen Seiten zugänglich.

Werkzeugwände sind platzsparend, aber nicht mobil.



Offene Regale stauben ein, erleichtern aber den Zugang zu den vorhandenen Werkzeugen.

## Werkzeugwände

An einer Werkzeugwand sind alle verfügbaren Werkzeuge nach Werkzeugarten sortiert aufgehängt. Gezeichnete Umrisse der Werkzeuge oder Beschriftungen markieren die passenden Aufbewahrungsorte.

PRO	CONTRA
<ul style="list-style-type: none"><li>Hohe Sichtbarkeit</li><li>Hohe Zugänglichkeit</li><li>Niederschwelliges Ordnungskonzept</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Eine Wand im Raum ist durch die Werkzeugwand belegt</li><li>Keine Mobilität</li><li>Wand muss hohe Belastung aushalten</li><li>Es entsteht der Eindruck einer traditionellen Werkstatt</li><li>Nicht alle Werkzeuge lassen sich aufhängen, daher sind zusätzlich Hänge-Boxen o. ä. nötig</li></ul>

## Mobile Werkzeugwägen oder -türme

Werkzeugwägen sind mobil und können dorthin bewegt werden, wo sie gebraucht werden. Sie sind von allen Seiten zugänglich.

PRO	CONTRA
<ul style="list-style-type: none"><li>Hohe Sichtbarkeit und Zugänglichkeit</li><li>Wenig Platz wird benötigt</li><li>Werkzeuge lassen sich bei Bedarf an gewünschten Ort bewegen (z. B. Flur oder ins Freie)</li><li>Zugang von mehreren Seiten</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Es braucht einen geeigneten Platz für den Wagen / Turm im Raum</li><li>Schüler:innen entnehmen gleichzeitig am selben Ort Werkzeuge (Chaosgefahr)</li><li>Werkzeugkapazität begrenzt</li></ul>

# 4.5 Betreuung und Wartung: MakerSpace bewirtschaften

**Selina Ingold und Björn Maurer**

Ist der MakerSpace erst einmal eingerichtet, muss der Raum betreut und bewirtschaftet werden. Ordnung halten, Material beschaffen und versorgen, Geräte warten und Kolleg:innen weiterbilden – es gibt viel zu tun.

Wie lassen sich solche Aufgaben im Schulhaus verteilen? Wer übernimmt wofür die Verantwortung? Wir zeigen mögliche Varianten mit Vor- und Nachteilen auf.

## 4.5.1 MakerSpace Betrieb: Aufgaben und Zuständigkeiten

Die folgende Liste dokumentiert die Aufgabenfelder für den Betrieb eines MakerSpaces.

### Organisatorisches

#### AUFGABEN

Austausch mit Schulleitung und Team (Sitzungen)

---

Organisation der Raumnutzung, Raumbuchungsmanagement

---

Budgetplanung und Budgetverwaltung

---

Entwicklung und Durchsetzung der Nutzungsordnung (z. B. Rechteverwaltung: Wer darf welches Gerät benutzen? Geräteführerscheine erforderlich?)

---

Öffentlichkeitsarbeit (Ausstellungen, Social Media, Website, Flyer, Presse etc.)

---

Einbezug von externen Partnern; Koordination von Veranstaltungen im MakerSpace (Weiterbildungen, Workshops etc.)

---

Prüfung und Wiederherstellung der Ordnung im Raum

### Wissenstransfer im Schulhausteam

#### AUFGABEN

Organisation von Team-Weiterbildungen im Bereich Making

---

Produktion von Geräteanleitungen (z. B. Videotutorials)

---

Unterstützung und Beratung von Lehrpersonen bei der Planung von Making-Aktivitäten mit ihren Schüler:innen

---

Entwicklung und Bereitstellung von Making-Challenges und Best-Practice Beispielen zur Inspiration des Teams

## Wartung und Reparaturen

### AUFGABEN

Reparatur von defekten Geräten (z. B. verstopfte 3D-Druck-Extruder)

---

Wartung der Geräte (so müssen z. B. die Spiegel in einem LaserCutter gesäubert und Abluftfilter ausgetauscht werden)

