

Make in Class Handbuch

Developing Maker-based Learning paths in class
to prevent early school leaving



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



Make In Class – Entwicklung von Maker-basierten Lernpfaden im Unterricht, um einen vorzeitigen Schulabbruch zu verhindern

Make In Class Handbuch

Wenn Sie Fragen zu diesem Dokument oder dem Projekt haben, aus dem es stammt, wenden Sie sich bitte an:

Giulio Gabbianelli

Co.meta srl, via Einaudi, 8861032 Fano (PU)

E-Mail: g.gabbianelli@consultingmeta.it

Die Bearbeitung dieses Dokuments wurde im Juni 2020 abgeschlossen
Projektwebsite: www.makeinclass.eu



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Make In Class – Entwicklung von Maker-basierten Lernpfaden in der Klasse, um einen frühen Schulabbruch zu verhindern, ist eine Erasmus+ Strategic Partnership – KA201 Development of Innovation Projekt – Projektnummer: 2018–1–IT02–KA201–048042

Die Unterstützung der Europäischen Kommission für die Erstellung dieser Veröffentlichung stellt keine Billigung des Inhalts dar, die nur die Ansichten der Autoren widerspiegelt, und die Kommission kann nicht für die Verwendung der darin enthaltenen Informationen verantwortlich gemacht werden.

Dieses Dokument wurde durch Zusammenarbeit der gesamten Make In Class-Partnerschaft erstellt: Projektkoordinator von Co. Meta srl (IT), ByLinedu (ES), Comune di Fano (IT), Fablab München (DE), Gymnasium Neubiberg (DE), IES El Clot (ES), IIS Polo 3 Fano (IT), MCAST (ML).



Dieses Dokument unterliegt den Bestimmungen einer Creative Commons-Zuweisung (nicht kommerzieller Anteil gleichermaßen 4.0 International).

Inhaltsverzeichnis

0	Einführung	6
1	MakerSpace Technologie	7
1.1	Tools zur digitalen Produktion	8
1.1.1	3D-Druck	8
1.1.2	CNC-Fräsmaschine	9
1.1.3	Lasercutter	10
1.1.4	Plotter und Cutter	11
1.1.5	2D/3D-Modellierungssoftware	12
1.2	Dinge, die die digitale Welt in die reale Welt bringen, und umgekehrt	13
1.3	Elektronik	13
1.3.1	Microcontroller	13
1.3.2	Elektronische Werkzeuge	14
1.3.3	Coding	14
1.3.4	Robotik-Ausstattung	15
1.4	Augmented Reality Tools	15
2	Den MakerSpace einrichten	15
2.1	Starterpaket Variante A: Kein separater Raum – klei- nes Budget (etwa 2.000 €)	16
2.1.1	Löt-Modul: (Starter-Set 550 €)	17
2.1.2	Zusätzlich zum Starter-Set können Sie Material für erste Projekte besorgen (etwa 200 €)	17
2.1.3	Schneideplotter-Modul: (Starter-Set 440 €)	18
2.1.4	Programmier-Modul (Starter-Set 420 €)	18
2.1.5	3D-Drucker-Modul (Starter-Set 450 €)	19
2.2	Variante B: Starter-Paket und zusätzliche Ausrüstung – kein separater Raum – großes Budget (etwa 16.360 €)	19
2.2.1	Starter-Paket (2.000 €)	20
2.2.2	Drohnen- und Programmier-Modul: (3.380 €)	20
2.2.3	3D-Druck-Modul: (7.500 €)	21
2.2.4	Lasercutter-Modul: (3.500 €)	22

2.3	Variante C: Separater Raum, kleines Budget (etwa 2.400 €)	22
2.4	Variante D: Eigener Raum, großes Budget (etwa 22.000€)	23
3	Die Kompetenzen „Lernergebnisorientierter Ansatz“	23
3.1	Tipps für LehrerInnen	27
3.1.1	Lesen Sie sich die offiziellen Dokumente, die von der Europäischen Kommission zum Lernergebnisorientierten Ansatz angeboten werden, aufmerksam durch	27
3.1.2	Entwerfen Sie spezifische Lernergebnisse für Ihren Unterricht	27
3.1.3	Definieren Sie die markerbasierte Aktivität auf der Grundlage der gewonnenen Lernergebnisse und umgekehrt	28
4	Management und Finanzierung von Maker Labs	28
4.1	Finanzierung eines MakerSpace	28
4.1.1	Maker Aktivitäten und Nutzer organisieren	35
4.1.2	Personal-Koordination	35
4.1.3	Buchungssystem	36
4.1.4	Zusammenarbeit von Schulen und MakerSpaces	38
5	Gesundheit und Sicherheit – Sicherheit in pädagogischen MakerSpaces	39
5.1	Wie kann ich einen sicheren MakerSpace erstellen?	39
5.2	Was müssen meine MakerSpace Teilnehmer wissen?	41
5.3	Übung	44
6	Praktische Aktivitäten	44
6.1	3D-Druck – Alles was Sie wissen müssen	45
6.2	Ein Modellauto bauen	45
6.3	Erstellen einer Verpackungs-Stanze/Verpackungsdesign-Prozess	46

6.4	Skyline 3D Modellierung	47
6.5	Werkzeugmacher-Klemmen	48
6.6	Das WinkDings	49
6.7	Piepdings – Das Spiel	50
6.8	Herstellung einer Verpackung	51
6.9	Höhenmodell – Unterstufe	52
6.10	Höhenmodell – höhere Klassen	52
6.11	Bau eines Spielzeugautos	53
6.12	Erforschung von Drohnenkomponenten	54
7	Evaluation	55
7.1	Hard-Skills	55
7.2	Soft-Skills	56
8	Fazit	66

0 Einführung

Chris Anderson (2012), der frühere Chefredakteur der Zeitschrift Wired, bezeichnete die Maker-Bewegung als „eine neue industrielle Revolution“. Diese neue Epoche zeichnet sich demnach durch drei Elemente aus: die Nutzung digitaler Desktop-Tools, das Teilen von Wissen und die onlinebasierte Zusammenarbeit sowie die Nutzung von allgemeinen Design-Standards, um das Teilen zu vereinfachen und zu beschleunigen.

Einen ähnlichen Ansatz vertritt Mark Hatch (2014), Geschäftsführer und Mitbegründer des TechShop. Er veröffentlichte das „Maker Movement Manifesto“, in dem er Making als Resultat aus neun Faktoren beschreibt: produzieren, teilen, geben, lernen, ausrüsten (Zugang zu notwendigen computergesteuerten Maschinen), spielen, teilhaben, unterstützen und verändern. Anderson und Hatch heben die Bedeutung der Konstruktion von physischen Objekten hervor. Dieses Kennzeichen unterscheidet die Maker-Bewegung von früheren Computer- und Internet-Revolutionen.

Eines der größten Hindernisse für die Einführung der Projektarbeit in Schulen ist es, diese Art von Aktivitäten in den Standard-Lehrplan der Schulen zu integrieren. Häufig erfordert die Durchführung solcher Projekte besondere Anstrengungen hinsichtlich Zeit, Personal und Logistik. Normalerweise können LehrerInnen ihre Zeit an der Schule nicht für solche Projekte investieren, und die SchülerInnen können sich damit nur außerhalb des Unterrichts befassen.

Dieses Handbuch für LehrerInnen ist ein Produkt von Make In Class, einem Projekt von Erasmus+ KA2, das Innovationen fördert und von der Europäischen Kommission mitfinanziert wird. Ziel ist es, LehrerInnen einen Leitfaden zu geben, der sie bei der Integration von makerbasierten Projekten im Unterricht an den Schulen unterstützt. Das Handbuch kann von PädagogInnen genutzt werden, die diese Aktivitäten in ihren Schulunterricht integrieren wollen. Die Projekte richten sich vor allem an Jugendliche, die gefährdet sind, die Schule vorzeitig abzubrechen. Deshalb werden in dieser Broschüre praktische Tipps zu folgenden Themen gegeben:

- Welche Technologien werden für MakerSpace-Aktivitäten genutzt
- Wie wird ein MakerSpace aufgebaut
- Was sind die Lerneffekte aus der Beschäftigung mit Maker-Projekten
- Finanzielle Aspekte
- Beispiele für geeignete praktische Aktivitäten mit relevanten Informationen zu Gesundheit und Sicherheit
- Evaluierung der genannten Aktivitäten

1 MakerSpace Technologie

In einem MakerSpace kann man auf vielerlei Art und Weise Dinge und Ideen kreieren, indem man neue Herstellungstechniken mit computergestützten Geräten zusammenbringt. Solche Techniken wurden ursprünglich nur in der Industrie verwendet. Doch in den vergangenen Jahren hielten sie über Fablabs und MakerSpaces immer mehr Einzug ins Privatleben der Menschen. Die Technologien sind auch für Schulen sehr wichtig und damit letztendlich auch für unser Projekt Make in Class.

Das „Maker Movement Manifesto“ beschreibt, wie die Aktivitäten und Denkweisen der Maker um neun elementare Konzepte kreisen: produzieren, teilen, geben, lernen, ausrüsten (zum Beispiel über den sicheren Zugang zu notwendigen Maschinen), spielen, teilhaben, unterstützen und verändern. Die Kultur der Maker ermöglicht es aber, dass diese Definition auch weiterentwickelt und angepasst werden kann. Auf diese Weise können sowohl konkrete als auch nicht konkrete Produkte hergestellt werden. Wobei alles darauf ausgerichtet ist, in einem realen, analogen Kontext Wirkung zu entfalten.

Diese Definition schließt also potenziell jede Art von Technologie ein, von der traditionellen bis zur höchst entwickelten Technologie.

Forscher unterscheiden die folgenden vier Kategorien von üblicherweise verwendeten Technologien, die viele makerbasierte Aktivitäten ermöglichen:

1.1 Tools zur digitalen Produktion

Zur ersten Kategorie gehören die Maschinen für die digitale Produktion, wie 3D-Drucker, aber auch CNC-Maschinen (Maschinen mit computerisierter, numerischer Steuerung), Laser-Cutter und Software für computergestütztes Design (CAD), um Objekte zu zeichnen.