## Materialbewirtschaftung

### AUFGABEN

Kontrolle des Materialbestands

---

Bedarfsorientierte Bestellung von Materialien in Absprache mit dem Schulhausteam

## Weiterentwicklung

### AUFGABEN

Recherche, Anschaffung, Einarbeitung in neue Geräte

---

Entwicklung neuer Beispielprojekte

---

Entwicklung von Making-Aktivitäten für unterschiedliche Zielstufen (Verknüpfungen zum Fachunterricht)

---

Teilnahme an Making-Weiterbildungen / Partizipation in der Making-Community

---

Mitprägen einer making-affinen Schulhauskultur (Growth Mindset)

## 4.5.2 Aufgabenverteilung

### Variante A: Mrs. oder Mr. MakerSpace

Eine Lead-Lehrperson der Schule ist als Maker-Teacher hauptverantwortlich für den MakerSpace. Sie hält den Raum betriebsbereit, wartet die Gerätschaften, füllt Materialien auf, beschafft und installiert neue Geräte.

Sie führt die Lerngruppen (teilweise im Teamteaching mit der Klassenlehrperson) in neue Maker-Technologien ein und beteiligt sich nach Möglichkeit auch an der Betreuung der Schüler:innen-Projekte. Ausserdem berät sie die Klassenlehrpersonen bei der Vorbereitung von Maker-Aktivitäten und sorgt für Wissenstransfer im Schulhaus (z. B. Durchführung und/oder Organisation von Making-Weiterbildungen).

PRO	CONTRA
<p>Eine Lehrperson hat ein klares Aufgabenprofil als Maker-Teacher</p> <p>Die Raumbewirtschaftung ist in einer Hand, Wartung und Betriebsbereitschaft lässt sich leicht bewältigen</p> <p>Eine motivierte Lehrperson kann sich spezialisieren und ihr Profil schärfen</p>	<p>Die Lehrperson kann aus Kapazitätsgründen nicht mehr für Unterricht in Klassen eingesetzt werden</p> <p>Die anderen Lehrpersonen geben die Verantwortung an Mrs. / Mr. MakerSpace ab und arbeiten sich nicht in die Thematik ein</p> <p>Wenn Mrs. / Mr. MakerSpace längere Zeit ausfällt oder die Schule verlässt, stirbt das Projekt.</p>

### Variante B: Making verteilt auf mehrere Schultern

Mehrere Lehrpersonen teilen sich die Zuständigkeit für den MakerSpace. Zum Beispiel kümmert sich eine Person nur um Materialien, eine andere schwerpunktmässig um Geräte.

Oder es gibt eine Aufteilung von technischen (Wartung, Geräte, Material) und pädagogischen Arbeitsbereichen (Teamteaching, Weiterbildung, ...).

PRO	CONTRA
<p>Akteur:innen können sich teilweise gegenseitig vertreten</p> <p>Intensiver Diskurs findet statt, was der Weiterentwicklung dient</p> <p>Die Verantwortung kann verteilt werden</p> <p>Mehrere Personen bringen mehrere Perspektiven ein, was der Vielfalt im MakerSpace dient</p>	<p>Zeitfenster für Absprachen der Verantwortlichen müssen eingeplant werden</p> <p>Andere Kolleg:innen fühlen sich ggf. aus dem Inner Circle ausgeschlossen</p> <p>Ggf. kostenintensiver als Variante A (Entschädigung, Personalkosten)</p>



## Variante C: Stufenbezogene Zuständigkeit

Aus jedem Zyklus (Jahrgangsstufen 1–3, 4–6, 7–9) ist eine Lehrperson zuständig für Raum, pädagogische Begleitung und Wissenstransfer.

PRO	CONTRA
<p>Die Anliegen, (Lern-)Voraussetzungen, Interessen aller Zyklen spiegeln sich gleichermaßen im Lernangebot</p> <p>Wissenstransfer im Kollegium kann zyklenspezifisch erfolgen, was im Team die Akzeptanz z. B. von Weiterbildungsinputs erhöht</p> <p>Verantwortung wird auf mehrere Schultern verteilt</p>	<p>Zeitfenster für Absprachen der Verantwortlichen müssen eingeplant werden</p> <p>Konkurrenzierende Interessen der Zyklenvertreter:innen müssen ggf. ausgehandelt werden</p> <p>Ggf. kostenintensiver als Variante A</p>

## Variante D: Gemeinsam geführter MakerSpace

Es gibt keine Lehrperson, die hauptverantwortlich ist. Der MakerSpace wird vom Kollegium gemeinsam organisiert und geführt.

PRO	CONTRA
<p>Alle Kolleg:innen beschäftigen sich mit dem Making-Ansatz</p> <p>Flache Hierarchien</p> <p>Hohe Identifikation (im besten Fall)</p> <p>Hohe Interdisziplinarität</p> <p>Jeder kann seine Stärken einbringen</p> <p>Verantwortung wird auf mehrere Schultern verteilt</p>	<p>Nur für kleine Kollegien geeignet, deren Mitglieder am selben Strang ziehen</p> <p>Hohe Kompromissbereitschaft erforderlich</p> <p>Hoher Aushandlungsbedarf</p> <p>Gefahr von Chaos und Missverständnissen</p>

## Variante E: Schüler:innenbeteiligung

Diese Variante lässt sich mit allen anderen Varianten kombinieren. Die Idee ist, dass einzelne Schüler:innen (Zyklusvertreter:innen, Schüler:in mit Vorerfahrungen, besonderen Interessen) eingebunden werden (z. B. Betreuung von Geräten, Einführungen für jüngere Schüler:innen oder Lehrpersonen, Patenschaften bei Projekten anderer Schüler:innen).

PRO	CONTRA
<p>Schüler:innen können aktiv partizipieren, übernehmen Verantwortung</p> <p>Entlastung der Lehrpersonen</p> <p>Lernen durch Lehren (LdL)</p> <p>anschlussfähig an jahrgangsgemischtes Lernen</p>	<p>Einarbeitung der Schüler:innen ist zeitaufwendig</p> <p>Abhängig davon, ob es geeignete Schüler:innen gibt</p> <p>«Braindrain», wenn Schüler:innen die Schule verlassen</p> <p>Funktioniert nur in Schulen mit flexibler Tagesstruktur</p>

## Variante F: Eltern-, Grosseltern-, Expert:innenbeteiligung

Diese Variante lässt sich auch mit allen anderen Varianten kombinieren. Externe werden für eine verbindliche Beteiligung angeworben. Das können regelmässige Kurse zu bestimmten Themen sein oder feste Betreuungszeiten an Vor- und Nachmittagen.

PRO	CONTRA
<ul style="list-style-type: none"><li>Öffnung der Schule nach aussen</li><li>Fachexpertise wird in die Schule geholt</li><li>Entlastung der Lehrpersonen</li><li>Ggf. Bezüge zu lokalen Unternehmen, Türöffner für Sponsoring oder sonstige Unterstützung</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Abhängig von Existenz und Bereitschaft geeigneter Personen</li><li>Aufsichtspflichtregelung?</li><li>Entschädigung / Ehrenamt?</li><li>Absprachen mit Making-Verantwortlichen der Schule benötigen Zeit</li></ul>

## Geteilte Verantwortung im Team

Michael Hirtl und Philipp Zimmer,  
Schule Wigoltingen,

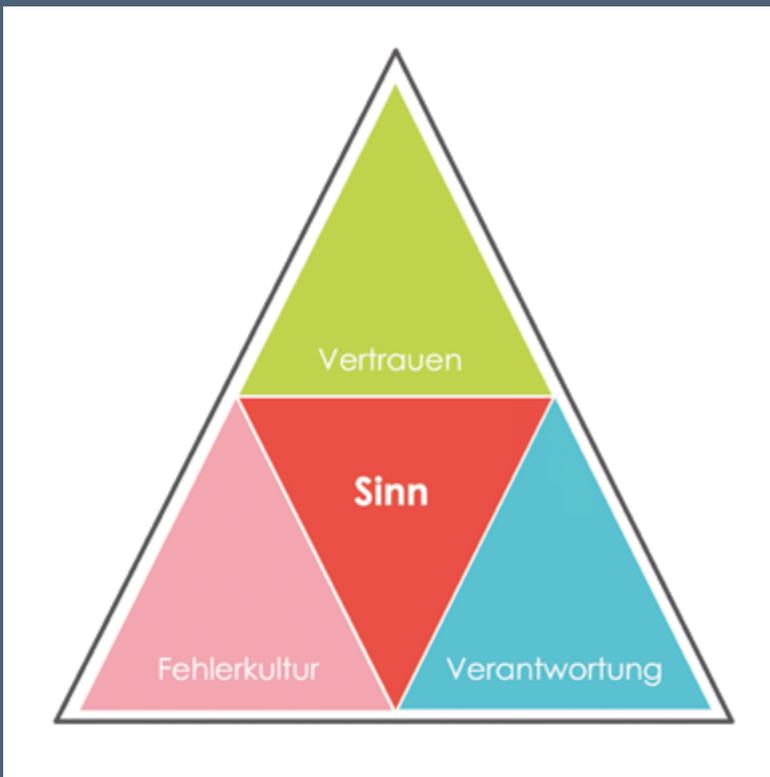
An der Schule Wigoltingen beschäftigt sich eine siebenköpfige Projektgruppe, bestehend aus fünf Lehrpersonen aller Entwicklungsstufen und Fachbereiche, einem Schulleiter sowie einem Mitglied der Schulbehörde, mit der Realisierung des Projekts. Die Gruppe setzt sich in erster Linie mit ihren pädagogischen Überzeugungen und Haltungen auseinander und betrachtet Making als Chance zur Entwicklung einer zeitgemässen Lernkultur.