1.1.1 3D-Druck

Die 3D-Druck-Technologie ist eine der wichtigsten Herstellungstechniken in der digitalen Produktion in der Industrie, aber seit ein paar Jahren auch im privaten Sektor. Diese Technologie wird seit den 1980er Jahren genutzt, als sie für die einfache und kostengünstige Herstellung von Prototypen entwickelt wurde.

Der 3D-Druck ermöglicht es, dreidimensionale Objekte herzustellen. Vor dem Drucken müssen die Objekte mit Hilfe einer 3D-Modellierungs-Software entworfen werden. Der Druck entsteht nun, indem die Einzelteile des Objekts aufgeschichtet werden. Es ist also eine additive Herstellungstechnik. Die Schichtungsstruktur wird durch physikalische oder chemische Prozesse erzeugt, sie kann dadurch verhärtet oder erweicht werden. Eine Flüssigkeit (z.B. synthetisches Harz) kann so in Schichten verhärtet, pulverisiertes Material erweicht werden. Es besteht aber auch die Möglichkeit, dass Material zunächst geschmolzen und dann sofort wieder in den Schichten verhärtet wird. Standardmaterialien für den 3D-Druck sind Plastik, synthetisches Harz, Keramik [1] und Metalle. Mittlerweile können mit Kohlenstoff- und



Grafit-Materialien auch Karbonteile gedruckt werden. In MakerSpaces werden hauptsächlich FDM- oder Harz-Drucker eingesetzt. Die hochleistungsfähigen Laser-Sintering-Systeme sind aufgrund ihrer technischen Komplexität sehr teuer und werden deshalb nur in großen MakerSpaces oder in der Industrie eingesetzt. Für Schulen wird der FDM-Drucker empfohlen. Diese Drucker funktionieren nach einem sehr einfachen Prinzip, dem sogenannten Fused Deposition Modelling (FDM). Hier wird Plastik, normalerweise in Form eines Kunststoffkabels (Filament), durch ein motorbetriebenes Transport-Modul (Extruder) zu einem Druckkopf geleitet. Dieser verfügt über eine zweiachsige Führung, um das Filament bis zum Schmelzpunkt zu erhitzen und es dann durch einen Strahlregler zu drücken. Damit wird der Durchmesser des Kabels von etwa 3 oder 1,75 mm auf nur 0,4 mm (Standard-Durchmesser eines Strahlreglers) verkleinert. Dieses Prinzip kann bei allen schmelzfähigen oder flüssigen Materialien angewendet werden, die schnell hart werden können. Mittlerweile stehen 3D-Drucker für verschiedene Materialien, wie Beton, Keramik, Metalle, Schokolade und Zucker zur Verfügung. Sie können also für immer mehr Zwecke verwendet werden. Heutzutage werden die 3D-Drucker nicht mehr nur zur Herstellung von Prototypen genutzt, sondern auch in der Konstruktion, der Lebensmittelindustrie, der Medizin, in der Luftfahrt und anderen Industrien.

1.1.2 CNC-Fräsmaschine

Wie der 3D-Druck gehört auch das CNC Fräsen zu den digitalen Herstellungstechniken der Produktion und Prototypenentwicklung. Es bietet die Möglichkeit, einzelne Stücke und Prototypen sowie ganze Serien in kurzer Zeit zu gestalten. Im Gegensatz zum 3D-Druck ist das CNC-Fräsen aber eine subtraktive Herstellungstechnik. Eine Fräsmaschine ist ein Schneidewerkzeug, das Material von einem Werkstück wegschneidet. Dies geschieht mittels rotierender Schneidewerkzeuge, die wiederum den Rohling in die gewünschte Form bringen. CNC ist die Abkürzung für Computerized Numerical Control (deutsch: computerisierte numerische Steuerung) und bezeichnet den

elektronischen Prozess der Steuerung von Werkzeugmaschinen. Diese Maschinen werden zur Bearbeitung von Rohlingen mit Werkzeugen genutzt, die von der Maschine gesteuert werden. Im Fall der CNC-Fräsmaschine wird die Steuerung von einem Computer gesteuert. Wie beim 3D-Druck wird die Vorlage für das Werkstück von einer Konstruktionssoftware hergestellt, die auch als CAD (computer-aided Design) bekannt ist. Bei der Nutzung eines CAM-Systems (computer-aided manufacturing) können die Daten des CAD-Programms, mit denen die Komponenten konstruiert werden, in ein CNC-Programm umgewandelt werden. Dies geschieht mit Hilfe eines Postprozessors, der auch andere Faktoren wie die Geometrie der Werkzeuge, die Geschwindigkeiten und den Vorschub mit berechnet. Das Endprodukt kann dann mit dem CNC-Programm automatisch produziert werden.



1.1.3 Lasercutter

Bei der Lasercut-Technik wird ein Objekt mit Hilfe eines kontinuierlichen oder gepulsten Laserstrahls geschnitten. Damit kann entweder Material entfernt oder eine Oberfläche graviert werden. Mit einem Laser kann fast jedes Material geschnitten oder geschliffen werden. Es muss aber beachtet werden, dass die Parameter für jedes Material unterschiedlich sind. Dazu gehören Wellenlänge des Lasers, die Leistung, die Puls-Energie und die Puls-Dauer. In der Praxis ist es nicht möglich, einen einzigen Cutter für alle Materialien und Anwendungen herzustellen, weil sich die jeweiligen Anforderungen zu sehr unterscheiden. Manche Lasercutter sind besonders geeignet, um organische Materialien zu schneiden, andere sind eher für Metalle geeignet. Indem man

Sauerstoff hinzufügt, kann man möglicherweise die Anwendungsgebiete der Laser noch ausweiten, um weitere Materialien schneiden zu können. Je höher die Leistungsfähigkeit eines Lasercutters ist, desto teurer sind die Anschaffungskosten.

Die Maschine selbst besteht aus einem komplexen Gefüge aus beweglichen, aber auch festen Linsen und Spiegeln. Durch diese wird ein Laserstrahl geschickt, der wiederum in einer Laserröhre erzeugt wird. Mit Hilfe dieser Spiegel und Linsen wird der Laser so gesteuert, dass er mit hoher Präzision auf die gewünschte Oberfläche geleitet werden kann. Der Laserstrahl wird von komplexen physikalischen Prozessen erzeugt. Serienmäßig werden fokussierbare Hochleistungslaser genutzt, einschließlich des CO₂-Lasers (ein Gas-Laser). Immer häufiger kommen aber auch Nd: YAG Laser (kontaktlose Laser) sowie die effizienteren, leicht fokussierbaren Faser-Laser zum Einsatz.



Der Lasercutter wird immer dort eingesetzt, wo komplexe Entwürfe (zwei- oder dreidimensional) präzise und schnelle ($10\frac{m}{\text{min}}$ bis zu über $100\frac{m}{\text{min}}$ [2]) dreidimensionale Durchbrüche und/oder kontaktlose [1] Zerspanungen erfordern.

1.1.4 Plotter und Cutter

Ein Plotter, auch Kurvenzeichner genannt, ist ein Ausgabegerät, das Funktionsdiagramme, technische Zeichnungen und andere Vektorgrafiken auf verschiedenen Materialien darstellt. Damit ist er eines der

wenigen Geräte, die eine Vektorgrafik umgehend vervielfältigen können, ohne sie zuvor in eine Rastergrafik umwandeln zu müssen.

Der Cutter ist ein Plotter, der ein Messer statt einer Mine nutzt. Das Messer kann dafür genutzt werden, Konturen einer Vektorgrafik auf dünnem Material herauszuschneiden, wie selbstklebende Folien, dünner Pappe, Papier, Leder, Filz und vieles mehr. Vor dem Schneiden wird sehr dünnes Material auf einen Transportfilm geklebt, der wiederum mit Montagekleber beschichtet ist. Damit soll die Stabilität während des Schneidevorgangs erhöht werden. Es gibt zwei Haupttypen



von Geräten: ein Zugmesser und ein Tangentialmesser. Beim Zugmesser ist die Messerspitze nicht mit dem Mittelpunkt des Schneidekopfes verbunden. Während des Schneidens wird das Messer entlang der Konturen gezogen. Der daraus entstandene Versatz muss von der Plottersoftware in die Schneidebahn mit einbezogen werden. Diese Technologie ist dennoch weniger komplex als das Tangentialmesser und wird auch in preiswerteren Geräten eingebaut. Beim Tangentialmesser sitzt das Messer exakt am Mittelpunkt des Schneidekopfes und muss deshalb auch bei allen Kurven mit in die Schneiderichtung gedreht werden. Dies erfordert einen komplexen Schneidekopf, ermöglicht aber ein präziseres Schnittergebnis und wird daher hauptsächlich im wirtschaftlichen Sektor genutzt.

1.1.5 2D/3D-Modellierungssoftware

Zu Beginn eines jeden digitalen Herstellungsprozess muss man zunächst ein 3D-Objekt bauen oder finden. Online gibt es viele kostenfreie, geeignete Programme, die Sie mit Ihren SchülerInnen nutzen können. Dazu gehören Tinkercad [3], eine web-basierte Software, die sich hervorragend für Anfänger eignet, Fusion 360 [4] für etwas Fortgeschrittenere, SketchUp [5] oder SketchBook [6]

1.2 Dinge, die die digitale Welt in die reale Welt bringen, und umgekehrt

Die zweite Kategorie beinhaltet „Dinge, die die digitale Welt in die reale Welt bringen können und Dinge, die die reale Welt in die digitale Welt bringen können. Dies geschieht wiederholt in beide Richtungen“. Die Kategorie schließt 3D-Scanner und die ergänzenden 3D-Drucker mit ein. Dazu gehören aber auch Xbox Kinects und stereoskopische Infrarot-Kameras, die über Gesten- und Berührungstracking verfügen.

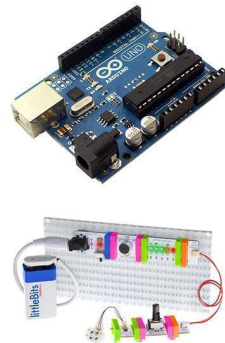


1.3 Elektronik

Zur dritten Kategorie gehört die elektrische Ausstattung, inklusive Microcontroller, wie Arduino, System-on-a-chip (SoC) Computer, wie Raspberry Pi, Lötausstattung für die Verbindung von Einzelteilen und feste, hitzeresistente Arbeitsstationen.

1.3.1 Microcontroller

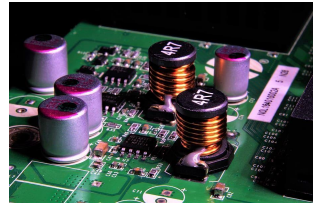
Microcontroller sind im Grunde einfache Mini-PCs, die kleine Elemente eines größeren Bauteils steuern, aber ohne ein komplexes Frontend-Betriebssystem (OS). Sie können in den unterschiedlichsten Geräten und Objekten gefunden werden, wie zum Beispiel in Fahrzeugen, Robotern, Bürogeräten, mobilen Radioempfängern oder Haushaltsgeräten. Sie dienen der Nutzung von Servomotoren und Sensoren. Einer der am häufigsten verwendeten Microcontroller ist der Arduino [7], eine Open-Source-Plattform für elektronische Geräte, die auf einer leicht anzuwendenden Hardware und Software basiert. Sie ist für alle geeignet, die an interaktiven Projekten arbeiten.



Andere Microcontroller sind Raspberry Pi [8], ein kleiner, aber leistungsstarker Open-Source-Rechner, oder LittleBits [9], farbkodierte elektronische Bausteine, von denen jeder eine spezifische Funktion erfüllt und die magnetisch zusammengesetzt sind, um einen größeren Stromkreis zu erzeugen.

1.3.2 Elektronische Werkzeuge

Elektronische Komponenten (LED-Anzeigen, Batterieplatinen, leitfähiger Faden, Spulen, etc.) zur Konstruktion von einfachen Stromkreisen, Maschinen, Hauptplatinen und Robotik werden normalerweise dafür verwendet, andere Arten von Objekten, Robotern, Spielen und anderer Geräte zu kreieren, die Motoren, Auslöser und Sensoren benötigen.



1.3.3 Coding

Coding, auch Computerprogrammierung genannt, ist eine Serie von Anweisungen an einen Computer in einer bestimmten computerbasierten Sprache wie Scratch, Python, HTML, Java, C++ und andere. Dank einer Vielzahl von Coding-Tools können SchülerInnen und LehrerInnen lernen, in einer sicheren und einfachen Umgebung zu programmieren.



Die Tools können wie folgt unterteilt werden:

- Datenblock- und Textbasierter Code (z.B. Root Coding, Code.org, Microsoft MakeCode, etc.)
- Datenblockbasierter Code (Scratch, Tickle, etc.)
- Textbasierter Code (Mozilla Thimble, CodeMonkey, Unity Learn, etc.)

[10]

1.3.4 Robotik-Ausstattung

In vielen Robotik-Ausstattungen finden sich alle benötigten Teile, um verschiedene Roboter zusammenzubauen und zu bedienen. Robotik wird auf allen Ebenen der Bildung immer wichtiger, da sie die Bereiche Design, Elektronik, Programmierung und Montage unterschiedlicher Komponenten beinhaltet. ([11, 12])



1.4 Augmented Reality Tools

Die vierte Kategorie besteht aus Augmented Reality Tools. Dazu gehören Oculus Rift und Google Cardboard, aber auch Software-Tools, wie Unity und Unreal Engine, um derartige Umgebungen zu entwickeln. Unity und Unreal Engine sind Tools zur Entwicklung von Videospielen. SchülerInnen können sie aber auch nutzen, um interaktive, umfassend virtuelle Umgebungen für Systeme wie Oculus Rift oder Google Cardboard zu kreieren [13].



2 Den MakerSpace einrichten

Die Standard-Ausstattung eines FabLab oder MakerSpace besteht weltweit aus Schneideplottern, Lasercuttern, 3D-Druckern, Lötstationen und CNC-Fräsmaschinen. Da nicht alle Schulen über entsprechende Räumlichkeiten und ausreichendes Budget für eine Standard-Ausstattung verfügen, zeigen wir hier, wie man sich auch ohne viel Platz und Geld einen MakerSpace einrich-



ten kann. In der Annahme, dass es in jeder Schule zumindest einen Computerraum mit mindestens 12 bis 30 PCs und eventuell auch einige Laptops und iPads mit Internetzugang gibt, brauchen wir nur noch die benötigten Maker-Tools. Natürlich kann man auch erstmal mit generalüberholten Gebraucht-Geräten beginnen, anstatt alles neu zu kaufen. Auch so kann der Maker-Start gelingen.

2.1 Starterpaket Variante A: Kein separater Raum — kleines Budget (etwa 2.000 €)

Wenn die Schule noch nicht über einen extra Raum für einen MakerSpace verfügt und auch das Geld knapp ist, kann man sich erstmal mit einer kleinen Löt-Ausrüstung behelfen (6 Löt-Stationen, 6 Seitenschneider, 6 Zangen, 1 Abisolierzange, 6 Dritte Hände, elektronische Komponenten und Lötmetall) (etwa 550 €), einem Schneideplotter inclusive Plotterfolie



(etwa 440 €) sowie 12 BBC MicroBit (grafische Programmierung mit webbasierter Schnittstelle) (etwa 420 €). Sie können aber auch mit dem neuen und erschwinglichen 3D-Drucker Prusa i3 MK3S mini plus Werkzeugsatz (450 €) beginnen. Für den Transport zum Klassenzimmer verwenden Sie einen Transportwagen und Lagerkisten (die sind in der Schule womöglich schon vorhanden) und beladen diese mit FabLab-relevanten Geräten und Werkzeugen.

Die aufgeführten Links enthalten lediglich Vorschläge für die benötigte Ausrüstung. Je nachdem aus welchem Land Sie kommen, können Sie natürlich auch andere Maschinen und Werkzeuge kaufen.

2.1.1 Löt-Modul: (Starter-Set 550 €)

[14, 15, 16]

- 6 Löt-Stationen (240–300 €)
- Zusätzliches Material (etwa 250 €)
 - Pinzetten-Set
 - 6 Seitenschneider
 - Ersatz-Lötpitzen, je nach Löt-Station
 - 1 x Lötpitzen-Reiniger
 - 6 x Dritte Hand (Platinenhalterung)
 - bleifreies Lötzinn mit etwa 0,6mm Durchmesser



2.1.2 Zusätzlich zum Starter-Set können Sie Material für erste Projekte besorgen (etwa 200 €)

- Material für erste Projekte: (etwa 100 €)
 - LED-Set
 - 30 Knopfzellen CR2032
 - Klammern für Knopfzellen
 - Kupferlitzen
- Löt-Sets für erste Lötübungen (100 €)



2.1.3 Schneideplotter-Modul: (Starter-Set 440 €)

- 1 Silhouette Cameo 4 Schneideplotter [17] (330 €)
Hier sehen Sie, wie Sie den Vinylcutter nutzen können: [18]
- Zubehör: (etwa 100 €)
 - 2 Ersatzklingen
 - Stifte
 - 2 zusätzliche Schneideplatten
 - 3 x Vinylfilm-Set



2.1.4 Programmier-Modul (Starter-Set 420 €)

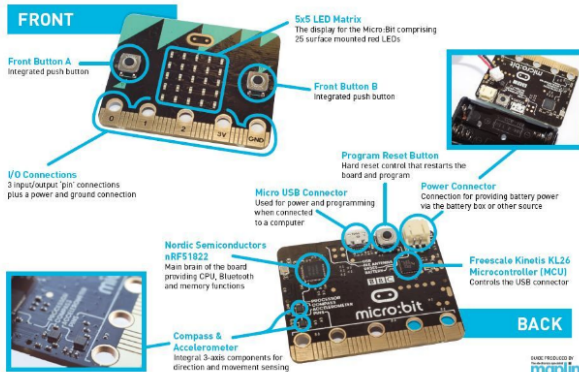
- 12 Inventor Kit MicroBits

und gerne zusätzlich pro Set:

- 4 Tastschalter
- 4 Krokodilklemmen
- Piezo-Schallwandler

Informationen zum Programmieren: [19]

Micro:Bit - Overview of the board



2.1.5 3D-Drucker-Modul (Starter-Set 450 €)

- Prusa i3 MK3S mini (380 €)
- Werkzeuge etwa 50 €:
 - 1 Spatel
 - 1 kleiner Seitenschneider für Filament
 - 1 kleines Schneidmesser, um die Objekte final zu bearbeiten
 - 1 Pinzette (siehe Löt-Ausrüstung)
 - 1 ifixit Werkzeug-Set Mako Driver Kit
- Zubehör etwa 20 €:
 - 2 SD-Karten (ab 2GB)
 - 1 SD-Karten-Lesegerät



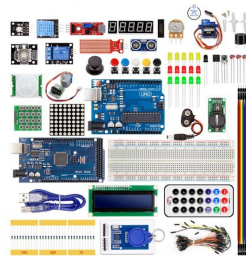
2.2 Variante B: Starter-Paket und zusätzliche Ausrüstung – kein separater Raum – großes Budget (etwa 16.360 €)

Sollten Sie keinen eigenen Raum zur Verfügung haben, dafür aber ein recht großes Budget, können Sie das Starter-Paket Variante A besorgen und dazu noch weitere Ausstattung, wie z.B. zusätzliche Programmiergeräte, mindestens zwei 3D-Drucker und einen Mr. Beam Lasercutter.