### Sinn

Seit Beginn des Projekts übernimmt die Projektgruppe eine sehr grosse Verantwortung gegenüber der Schule, Making in den Schulalltag zu implementieren. Es ist deutlich, dass es sich nicht lediglich um ein isoliertes Schulentwicklungsprojekt handelt, sondern auch Auswirkungen auf die Lernkultur sowie die Unterrichts- und Raumentwicklung hat. Ein hohes Mass an Partizipation weiterer Lehrpersonen sowie Schüler:innen, lokaler Handwerksbetriebe und Eltern weckt Neugier und es erwächst ein **kollektiver Sinn** für das Thema. Dieser gemeinsame Sinn im Zentrum des Kulturprojekts bestärkt das gemeinsame Vorhaben und schafft von Beginn an ein hohes Mass an Stabilität.

### Vertrauen

Für das Gelingen des Projekts übernehmen die Mitglieder der Projektgruppe eine nahezu gleichwertig verteilte Verantwortung. Dies verlangt in erster Linie ein starkes gegenseitiges Vertrauen sowie die Reduktion von Hierarchien innerhalb der Gruppe. Der Schulleiter, welcher zusätzlich als Projektleiter agiert, sowie der Vertreter der Schulbehörde verstehen sich als Mitglied der Gruppe und dies auf Augenhöhe.



## Verantwortung

Eine übergeordnete Führungsverantwortung oder gar Kontrolle wird konsequent abgelehnt. Entscheidungskompetenzen werden immer wieder aktiv in die Gruppe gegeben und Verantwortung dementsprechend als kollektives Gut auf allen Schultern verteilt. Diese Form des «Shared Leaderships» ermöglicht es, dass Lehrpersonen ihre Expertise und Potenziale in die Entwicklungen der Schule einbringen, da sie sich mit diesen tiefgründig identifizieren können.

## Fehlerkultur

Weiter verlangt die Komplexität des Entwicklungsvorhabens einen positiven Umgang mit Fehlern. Dies stellt letztlich einen kulturellen Bestandteil des gemeinsam erarbeiteten Making-Manifests dar. Fehler und Misserfolge werden von den Mitgliedern der Gruppe als Chance anerkannt oder gar zelebriert. Erfolg versteht sich als Ergebnis einer Teamleistung.

Durch Übernahme von Verantwortung, durch gegenseitiges Vertrauen sowie eine positive Fehlerkultur entstehen Freiräume für «Teacher Leadership», welche sehr schnell mit Innovation und Entwicklung gefüllt werden.

Dieser Textauszug ist folgendem Artikel entnommen:  
Zimmer, Philipp und Hirtl, Michael (2022). «Die Making-Kultur als Ausgangspunkt gemeinschaftlicher Schulentwicklung: Von Shared Leadership und intelligenten Wandgärten».  
#schuleverantworten 2, Nr. 1 (28. März 2022): 119–127.  
[doi.org/10.53349/sv.2022.i1.a186.Wandgärten](https://doi.org/10.53349/sv.2022.i1.a186.Wandgärten)

## 4.6 Dazulernen: Das Schulhausteam weiterbilden

**Alex Bürgisser und Sabrina Strässle**

Making in der schulischen Praxis bietet dir eine breite Palette an Möglichkeiten zur Förderung kreativen Denkens und zur Entwicklung von zukunftsorientierten Fähigkeiten. Mit diesem Kapitel kannst du deine Making-Kompetenzen selbst einschätzen und deinen Weiterbildungsbedarf ermitteln. Nutze zukünftig das volle didaktische Potenzial der Maker Education in deinem Unterricht.