2.2.1 Starter-Paket (2.000 €)

2.2.2 Drohnen- und Programmier-Modul: (3.380 €)

- 4 x Dash/Launcher von Wonder Workshop: Einstieg in visuelle Programmierung mit sehr gut zu bedienenden Apps (etwa 850 €)
- 4 x LEGO Mindstorms EV3 (1.520 €)
- 6 Arduino Uno Starter Kit (531 €)
- 6 Raspberry Pi 4 (480 €)

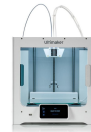


Zusätzlich falls benötigt, sollten in der Schule weder iPads noch Laptops zur Verfügung stehen (4.650 €):

- 4 iPads + 4 iPad Stifte + 4 Hüllen (2.556 €)
- 6 Laptops (2.094 €)

2.2.3 3D-Druck-Modul: (7.500 €)

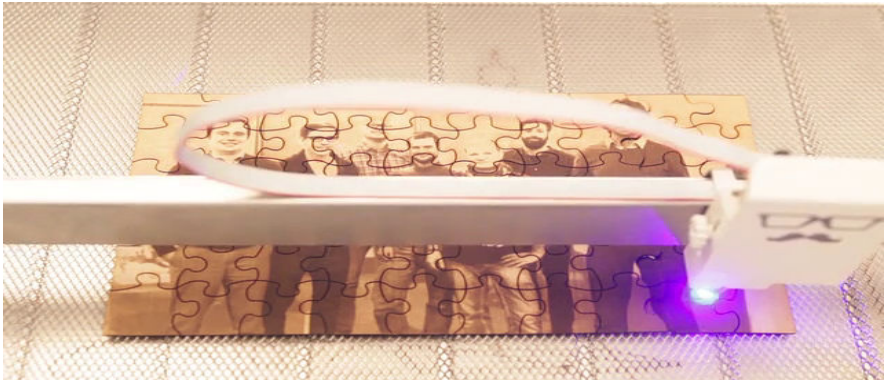
- 1 Ultimaker 2+: zuverlässiger 3D-Drucker mit kompaktem Design und einfacher Bedienung (2.184 €)
- günstigere Alternative Prusa i3 MK3S mini (380 €), siehe oben
- 1 Ultimaker 3S: sehr zuverlässiger 3D-Drucker mit doppeltem Extruder, automatischer Kalibrierung und Filamentsensor für mehrtägiges Drucken von komplexen Formen, wie zum Beispiel Demonstrationsobjekte für Klassenräume (4.790 €)
- Grundausrüstung von PLA-Filament: jede beliebige Farbe (300 €)
- Werkzeuge etwa 100 €:
 - 3 Spateln
 - 3 kleine Seitenschneider für Filament
 - 3 kleine Schneidmesser, um die Objekte final zu bearbeiten
 - 3 Pinzetten (siehe Löt-Ausrüstung)
 - 1 ifixit Werkzeug-Set Mako Driver Kit
- Zubehör etwa 50 €:
 - 4 SD-Karten (ab 2GB)
 - 2 SD-Karten-Lesegeräte
 - 4 USB-Sticks (ab 2GB)



- Lagerung etwa 60 €:
 - Dry beads (Kieselgel, trocknend) 1kg, um geöffnete Filamente in Lagerboxen trocken zu halten
 - 3 IKEA Sammelboxen (45l) mit Deckel und Schließklammern

2.2.4 Lasercutter-Modul: (3.500 €)

- Mr. Beam II & Air Filter Bundle: 3.300 € (inklusive 10% Edu-Rabatt)
- Material (Liste an Materialien [20]): 200 €



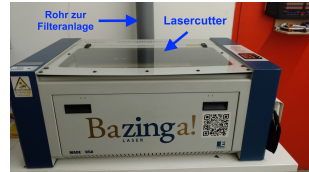
2.3 Variante C: Separater Raum, kleines Budget (etwa 2.400 €)

Für diese Variante besorgen Sie sich bitte die Ausrüstung von Variante A. Möglicherweise brauchen Sie dazu noch Tische, Stühle, Regale, eine Couch, Schränke, einen Beamer und Laptops... sollten diese Dinge in der Schule nicht vorhanden sein. Wenn Sie den Raum flexibel gestalten, können Sie sich nach und nach auch noch weitere Geräte zulegen, wie in Variante D vorgesehen.

2.4 Variante D: Eigener Raum, großes Budget (etwa 22.000€)

Wenn Sie sich für Variante D entscheiden, können sie sich an den Varianten B und C orientieren. Sie können sich nun schon zu Beginn eine sinnvolle Anordnung der Geräte, inklusive neuer Möbel (Tische, Stühle, Regale, Schränke), für den Raum und die verschiedenen Arbeitsplätze für das Laserschneiden, Löten, Programmieren und 3D-Drucken überlegen. Wenn benötigt, kann die Anzahl der Geräte, Roboter und Tablets auch erhöht werden.

Sollte Geld überhaupt keine Rolle spielen und genug Arbeitskräfte für die Maschinen vorhanden sein, könnten Sie sich sogar einen Zing [21] oder Trotec [22] Lasercutter und eine CNC-Fräsmaschine, wie den Shaper [23] oder eine speziell für Schulen geeignete CNC-Fräsmaschine kaufen ([24] oder CNC Shapeoko [25]).



3 Die Kompetenzen „Lernergebnisorientierter Ansatz“

Jeder Bildungsweg ist eine Reise, ob beim Erwerb von Kompetenzen, der Steigerung der Motivation und Integration oder bei der Verbesserung der schulischen Leistungen. Er sollte darauf abzielen, die SchülerInnen von einem Punkt A zu einem Punkt B zu bringen. Der „Make In Class“-Ansatz hat das Ziel, diese Reise durch die Umsetzung von makerbasierten Aktivitäten zu unterstützen.

Für die Umsetzung einer komplexen projektorientierten und multidisziplinären Bildungsmethodik, wie sie das „Making“ darstellt, emp-

fehlt die „Make In Class“-Initiative (und die Europäische Kommission) dringend die Anwendung eines lernergebnisorientierten Ansatzes.

Dieser Ansatz ermöglicht es, die Reise mit anderen SchülerInnen und anderen LehrerInnen in anderen europäischen Ländern zu wiederholen. Die Ziele aber bleiben dieselben.

Es ist notwendig, diese „Reise“ sorgfältig zu analysieren und zu beschreiben und dabei die Lernziele, die gemeinsamen Qualitätsstandards und Bewertungsstrategien auf eine sehr spezifische Art und Weise zu definieren.

Lernergebnisse oder Aussagen darüber, was Lernende am Ende einer Lernsequenz wissen, tun und verstehen sollen, spielen eine immer wichtigere Rolle bei den Bemühungen, die Qualität und Relevanz der allgemeinen und beruflichen Bildung in Europa zu verbessern.

Der Ansatz der „Lernergebnisse“ verlagert den Schwerpunkt von der Dauer des Lernens und der Institution, in der es stattfindet, auf das eigentliche Lernen und die Kenntnisse, Fähigkeiten und Kompetenzen, die durch den Lernprozess erworben wurden oder erworben werden sollten.

Das sind die hauptsächlichen Vorteile des Ansatzes:

1. **Klarheit.** Der Ansatz der Lernergebnisse trägt dazu bei, die Aufmerksamkeit schärfer auf die Ziele des Lehr-Lern-Prozesses zu lenken (zielorientierter Ansatz).

Auf der Ebene der Institution oder des Programms kann dies dazu beitragen, die Kommunikation zu fördern und die Lehrplangestaltung sowie die Unterrichtsdurchführung auch bei unterschiedlichen Lehrkräften aufeinander abzustimmen.

Auf der Ebene des einzelnen Lernenden kann die Schaffung von Kursen oder Modulen, die sich an den Lernergebnissen orientieren, dazu beitragen, den Lernenden die Erwartungen darüber zu vermitteln, welche Leistungsniveaus und -arten gefordert werden. Damit soll ihnen dabei geholfen werden, ihre Anstrengungen effektiver zu gestalten.

2. **Flexibilität.** Die Lernergebnisse spezifizieren die beabsichtigten Ziele des Unterrichts, lassen aber die Mittel zur Erreichung dieser Ziele offen. Dies ermöglicht eine beträchtliche Flexibilität des Unterrichtsangebots.

Auf der Programmebene können sehr unterschiedliche Unterrichtsgestaltungen und Lernumgebungen so konfiguriert werden, dass dieselben Lernergebnisse gefördert werden, z.B. ein maker-basierter Ansatz oder modulare Designs. Diese können entweder die Kursarbeit bereichern oder die formale Lernphase mit Praktika oder anderen Praxiserfahrungen verbinden.

In ähnlicher Weise können sehr unterschiedliche SchülerInnen durch einen ergebnisorientierten Ansatz zusammen angeleitet werden. Auf der Grundlage des Bildungs- und Erfahrungshintergrunds, des Wissens- und Fähigkeitsniveaus beim Einstieg und des persönlichen Lernstils können verschiedene Lehrpfade entwickelt werden, um den individuellen Bedürfnissen der Lernenden gerecht zu werden.

3. **Vergleich.** Belastbare Lernergebnisse können vergleichbare Standards festlegen, anhand derer die Leistungen von Institutionen, Programmen, Kursen oder einzelnen Studierenden verglichen und bewertet werden können.

Auf institutioneller oder Projektebene können solche Vergleiche angewandt werden, um bei der abschließenden Beurteilung der Leistungen innerhalb des Projektes zu unterstützen. Sie können aber auch dafür verwendet werden, den Lernfortschritt zu messen und dabei Vergleiche mit Gleichaltrigen anzustellen.

Auf der Ebene der einzelnen SchülerInnen können Vergleiche der bewerteten Ergebnisse mit anerkannten Standards oder Kriterien die Grundlage für zertifizierte Leistungen bilden. Darüber hinaus können sie auch als solide Basis für die Bewertung der SchülerInnen dienen – entweder im Vergleich mit anderen SchülerInnen (normativ) oder in Bezug auf zuvor festgelegte Kriterien (summativ).