## 4.6.1 Selbsteinschätzung des Weiterbildungsbedarfs

Du kannst dir die Weiterbildungen im Bereich Making in sieben klar definierten Bereichen vorstellen (vgl. Abbildung), in denen du deine Kompetenzen gezielt vertiefen kannst. Im nächsten Abschnitt werden diesen sieben Bereichen spezifische Kompetenzen zugeordnet. Diese Kompetenzen sind hierarchisch strukturiert und in die Kategorien «Basis», «Anwendung» und «Entwicklung» unterteilt. Es liegt an dir, deine eigenen Fähigkeiten zu überprüfen und zu entscheiden, wo du dich weiterentwickeln möchtest.

Falls du eine Multiplikatorenfunktion im Bereich Making (Maker-Teacher) an deiner Schule innehaben solltest oder eine solche Rolle in Zukunft anstrebst, sind auch die zusätzlichen Kompetenzen unter der Rubrik «Maker-Teacher» von Relevanz für dich.



SIEBEN WEITERBILDUNGSBEREICHE

# 1 Making

	<b>KOMPETENZ</b> <b>DU WEISST, WAS MAKING BEDEUTET UND KANNST OFFENE PROBLEMSTELLUNGEN MIT ITERATIVEN VERFAHREN BEARBEITEN.</b>	trifft zu	trifft teilweise zu	trifft nicht zu
<b>BASIS</b>	Du weißt, was schulisches Making ist und kannst diesen didaktischen Ansatz von anderen unterscheiden.			
	Du kennst das didaktische Potenzial von schulischem Making.			
	Du weißt, was der Begriff Maker-Mindset bedeutet.			
	Du bist offen gegenüber Neuem, kannst kreativ sein und gut improvisieren.			
<b>ANWENDUNG</b>	Du kannst mit deinem Vorwissen einfache Making-Challenges (Problemstellung ohne Musterlösung oder Anleitung) bearbeiten.			
	Du kannst das Maker-Mindset bei eigenen Making-Aktivitäten beherzigen und bist in der Lage, Fehler als Chance zu sehen.			
	Du kannst dir vorstellen, welche Herausforderungen deine Schüler:innen beim Making haben werden.			
<b>ENTWICKLUNG</b>	Du kennst iterative / agile Verfahren der Produktentwicklung (wie z. B. Design Thinking).			
	Du kannst Problemstellungen mithilfe des Design Thinking Prozesses bearbeiten und eigene Ideen auf iterative Weise bis zum fertigen Produkt umsetzen.			
<b>MAKER-TEACHER</b>	Du kannst Personen im Schulumfeld (z. B. Behördenmitglieder, Eltern, Kolleg:innen) erklären, was schulisches Making ist.			
	Du kannst mit guten Argumenten auch skeptische Personen vom didaktischen Potenzial schulischen Makings überzeugen.			

## 2 Aktivitäten und Produkte

	<b>KOMPETENZ DU KANNST TYPEN VON MAKING-AKTIVITÄTEN UNTERSCHIEDEN UND BIST IN DER LAGE, MAKING-CHALLENGES FÜR DEINE LERNGRUPPE ZU ENTWICKELN.</b>	trifft zu	trifft teilweise zu	trifft nicht zu
<b>BASIS</b>	Du kennst niederschwellige Making-Challenges für den reibungslosen Start ins Making.			
	Du kannst verschiedene Typen von Making-Aktivitäten unterscheiden (z. B. produktbezogenes Making, technologiebezogenes Making).			
	Du kennst geeignete Challenges für die Kompetenzentwicklung in den Bereichen Skillset, Mindset und Toolset. (vgl. <a href="#">3.6.1</a> , vgl. <a href="#">5.1.1</a> )			
<b>ANWENDUNG</b>	Du kannst einschätzen, welche Ideen Schüler:innen deiner Zielstufe haben können und kennst deren Making-Vorlieben (z. B. Material, Maschinen, Produktkategorien).			
	Du kannst einschätzen, welche Produkte Schüler:innen auf deiner Zielstufe entwickeln können (in der Komfortzone und in der Zone der nächsten Entwicklung). (vgl. <a href="#">5.5.4</a> )			
<b>ENTWICKLUNG</b>	Du kannst bestehende Making-Projekte und -Challenges an deine Zielstufe adaptieren.			
	Du kannst Making-Challenges für deine Schüler:innen selbst entwickeln und dabei ein ausgewogenes Verhältnis von Struktur und Offenheit herstellen.			
<b>MAKER-TEACHER</b>	Du hast einen Fundus von Beispielprodukten, um andere Lehrpersonen und Schüler:innen für eigene Projekte zu inspirieren.			
	Du kannst andere Lehrpersonen bei der Entwicklung von Making-Challenges und -Projekten beraten.			