4. **Übertragbarkeit.** In ähnlicher Weise können die Lernergebnisse die Grundlage für ein System zur Anrechnung von Lernleistungen der SchülerInnen bilden, das bestehende programmatische, institutionelle und sogar nationale Grenzen überwinden kann.

Noch wichtiger ist, dass in Zeiten zunehmender Mobilität der SchülerInnen und zunehmender Modularität des Lehrangebots Rahmenwerke für Lernergebnisse verwendet werden können, um die relative Vergleichbarkeit – und damit die Übertragbarkeit – von Lernerfahrungen über formale Programme hinweg festzustellen. Die daraus resultierende Übertragbarkeit des Lernens von einer Umgebung auf eine andere kann, wenn sie entsprechend gestaltet wird, sowohl die Kapazität eines multi-institutionellen Systems der Lehrangebote erhöhen als auch Wege eröffnen, die für die unterschiedlichsten SchülerInnen leichter zugänglich sind, um damit höhere Qualifikationen zu erreichen.

5. **Verbessertes Lernen.** Jeder Lernende verfügt über eine Reihe von Lernergebnissen, die Auskunft darüber geben, was er oder sie nach Abschluss einer Lernsequenz, eines Moduls, eines Programms oder einer Qualifikation weiß, tut oder versteht. Darüber hinaus helfen die Lernergebnisse bei der Ausrichtung des Lernprozesses selbst. Sie verdeutlichen außerdem, was bei der Beurteilung zu erwarten ist. Durch das Erreichen von Lernergebnissen kann jeder Lernende nachweisen, dass er oder sie am Ziel des Bildungsweges angekommen ist.
6. **Lernen in der realen Welt.** Durch die Verwendung eines markerbasierten Ansatzes können die Lernergebnisse dem Lernprozess folgen, und zwar durch Bewertung und Präsentation des Erlernten in formaler und nicht-formaler Erfahrung. Sie sollten so eingesetzt werden, dass die Lernenden dabei unterstützt werden, ihr Potenzial voll auszuschöpfen.
7. **Bewertung erleichtern.** Die Lernergebnisse können die Grundlage für die Benotung oder die Bestimmung des Leistungsniveaus

der SchülerInnen bilden. Die Beurteilung zielt darauf ab, Rückmeldungen zu sammeln, die von der Lehrkraft und den SchülerInnen genutzt werden können. So können nicht nur Verbesserungen im laufenden Lehr- und Lernkontext erreicht werden, sondern auch nach dem Kurs oder Lehrmodul der Erfolg und die Fertigkeiten gemessen werden. Dies kann effektiver erreicht werden, wenn die Arbeit der SchülerInnen mit ihren tatsächlichen Lernergebnissen verglichen wird.

3.1 Tipps für LehrerInnen

3.1.1 Lesen Sie sich die offiziellen Dokumente, die von der Europäischen Kommission zum Lernergebnisorientierten Ansatz angeboten werden, aufmerksam durch

Es ist sehr wichtig, zu verinnerlichen, was die Europäische Kommission bei der Anwendung von Lernergebnissen empfiehlt. Wir wissen, dass dieser Ansatz manchmal aus verschiedenen Gründen, einschließlich nationaler Richtlinien, weit von der täglichen Praxis der meisten LehrerInnen entfernt zu sein scheint. Wir empfehlen Ihnen aber sehr, Ihre Komfortzone zu verlassen und sich auf diesen Ansatz, der auf europäischer Ebene zum Standard werden soll, einzulassen.

3.1.2 Entwerfen Sie spezifische Lernergebnisse für Ihren Unterricht

LehrerInnen sollten die von den Regierungen bereitgestellten Lernergebnisse (allgemein und weit gefasst) viel detaillierter definieren, um sie auf ihren Kontext und Unterricht anzuwenden. Versuchen Sie dabei, so klar und spezifisch wie möglich vorzugehen. Denken Sie daran, dass effektive Lernergebnisse beobachtbar und messbar sind und auf einem angemessenen Niveau stattfinden.

3.1.3 Definieren Sie die markerbasierte Aktivität auf der Grundlage der gewonnenen Lernergebnisse und umgekehrt

Die Beherrschung der Techniken zur Analyse und Definition von Lernergebnissen gibt Ihnen die Möglichkeit, die Lernergebnisse zu definieren, die Ihr Schüler oder ihre Schülerin verbessern soll, und die dafür passende Maker-Aktivität zu wählen. Sie können aber auch die in Ihrer Schule verfügbare oder bereits implementierte makerbasierte Aktivität analysieren und prüfen, wie die Lernergebnisse in Ihren Unterricht integriert werden können. Im Dokument "Make In Class Kompetenzkarte" finden Sie Beispiele und einen Leitfaden, wie Sie dies tun können. Lernergebnisse:

- unterstützen LehrerInnen dabei, einen Bildungsweg zu konzipieren
- unterstützen LehrerInnen dabei, ihren Unterricht und das entsprechende Material zielgerichteter zu gestalten
- bieten die Möglichkeit, die Aktivität an die tatsächlichen Bedürfnisse der SchülerInnen anzupassen
- helfen LehrerInnen bei der Auswahl geeigneter Strategien für den Unterricht, basierend auf den zu erreichenden Zielen
- helfen LehrerInnen, Überschneidungen zu vermeiden und dadurch Zeit und Ressourcen zu sparen.

4 Management und Finanzierung von Maker Labs

4.1 Finanzierung eines MakerSpace

Für den Erfolg eines Maker Labs, in einer Schule oder außerhalb der Bildungseinrichtung, ist es notwendig, die Räumlichkeiten, die Ausrüstung, die Aktivitäten und die BenutzerInnen gut zu organisieren. Diese Verwaltung hat mit finanziellen und organisatorischen Aspekten zu tun.

Wenn bereits die Entscheidung getroffen wurde, einen MakerSpace zu schaffen, wir uns aber noch nicht im Klaren darüber sind, welches Modell wir nutzen werden, dann schauen wir uns einige der gängigsten Modelle einmal an:

- Schaffung eines Maker-Lernraums mit wenigen Dozenten, der mit einem relativ geringen Bedarf an Infrastruktur und Vollzeitkräften auskommt und damit nachhaltig ist. Im Allgemeinen handelt es sich um traditionelle Klassenzimmer, Klassenräume mit Computern, Werkstätten für die Berufsausbildung, Bibliotheken, umgebaute Lagerräume usw.
- Freiwillige koordinieren eine Maker-Community, also eine kleine lokale Gemeinschaft. In diesem Raum arbeiten aktive Mitglieder an ihren Projekten und unterrichten gelegentlich Klassen, teilen sich Werkzeuge und Räumlichkeiten. Diese werden gemietet, die Mitgliedsbeiträge sind niedrig.
- Räume in einem großen Gebäude, in dem viele Menschen und kleine Unternehmen zusammenkommen, werden gemeinsam genutzt. Solche großen Lagerräume beispielsweise können zu einem erschwinglichen Preis gemietet werden, wobei sich für bestimmte Bereiche entsprechende Teams bilden können. Eine kleine Gruppe koordiniert dann die Aktivitäten.
- In den Kulturräumen der Gemeinschaft können in einem Workshop die Bildungsaktivitäten geplant werden. Deren Mitglieder können sich Werkzeuge, Arbeitsplätze und manchmal auch Lagerraum teilen.

Damit ein MakerSpace wirtschaftlich tragfähig ist, ist es – abgesehen vom anfänglichen Startbudget (siehe Den MakerSpace einrichten) – notwendig zu ermitteln, welche laufenden Ausgaben wir tätigen werden und mit welchen möglichen Einnahmen wir rechnen können, um ein Gleichgewicht zwischen beiden zu finden. Im Falle von Schulen müssen sie über ein ausreichendes Budget für Erst- und Folgeinves-

titionen in Ausrüstung, Werkzeuge und Materialien verfügen, um die Kontinuität der geplanten Aktivitäten der Maker zu garantieren.

Schauen wir uns an, mit welchen Ausgaben wir für einen Maker-Space rechnen müssen und welche Einnahmen wir erwarten können, um ein wirtschaftlich nachhaltiges Geschäftsmodell zu schaffen.

AUSGABEN	MAKER-SPACES IN SCHULEN	PRIVATE MAKER-SPACES/FABLABS	MÖGLICHKEITEN DER FINANZIELLEN NACHHALTIGKEIT
Miete	NEIN	JA/NEIN	Zuteilung von Raum, gemeinsame Nutzung des Raums, erschweringliche Miete
Ausgaben für Räumlichkeiten (Wasser, Elektrizität, Gas, Internet, Pläne für mobile Datenerfassung, Reinigung, Reparaturen, Gemeindesteuern, ...)	NEIN	JA/NEIN	Ausgabenteilung, Ausgaben schon in Miete inbegriffen/kostenlose Nutzung des Raums
Versicherung (zivilrechtliche Haftung, usw.)	NEIN	JA	Vermeidung von Extrakosten. Versicherung proportional zu Raumgröße, Art der Tätigkeit, Risiko usw.
Einrichtung des Raums	JA/NEIN	JA/NEIN	Einteilung in Bereiche (Wandverkleidung, Dekoration, elektrische Installation (Stecker, direkte Beleuchtung, ...)) Anstrich, Klang-Installation, Lüftung, ... sozialer Raum, wo man Projekte, Fähigkeiten und Wissen teilen kann. Möbel: Tische zum Zusammenstellen, Bänke/Möbel mit Rollen für 3D-Drucker, feste Schränke oder mit Rollen, Schubladen oder Regale zur Lagerung von Materialien bzw. Entwürfen. Kontakt zu Möbelfirmen für innovative Bildungsräume mit möglichen Rabatten.
Löhne und Steuern (Verwaltung und Finanzen, CEO/Geschäftsführer, Wartungstechniker, Teilnahme-Organisator, Grafikdesign, Videobearbeitung, Medienübertragung usw.)	NEIN	JA/NEIN	Notwendiges Personal, Freiwillige, Mitarbeiter
Ausbildende	NEIN	JA/NEIN	Freiwilligentätigkeit, Bezahlung von Honorarkräften, Anzahl der Workshops, Anzahl der Teilnehmer, Anzahl der Stunden
Wartung der Werkzeuge	JA	JA	KursleiterInnen, die grundlegende Installations- und Wartungsarbeiten durchführen. Wartungsverträge für Ausrüstung.