### 3 Technologie

	<b>KOMPETENZ</b> <b>DU HAST EINEN ÜBERBLICK ÜBER MAKING-TYPISCHE TECHNOLOGIEN UND KANNST SIE FÜR PRODUKTENTWICKLUNGSPROZESSE KOMPETENT UND SINNVOLL NUTZEN.</b>	trifft zu	trifft teilweise zu	trifft nicht zu
<b>BASIS</b>	Du bist offen gegenüber (digitaler) Technologie.			
	Du kennst für deine Zielstufe geeignete digitale Werkstoffe wie Microcontroller, Sensoren und Aktoren.			
	Du kennst zielstufengerechte Programmierplattformen (z. B. Scratch, MakeCode, Open Roberta).			
	Du kannst digitale Endgeräte zur Medienproduktion gezielt einsetzen.			
	Du kennst die Vor- und Nachteile der digitalen Fabrikation und weißt, wann sie traditionellen Herstellungsverfahren vorzuziehen sind.			
<b>ANWENDUNG</b>	Du kannst Geräte für die digitale Fabrikation (z. B. 3D-Drucker, LaserCutter) bedienen.			
	Du kannst einfache und komplexere Physical Computing Projekte selbst programmieren und in Betrieb nehmen.			
	Du kennst geeignete Software für digitales Design und kannst sie zielführend bedienen (z. B. TinkerCAD, Inkscape, Illustrator).			
	Du kennst Verbrauchsmaterialien für verschiedene Anwendungszwecke (z. B. unterschiedliche Typen von 3D-Druck-Filament, versch. Klebefolien für Plotter) und kannst sie einlegen bzw. wechseln.			
<b>ENTWICKLUNG</b>	Du weißt, wie du digitale Geräte und digitale Werkstoffe auf sinnvolle Weise in Making-Prozesse von Schüler:innen integrieren kannst.			
	Du weißt, welche Produkte bzw. Produkttypen sich mit welchen Technologien am besten umsetzen lassen.			
	Du bist mit Fragen der Sicherheit im Umgang mit den Geräten der digitalen Fabrikation vertraut und weißt, worauf bei der Arbeit mit Schüler:innen zu achten ist.			
	Du kannst digitale Fabrikation verantwortungsvoll und ressourcenschonend einsetzen.			
<b>MAKER-TEACHER</b>	Du hast ein gewisses technisches Grundverständnis und Interesse an technischen Themen.			
	Du kannst dich autodidaktisch in neue Technologien einarbeiten.			
	Du kennst typische Fehlerquellen und Probleme mit den Geräten der digitalen Fabrikation.			
	Du kannst Fehler und Betriebsstörungen selbst oder mit Unterstützung der Maker-Community beheben.			
	Du hast einen Überblick über schultaugliche Microcontroller (inklusive Sensoren und Aktoren) sowie über Roboterbausätze und -Kits.			
	Du beherrscht verschiedene Programmierplattformen und Software-Anwendungen und kannst deine Kolleg:innen bei der Auswahl beraten.			
	Du hast einen umfangreichen Ideenfundus für sinnvolle schulische Making-Projekte auf allen Zielstufen, die mit Hilfe der digitalen Fabrikation oder unter Einbezug digitaler Werkstoffe umsetzbar sind.			