Verbrauchsmaterial (Bürobedarf und Materialien für Maker-Aktivitäten)	JA	JA	Kostenlose Lieferungen und Materialien, Bildungsrabatte oder kostenlose Bestände, Sponsoren
Werbung und Marketing (grafische Arbeiten, gedruckte Materialien, digitales Marketing)	JA/NEIN	JA	Wir werden uns auf die wesentlichen Druckkosten beschränken: Rollup, Broschüren, Visitenkarten, Poster, T-Shirts, Merchandising. Nutzen Sie die Vorteile der Verbreitung auf Ihrer eigenen Website und in sozialen Netzwerken. Besuchen Sie Bildungsveranstaltungen, Webinare, Messen usw. Abonnieren Sie wirtschaftliche Webdienste: Bildungspläne oder Pläne für NGOs.
Verpflegung	JA/NEIN	JA/NEIN	Spenden, Zurückhalten eines monatlichen Betrags, Beiträge der Teilnehmer usw.

Die folgende Liste möglicher Einnahmen kann Ihnen helfen, eine Schätzung vorzunehmen, um einen MakerSpace nachhaltig zu bewirtschaften.

EINNAHMEN	MAKER-SPACES IN SCHULEN	PRIVATE MAKER-SPACES/FABLABS	MÖGLICHKEITEN DER FINANZIELLEN NACHHALTIGKEIT
Vermietung	NEIN	JA/NEIN	Konstantes Einkommen: Vermieten Sie einen Teil der Räumlichkeiten des MakerSpaces (Coworking, Lagerung, ... (niedrigerer Preis als auf dem Immobilienmarkt))
Mitgliedschaft	NEIN	JA/NEIN	Einkommen von Nutzern pro Zugang, um an Projekten zu arbeiten. Zugangsgebühr entsprechend der Satzung der Organisation: 1. Gebühreuzahlung für die Nutzung der Einrichtungen je nach Art des Zugangs zum MakerSpace: pro Person, pro Familie, monatlich, Zahlung pro Werkstatt, pro Zeit, pro Maschine, Rabatte für neue Mitglieder, ... Berechnung der maximalen Raumbellegung. 2. Freier Zugang für Sozialdienste 3. Annahme von Spenden
Kurse, Workshops	NEIN	JA/NEIN	Einnahmen aus Teilnehmergebühren für Kurse oder Workshops sowie für den Einsatz von Maschinen, Werkzeugen und Software. Kostenvoranschlag: 2 bis 3 Stunden Unterricht. 10 € pro Stunden für die Lernenden. 5 bis 10 Lernende pro KursleiterIn (Workshops mit schwierigen Werkzeugen). Berücksichtigen Sie die Kosten pro Stunde für die Lehrenden (je nach Technologie).

Zuschüsse und Spenden	JA/NEIN	JA/NEIN	<p>Dieser Teil kann eine permanente Finanzierungsquelle sein, sowohl zu Beginn des Projekts als auch jährlich als Teil der Einnahmen.</p> <p>Digitale Gestaltungs- und Produktionszentren werden derzeit stark gefördert. Es gibt offizielle Zuschüsse auf lokaler, staatlicher oder internationaler Ebene. Es gibt auch Zuschüsse von privaten Stiftungen. (*)</p> <p>Schulen verfügen nicht immer über ein festes Budget für die Einrichtung eines MakerSpace. (**)</p> <p>Kontakt zu Technologieunternehmen, um einen Ausrüstungskredit, eine Software-Spende usw. auszuhandeln. (***)</p>
Weitere Einnahmen	NEIN	JA/NEIN	<p>Möglichkeit des Verkaufs von Maker-Produkten, Merchandising, Materialien, Verkauf von gesunden Lebensmitteln und Getränken an Mitglieder, Durchführung von Veranstaltungen, Geburtstagen, Design-, Ingenieurs- und Herstellungsberatung usw.</p>

Quelle: [26]

(*) In jedem Land, jeder Region und sogar in jeder Gemeinde finden Sie verschiedene Möglichkeiten, Ihre MakerSpace-Projekte zum Zweck der Bildung zu finanzieren. Die Europäische Kommission, nationale Ministerien, Regionalregierungen oder Kommunen fördern die Finanzierung von Geräten und Ausrüstungen für Bildungsinnovationen, soziale und digitale Integrationsprogramme und sogar MakerSpaces!

()** Nicht immer kann mit einem bestimmten Budget gerechnet werden. Warum versuchen Sie es nicht mit verschiedenen Initiativen, wie Spenden oder die Weitergabe von Materialien zwischen Schulen, Crowdfunding durch Online-Plattformen oder Patenschaften? Tatsächlich wäre es am besten, der MakerSpace könnte sich so bald wie möglich finanziell selbst tragen. Es ist nicht so schwer, einen MakerSpace einzurichten. Die eigentliche Herausforderung besteht darin, dass dieser Raum sich nach ein, zwei oder mehr Jahren selbst tragen kann. [27]

(***)

- Technologieunternehmen, Geräteaustausch, Software Spenden, usw.
- Stiftungen von Privatunternehmen mit sozialer Zielsetzung, die die Aufmerksamkeit auf benachteiligte Gruppen, die Gleichstellung der Geschlechter, inklusive Technologie richten
- Auszeichnungen von Unternehmen, die den pädagogischen und sozialen Wert von Technologie-Projekten anerkennen, welche digitale Kompetenz fördern, usw.
- Auszeichnungen von Unternehmen für innovative Bildungsprojekte, Wettbewerbe, die Projekte zur sozialen Inklusion belohnen, usw.
- Große und kleine Unternehmen, die sich bereit erklären, als Sponsoren für bestimmte Labs oder Veranstaltungen zusammenzuarbeiten. Als Gegenleistung für die Aufnahme ihres Logos oder die Erwähnung des Firmennamens erklären Sie sich bereit, für einen gewissen Betrag zusammenzuarbeiten.

Es ist wichtig, den Privatunternehmen zu erklären, dass Ihre Initiative für sie wichtig sein könnte. Der Schlüssel liegt darin, dass Ihr MakerSpace-Projekt Teil der Gesellschafts- und Marketing-Strategie der Unternehmen werden kann.

Ein weiteres starkes Argument für die Bewilligung von Mitteln für Projekte, die auf Maker-Aktivitäten basieren, ist deren Bedeutung im Kampf für die Verringerung der Schulabbrecherquote. Es ist wichtig, dies gegenüber Organisationen, die Bildungs- und Sozialprojekte finanzieren können, hervorzuheben. Diese suchen nach „guten Projekten“, d.h. nach nachhaltigen, erzieherischen, sozialen und integrativen MakerSpace-Projekten. Es muss nur klar, detailliert und strukturiert erklärt werden, wie sie die Inklusion verbessern und damit auch die Schulabbrecherquote senken können:

- **Titel:** Ein kurzer, klarer Titel, der die wichtigsten Aspekte des Projekts zusammenfasst.
- **Zielgruppe:** Für wen ist es speziell bestimmt? Erfolg, weil Italien neu zum Projekt dazugestoßen ist, mit der Zielsetzung jungen Schulabbrechern zu helfen.
- **Beschreibung:** Welche Aktionen sollen durchgeführt werden? Art der Aktivitäten, Technologien, Bildungsziele und -kompetenzen, Inhalt der Aktivitäten, Zeitplan, Arbeitskräfte und verfügbare Materialien.
- **Zielsetzungen:** Welchen Beitrag leisten die Workshops oder Projekte für junge Menschen aus gefährdeten Gruppen? Hervorhebung von Schlüsselaspekten wie Inklusion, Bildung, Jugend, Technologie oder Beschäftigungsfähigkeit, um nur einige zu nennen.
- **Wert der Differenzierung:** Welchen erzieherischen und sozialen Wert der Differenzierung hat unser Projekt im Vergleich zu anderen, die um die Finanzierung konkurrieren?
- **Verwendung der Mittel:** Worin werden die Mittel investiert?
- **Verbreitungsplan:** Wie soll das Projekt verbreitet werden? Wenn möglich, fügen Sie einen aussagekräftigen Grafik- und Marketingplan bei (erklären Sie, wie es in der unmittelbaren Umgebung und im Bildungs- oder Sozialbereich verbreitet werden soll, wobei die Bedeutung der digitalen Medien zu berücksichtigen ist).
- **Nachhaltigkeit:** Erklären Sie, wie die Nutzung des MakerSpace nachhaltig sein kann, um potentiellen Schulabbrechern zu helfen.
- **Übertragbarkeit:** Welche Bedeutung wird unser Projekt haben? Kann unser Maker-Projekt auch für Bildungszwecke in anderen Bildungsbereichen angewandt werden und wie?

Schreiben Sie ein gut strukturiertes, vollständiges und übersichtliches Dossier mit Ihrem MakerSpace-Projekt, wobei Sie sich innerhalb einer Liste der angegebenen Aspekte fokussieren sollten. Stellen Sie die Hintergründe der Organisation, frühere Projekte und Erfahrungen im Zusammenhang mit dem Projekt vor.

4.1.1 Maker Aktivitäten und Nutzer organisieren

Ein MakerSpace ist ein gemeinschaftlich genutzter Ort, an dem eine Vielzahl von Aktivitäten geplant werden, die den Einsatz von Ausrüstung und Werkzeugen erfordern. Bei diesen Aktivitäten kann es sich um die Durchführung von Workshops, einen Programmier Club, die Reservierung von Raum/Maschinen für persönliche oder gemeinschaftliche Maker-Projekte usw. handeln. Aus diesem Grund ist es notwendig, ein Modell für die Koordination des Personals, die Verwaltung der Räume oder die Zusammenarbeit zwischen Schulen und anderen Makerspaces oder FabLabs zu erstellen.

4.1.2 Personal-Koordination

Es ist sinnvoll, verschiedene Rollen innerhalb des Personenkreises, der für den MakerSpace verantwortlich ist, zu etablieren, so dass dieser gut funktionieren kann. SchülerInnen und NutzerInnen werden unterschiedliche Rollen wahrnehmen:

1. **Administrative Rollen.** Allgemeine Organisation and Management
 - a) Buchungen
 - b) Materialien
 - c) Finanzen
 - d) Logistik

2. **Technische Rollen.** Spezialisiert auf die verfügbaren Geräte:
 - a) BedienerIn der 3D-Drucker

- b) BedienerIn der CNC Fräsmaschine/n
- c) BedienerIn der Lasermaschine/n
- d) Instandhaltung der Werkzeuge und Hilfsmaterialien

3. **Dozentenrolle.** Lehrerprofil und/oder Erfahrung in einer oder mehreren Technologien.

4.1.3 Buchungssystem

Jeder MakerSpace muss die Reservierung von Raum, Maschinen und Arbeitsplätzen entsprechend der jeweiligen Größe organisieren. Zu diesem Zweck ist es ratsam, ein Buchungssystem einzurichten, um die Zeiten zu optimieren und effiziente und vielfältige Tätigkeiten zu ermöglichen. Ein Buchungssystem ermöglicht es

- Angebot und Nachfrage zu optimieren,
- Probleme an wichtigen Tagen zu vermeiden,
- Chancengleichheit von Menschen, Gruppen und Aktivitäten zu fördern
- Es ermöglicht auch, dass der MakerSpace-Nutzung für SchülerInnen, LehrerInnen und Arbeitskreise garantiert wird

Reservierungen können als Zeiträume betrachtet werden, die ein/e BenutzerIn/Gruppe erwirbt und die ihm/ihr die ausschließliche Nutzung einer bestimmten für die Vorbereitung und Nachbearbeitung seiner/ihrer Arbeit im Zusammenhang mit der digitalen Fertigung erforderlichen Maschine oder eines Arbeitsbereichs, gewährt.

Wie? Es ist ratsam, eine Online-Reservierung über ein Web-Formular oder über eine bestehende Bildungsplattform zu ermöglichen.

Aufgrund der unterschiedlichen Dauer von Projekten und Maker-Aktivitäten ist es ratsam, die Reservierungen für jede Maschine oder Aufgabe auf eine jeweils passende Art und Weise zu koordinieren.

Hierfür werden Zeitspannen festgelegt, die Zeit wird optimiert und der/die NutzerIn kann seine/ihre Arbeit zufriedenstellend erledigen.

Mit dem Reservierungsformular können sowohl von den zu erledigenden Arbeiten als auch von den SchülerInnen und LehrerInnen, die es nutzen, Daten gesammelt werden. Wenn man auf die Nutzer hört, ihre Anliegen und Fähigkeiten kennt, ist es möglich, den Service zu verbessern.

Wann? Die Nutzung des MakerSpace sollte während der Schulzeit vorrangig für die SchülerInnen möglich sein, sogar am Ende des Schultages sollte ein Zeitfenster für den Zugang eingeräumt werden, so dass sie ihn wie eine Schulbibliothek nutzen können.

Besondere Wertschätzung sollte der Option entgegengebracht werden, die Dienste des MakerSpace nach Schulschluss auch der Nachbarschaft anzubieten. Dies verbessert die Beziehung zum unmittelbaren sozialen Umfeld.

Wenn alle Benutzer im Voraus buchen können, ist es ratsam, einen monatlichen Buchungskalender einzurichten. Auf diese Weise kann der Reservierungszähler regelmäßig auf null gesetzt werden, sodass bei sehr intensiver Nutzung des MakerSpace jedeR immer wieder die Möglichkeit zur Buchung erhält, wenn ein Zeitraum abgelaufen ist.

Wie lange? Es ist ratsam, die maximale Reservierungszeit zu begrenzen, um Dauerreservierungen und mögliche Staus an kritischen Terminen zu verhindern und um allen NutzerInnen die gleichen Möglichkeiten zu geben. Mit anderen Worten, legen Sie eine maximale Anzahl von Reservierungsstunden pro Tag, Woche oder Monat fest. Beispiel:

- Einzelne Reservierungen: max. 2 Stunden/Tag – bei gleichzeitig erlaubten Maschinen – und 5 Stunden/wöchentlich
- Gruppenreservierungen: Sie werden je nach Verwendungszweck auf eine bestimmte Art und Weise verwaltet.

- Einzelreservierungen: Individual Reservations: max. 2 Stunden/Tag – bei Erlaubnis, mehrere Maschinen gleichzeitig zu nutzen – und 5 Stunden/Woche
- Gruppenreservierungen: Sie werden je nach Nutzungszweck nach bestimmten Kriterien gehandhabt.

Beispiel von Reservierungen mit verschiedenen Zeitschienen:

- Lasercutter: kann im $\frac{1}{2}$ -Stunden-Rhythmus reserviert werden
- 3-Achsen-Fräsmaschine: kann im 1-Stunden-Rhythmus reserviert werden
- 3D-Drucker: kann im 2-Stunden-Rhythmus reserviert werden.

4.1.4 Zusammenarbeit von Schulen und MakerSpaces

MakerSpaces sind informelle Lernräume für Gleichgesinnte und Gruppen. In MakerSpaces, die nicht über festangestelltes Personal verfügen, ist es üblich, Schulungskurse für den Gebrauch einzelner Geräte anzubieten. Außerdem funktionieren viele dieser MakerSpaces dadurch, dass Gruppen an einem gemeinsamen Thema arbeiten, und alle Beteiligten am Entstehungs- und Lernprozess teilnehmen. In den letzten Jahren ist der Begriff DIWO (Do It With Others) viel genutzt worden, um diese Art von gruppenspezifischen Prozessen im Zusammenhang mit „Do it yourself“-Strategien zu kennzeichnen. Sehen wir uns verschiedene Modelle der Zusammenarbeit mit Schulen, die über einen MakerSpace verfügen, an:

Management von Lehrprojekten verstanden als jene gemeinschaftlichen Arbeiten, die im MakerSpace realisiert werden und von Fächern abgeleitet sind, die in anderen Zentren unterrichtet werden.

Unterrichtseinheiten mit Gastexperten bei denen externe Fachleute, Mitglieder der lokalen Maker Community, zu regelmäßigen Schulungen für SchülerInnen, die sich freiwillig dazu entscheiden, die digitalen Fertigungsprozesse zu erlernen, eingeladen werden.

Spezifische externe Schulungen (nach Fächern und Gruppen) durch externe Personen, bei denen ein personalisierter Schulungsplan für alle SchülerInnen entworfen werden kann. Diese passen sich an die Bedürfnisse der von den LehrerInnen vorgeschlagenen Projekte an.

Lehrerfortbildungen und Workshops die von externem Personal geleitet werden, sind fortgeschrittene und längerfristige Lehrgänge mit dem Ziel, Lehrer allgemein auszubilden. Möglich zu geplanten Terminen und bei ausreichender Kapazität in den verfügbaren Räumen.

5 Gesundheit und Sicherheit – Sicherheit in pädagogischen MakerSpaces

(aus einem MOOC Kurs der Raspberry Foundation „BUILD A MAKER SPACE FOR YOUNG PEOPLE“ [28, 29])

Siehe auch hier:

- Make: Magazine’s common safety rules for school makerspaces
- The Safe Workshop poster by William Gurstelle

Wie gestalte ich meinen MakerSpace sicher? Um die Sicherheit und das Wohlbefinden der Maker zu gewährleisten, gibt es eine Reihe von Überlegungen, von der Lage und der Anordnung des Raumes selbst, über Werkzeuge und Ausrüstung bis hin zu Sicherheitsrichtlinien und Schulungen für alle Beteiligten. Hier ist eine Übersicht über die Sicherheitsrichtlinien, die Sie berücksichtigen sollten. Bitte beachten Sie, dass das Video nur Musik enthält.

5.1 Wie kann ich einen sicheren MakerSpace erstellen?

1. Prüfen Sie, ob in Ihrer Schule oder Organisation bereits Regeln oder Anleitungen gelten. In Klassenräumen für Naturwissenschaften, Informatik, Kunst und Werken gibt es oft eine Reihe von Regeln sowie eine Risikobewertung. Sprechen Sie mit den

Erwachsenen, die regelmäßig in diesen Räumen unterrichten, um diese kennen zu lernen und sich über häufige Risiken zu informieren.

2. Sobald Sie ein besseres Verständnis der Gefahren haben und die üblichen Hinweise für den Gebrauch kennen, entwickeln Sie eine Liste von Regeln für Ihren MakerSpace. Lassen Sie diese von der an Ihrer Schule oder Ihrem Veranstaltungsort zuständigen Person für Gesundheit und Sicherheit überprüfen.
3. Vergewissern Sie sich, dass Sie ein Erste-Hilfe-Set in Ihrem MakerSpace haben, und nehmen Sie an einem Erste-Hilfe-Kurs teil. Es gibt viele Kurse, sowohl Online- als auch Präsenzlehrgänge, die Ihr Arbeitgeber für Sie organisieren kann.
4. Seien Sie nicht schüchtern – veröffentlichen Sie Ihre Regeln! Um eine Atmosphäre persönlicher Verantwortung zu fördern, ist es sinnvoll, einige Sicherheitsregeln an einem gut sichtbaren Ort, z.B. an einer Wand, aufzuhängen, wo jeder auf sie verweisen kann. Es sollte auch eine Voraussetzung für den Zutritt zum MakerSpace sein, dass sich die Teilnehmer bereit erklären, sich an die Regeln zu halten.
5. Führen Sie eine Risikobewertung des MakerSpace, seiner Werkzeuge und der Aktivitäten, die in ihm stattfinden werden, durch. Erstellen Sie eine Checkliste mit Fragen, die Sie sich alle paar Wochen stellen sollten:
 - Haben Sie die Ausrüstung, die Sie brauchen, um mit jedweden Situationen umgehen zu können, die sich ergeben könnten?
 - Gibt es klare Handlungsabläufe für Verletzungen oder Notfälle?
 - Gibt es in Ihrem MakerSpace besondere Materialien oder Chemikalien, die im Falle eines Missgeschicks einer speziellen Behandlung oder bestimmter Maßnahmen bedürfen?