## 4 Lehrplan

	<b>KOMPETENZ DU KANNST MAKING-LERNPROZESSE AUF DEM LEHRPLAN ABSTÜTZEN UND WEISST, WIE SICH THEMEN UND INHALTE AUS VERSCHIEDENEN FÄCHERN ZU MAKING-PROJEKTEN VERBINDEN LASSEN.</b>	trifft zu	trifft teilweise zu	trifft nicht zu
<b>BASIS</b>	Du bist dir bewusst, dass überfachliche Kompetenzen wie Kollaboration, Kommunikation, Problemlösung, Kreativität und kritisches Denken im Lehrplan 21 verankert sind.			
	Du verstehst, dass Making-Kompetenzen anschlussfähig an fachliche und an überfachliche Kompetenzen gemäss Lehrplan 21 sind.			
<b>ANWENDUNG</b>	Du bist in der Lage, Making-Prozesse so zu begleiten, dass sie den Erwerb überfachlicher Kompetenzen im Sinne des Lehrplans 21 fördern.			
	Du weisst, welchen Beitrag dein Fach zur Entwicklung von Making-Kompetenzen leisten kann (und umgekehrt).			
<b>ENTWICKLUNG</b>	Du besitzt die Fähigkeit, interdisziplinäre Problemstellungen zu formulieren, welche die Schüler:innen dazu bringen, ihr Wissen und Können aus verschiedenen Fächern anzuwenden.			
	Du kannst Lerninhalte und Kompetenzen aus unterschiedlichen Fächern zu einem Making-Projekt zusammenführen und somit Zeitfenster für Making schaffen.			
<b>MAKER-TEACHER</b>	Du kennst die Bezüge zwischen Making und dem Bereich Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) im Lehrplan 21.			
	Du kannst Unterrichtsprojekte mit BNE-Bezug entwickeln und deine Teamkolleg:innen bei der Planung von Making-Aktivitäten mit BNE-Bezug unterstützen.			
	Du kennst mögliche Verbindungen zwischen dem Fachbereich Medien und Informatik (MI) und Making und kannst deine Teamkolleg:innen bei der Planung von Making-Aktivitäten mit Bezügen zu MI-Themen unterstützen.			
	Du kannst Unterrichtsideen zur Verbindung von Making mit verschiedenen Fächern entwickeln und deine Teamkolleg:innen aus unterschiedlichen Zielstufen beraten.			

## 5 Unterricht

	<b>KOMPETENZ DU KANNST KREATIVITÄTS- UND INNOVATIONSFÖRDERNDEN UNTERRICHT IM SINNE DER MAKER EDUCATION PLANEN, DURCH- FÜHREN UND REFLEKTIEREN.</b>	trifft zu	trifft teilweise zu	trifft nicht zu
<b>BASIS</b>	Du kennst die Lernumgebung (z. B. MakerSpace) und hast einen Überblick über die verfügbaren Ressourcen (z. B. Material, Werkzeuge, Maschinen).			
	Du kannst Making-Unterricht didaktisch strukturieren bzw. rhythmisieren und dich dabei an Methoden zur Produktentwicklung wie Design Thinking orientieren.			
<b>ANWENDUNG</b>	Du kennst Kreativitätstechniken zur Ideenentwicklung und zum Problemlösen und kannst sie im Unterricht mit Schüler:innen anwenden.			
	Du kannst dir Kompetenzziele setzen und verschiedene Making-Aktivitäten so auswählen und kombinieren, dass sie erreicht werden können.			
<b>ENTWICKLUNG</b>	Du kannst Gruppendiskussionen zu Ideen und Prototypen moderieren und die Schüler:innen dazu ermutigen, sich gegenseitig konstruktives Feedback zu geben.			
	Du kannst Making-Rituale entwickeln, die zu deiner Lerngruppe passen.			
	Du kannst eine innovations- und kreativitätsfördernde Atmosphäre schaffen und einen positiven Umgang mit Fehlern pflegen.			
<b>MAKER-TEACHER</b>	Du kannst deine Kolleg:innen bei der Konzeption von geeigneten Lehr-Lernarrangements beraten.			
	Du kannst deine Kolleg:innen bei der Durchführung von Making-Unterricht begleiten.			
	Du verfügst über Strategien, wie man Making-Unterricht gemeinsam auswerten und reflektieren kann.			

## 6 Lernprozesse

	<b>KOMPETENZ DU KANNST LERNPROZESSE DER SCHÜLER:INNEN IM SINNE DER MAKER EDUCATION BEGLEITEN.</b>	trifft zu	trifft teilweise zu	trifft nicht zu
<b>BASIS</b>	Du hast Vertrauen in die Entdeckerfreude der Schüler:innen.			
	Du kannst die Verantwortung für den Lernprozess in Teilen auf die Schüler:innen übertragen.			
	Du kennst die Herausforderungen, die mit der Rolle der Lernbegleitung verbunden sind (z. B. Gratwanderung von Struktur / Offenheit, Überforderung / Unterforderung, zeitgleiche Betreuung individueller Projekte, Umgangsweisen mit Fehlern und Scheitern, Motivation).			
<b>ANWENDUNG</b>	Du bist in der Lage, zu erkennen und zu verstehen, welche Ideen die Schüler:innen umsetzen wollen (Augenhöhe).			
	Du hast Strategien, wie du gleichzeitig verschiedenartige Schüler:innen-Projekte begleiten kannst.			
	Du kannst beim Making die Rolle als Facilitator einnehmen und die Schüler:innen bei Bedarf unterstützen, ohne zu viel anzuleiten.			
<b>ENTWICKLUNG</b>	Du kannst die Schüler:innen zur Dokumentation und Reflexion ihrer Lernprozesse anregen.			
	Du kannst die individuellen Interessen und Fähigkeiten deiner Schüler:innen erkennen und Lernanreize zur Erweiterung der Fähigkeiten schaffen.			
	Du kannst Lernleistungen beim Making (Produkt und Prozess) erkennen und mit geeigneten formativen und summativen Instrumenten beurteilen.			
<b>MAKER-TEACHER</b>	Du kannst Schüler:innen als Peer-Tutor:innen ausbilden, die wiederum andere Schüler:innen bei Making-Aktivitäten unterstützen können (Entlastung).			
	Du kannst die Lernprozesse und Lernprodukte der Schüler:innen im MakerSpace sichtbar machen (Inspiration).			

## 7 Good Practice und Vernetzung

	<b>KOMPETENZ DU KANNST DICH MIT TEAM-KOLLEG:INNEN UND MIT DER MAKER-COMMUNITY VERNETZEN, UM INSPIRATION FÜR DEINEN MAKING-UNTERRICHT ZU BEKOMMEN.</b>	trifft zu	trifft teilweise zu	trifft nicht zu
<b>BASIS</b>	Du teilst deine Making-Erfahrungen und Erkenntnisse mit deinen Team-kolleg:innen.			
	Du stellst deine Making-Materialien und Unterrichtsvorbereitungen deinen Team-Kolleg:innen zur Verfügung.			
	Du bist interessiert an dem, was andere Teamkolleg:innen im Bereich Making machen.			
<b>ANWENDUNG</b>	Du kennst Einrichtungen und Anbieter:innen, die Expertise im Bereich Making haben und kannst dich dort weiterbilden.			
	Du nutzt die Maker-Community als Ressource für deinen Making-Unterricht.			
<b>ENTWICKLUNG</b>	Du kannst mit anderen Kolleg:innen gemeinsam Materialien und Making-Unterrichtsideen entwickeln.			
<b>MAKER-TEACHER</b>	Du teilst deine Materialien mit der Maker-Community.			
	Du engagierst dich aktiv in Netzwerken der nationalen und internationalen Maker-Community			

# 4.7 Checkliste: Umsetzung

	MILESTONES UMSETZEN	vorbereitet	in Arbeit	erledigt
1	Ideen für Raumgestaltung und Raumaufteilung sind diskutiert und beschlossen (unter Einbezug von Schüler:innen, dem Schulhausteam und ggf. weiteren Akteur:innen).			
2	Der Raum ist umgebaut und gestaltet (unter Einbezug möglichst vieler Akteur:innen).			
3	Das Mobiliar ist organisiert und ggf. angepasst.			
4	Maschinen, Geräte, Werkzeuge, ICT und Verbrauchsmaterialien sind beschafft.			
5	Maschinen und Geräte sind installiert und funktionieren.			
6	Das Inventar des MakerSpace ist versorgt und so zugänglich gemacht, dass eine selbstgesteuerte Nutzung möglich ist.			
7	Ein praktikables Buchungs- und Nutzungssystem ist etabliert (inklusive Regeln für die Nutzer:innen).			
8	Ein Raumbewirtschaftungskonzept ist entwickelt (Zuständigkeiten für Wartung, Beschaffung, Weiterentwicklung des Raums).			
9	Relevante Weiterbildungsangebote sind bedarfsgerecht terminiert und vorbereitet.			
10	Der MakerSpace ist feierlich eröffnet.			