6. Überprüfen Sie vor jedem Unterricht in Ihrem MakerSpace die gesamte Sicherheitsausrüstung. Ist eine Schutzbrille zerbrochen? Gibt es Löcher in den Handschuhen, die beim Umgang mit heißen Gegenständen benutzt werden? Stellen Sie sicher, dass beschädigte Ausrüstung ordnungsgemäß zur Reparatur oder Entsorgung dokumentiert und aus dem Raum entfernt oder unzugänglich gemacht wird.
7. Überlegen Sie, welche Maßnahmen es für Teilnehmer geben soll, die sich nicht korrekt verhalten oder die Regeln des MakerSpace ignorieren. Wenn Sie z.B. mit jungen Menschen löten, sollten Sie eine Null-Toleranz-Strategie in Bezug auf inakzeptables Verhalten in Betracht ziehen, um die Sicherheit aller zu gewährleisten.

5.2 Was müssen meine MakerSpace Teilnehmer wissen?

1. Eine Gesundheits- und Sicherheitseinweisung sollte verpflichtend sein, bevor jemand den MakerSpace oder ein neues Gerät darin benutzen darf. Um dies nachverfolgen zu können, können Sie die Teilnehmer eine Vereinbarung unterzeichnen lassen, in der sie erklären, dass sie die Regeln der Werkstatt verstehen und einhalten werden. Die Unterzeichnung eines Vertrages verstärkt die rechtliche Verbindlichkeit der Regeln und verleiht der Arbeit im MakerSpace oft zusätzliche Bedeutung und Begeisterung.
2. Es sollte eine starke Betonung auf die persönliche Verantwortung für die Sicherheit im MakerSpace, sowohl für sich selbst als auch für andere, gelegt werden. Jeder Einzelne ist für die Sicherheit in der Werkstatt verantwortlich. Dazu gehört auch die Meldung beschädigter Ausrüstung, verschütteter Flüssigkeiten oder gefährdenden Verhaltens.
3. Ein kurzes Quiz oder Rollenspiel kann dazu dienen, das Verständnis der Regeln zu testen und die Wichtigkeit zu verstärken. Sie können sich auch regelmäßig auf die ausgehängten Regeln beziehen, um die Schüler an ihre Verantwortlichkeiten zu erinnern.

Konzentrieren Sie sich z.B. jede Woche auf eine der MakerSpace-Regeln und loben Sie dann die Schülerinnen und Schüler, die sich gut und in Übereinstimmung mit der Regel dieser Woche verhalten – dies hilft, erwünschte Verhaltensweisen langfristig zu verstärken.

Generelle Richtlinien zur Berücksichtigung:

- Am besten ist es, mit einfachen Materialien zu beginnen. Pappe, Klebeband und Lutscher-/Eisstiele eignen sich hervorragend für die Herstellung von Modellen im Anfangsstadium, ihre Beschaffung erfordert nur minimale finanzielle Mittel und ihre Verwendung erfordert nur wenig Schulung und Aufsicht. Besorgen Sie gerne ausgefallenerere Materialien wie Acryl oder Sperrholz für ältere oder erfahrenerere Maker, aber Sie brauchen nicht viel, um zu starten.
- Berücksichtigen Sie bei der Auswahl der Arbeitsgeräte Ihre Teilnehmer sowie die zusätzliche Verantwortung, die der Gebrauch dieser Geräte sowohl für Sie als auch für die Schüler mit sich bringt. Die Wahl des richtigen Gerätemodells kann entscheidend sein. So sind z.B. einige 3D-Druckermodelle so konstruiert, dass sie modifiziert werden können, und haben offene Seiten und leichten Zugang zu heißen Teilen, während andere für den Einsatz in Schulumgebungen konzipiert sind und integrierte Sicherheitsfunktionen haben (z.B. einen Deckel, der sich nicht öffnet, wenn die Komponenten heiß sind).
- Werkzeuge und Maschinen müssen genügend Platz haben, um ohne Gefährdung des Bedieners oder anderer Personen im Raum betrieben werden zu können. Wenn viele Ihrer Schüler eine Maschine benutzen wollen, dann überlegen Sie schon bei der Planung der Making Session, ob ein Warteschlangensystem sinnvoll ist, das zu viele Kinder an der Maschine vermeidet. Die Arbeit mit Werkzeugen und Maschinen erfordert Konzentration. Durch Gespräche oder die Nähe anderer Personen, die die Maschine

beobachten oder benutzen wollen, können die Teilnehmer leicht abgelenkt werden, was zu Verletzungen führen kann.

- Halten Sie die Arbeitsräume sauber und ordentlich, und motivieren Sie die Schülerinnen und Schüler, einen strengen Ablauf beim Aufräumen einzuhalten. Minimieren Sie die Anzahl der Kabel, die über Arbeitsbereiche oder Böden verlaufen, indem Sie Verlängerungskabel verwenden und diese abdecken, um Stolper Risiken zu vermeiden..
- Denken Sie daran, dass Sie für die Werkzeuge und Geräte verantwortlich sind, die Ihre Schülerinnen und Schüler benutzen – geben Sie ihnen keine defekte oder riskante Ausrüstung! Alle schadhafte Kabel oder beschädigten Elektrowerkzeuge sollten entweder entsorgt oder von einem Fachmann repariert werden.
- Ihr MakerSpace sollte über eine angemessene Belüftung verfügen, um die Risiken zu minimieren, die von Dämpfen aus verschütteten Flüssigkeiten oder anderen Zwischenfällen ausgehen. Auch beim Löten entstehen Dämpfe, die gefährlich sein können. Stellen Sie daher sicher, dass diese Tätigkeit immer nur in einem gut belüfteten Raum stattfindet. Stellen Sie sicher, dass Sie an ein Fenster oder eine Tür gelangen und diese öffnen können, um frische Luft hereinzulassen (und die Studierenden herauszulassen), falls dies nötig sein sollte.
- Bei der Arbeit mit bestimmten Werkzeugen oder unter bestimmten Bedingungen kann Spezialkleidung erforderlich sein. Zum Beispiel:
 - Beim Schleifen, Löten und beim Umgang mit allen Chemikalien, die Dämpfe oder Partikel abgeben könnten (z.B. Sprühfarbe, Bleichmittel, Aceton, Isopropylalkohol, Lacke und Öle), sollten Masken getragen werden.
 - Schutzbrillen sollten reichlich vorhanden sein, idealerweise hängend und gut sichtbar, wenn man den Raum betritt.

Verkratzte/beschädigte Schutzbrillen sollten weggeworfen werden, wenn sie die Sicht behindern.

- Schürzen. Je nach Verwendung möchten Sie vielleicht etwas dickere oder flüssigkeitsdichte Schürzen zur Verfügung stellen. Wenn Sie mit einfachen Bastelmaterialien arbeiten, sollte ein einfacher Kittel ausreichen, um die Kleidung zu schützen.
- Beim Umgang mit Chemikalien, heißen Materialien oder Elektrowerkzeugen, insbesondere mit allem, was Funken erzeugen kann, sollten Handschuhe getragen werden. Einfache Gartenhandschuhe sind völlig ausreichend. (Kein Plastik!)
- Schuhe. Stellen Sie sicher, dass jeder immer Schuhe trägt, da es in einer Werkstattumgebung viele Gefahren für nackte Füße gibt, darunter Chemikalien, Bruchstücke und heruntergefallene Werkzeuge.

5.3 Übung

Nehmen Sie sich einen Moment Zeit, um über den Raum nachzudenken, den Sie bestimmt haben, über die Aktivitäten, die Sie planen, und über die Ausrüstung, die Sie gerne hätten.

- Welche Bedenken haben Sie hinsichtlich der Schaffung eines sicheren Umfelds?
- Wer kann Ihnen bei der Schaffung dieses Umfelds helfen?
- Hat Ihr MakerSpace besondere Sicherheitsaspekte?

6 Praktische Aktivitäten

Auf den folgenden Seiten finden Sie ein paar Vorschläge für praktische Aktivitäten. Weitere Details über diese Projekte sowie zusätzliche Vorschläge sind in der IO1 Make In Class Kompetenzkarte enthalten [30].

6.1 3D-Druck — Alles was Sie wissen müssen

Die Basics — Was ist 3D-Druck?; Wie funktioniert ein 3D-Drucker?; Eine kurze Geschichte des 3D-Drucks; Vorteile und Grenzen des 3D-Drucks; Anwendungen für 3D-Druck; 3D-Druck vs. traditioneller Fertigung; verschiedene 3D-Druck-Verfahren; die unterschiedlichen Arten von 3D-Druck; Fused Deposition Modelling (FDM); Stereolithography & DigitalLight Processing (SLA & DLP); Selective Laser Sintering (SLS); SLS vs. MJF; Direct Metal Laser Sintering & Selective Laser Melting (DMLS & SLM); Vergleich der verschiedenen Metall-3D-Druck-Technologien; Wie wählt man das passende 3D-Druck-Verfahren?; 3D-Druck-Materialien; Gestaltung für 3D-Druck; Was ist die beste Software für 3D-Druck?; 3D-Druckstarten; Welchen 3D-Drucker Sie kaufen sollten; Nützliche Quellen

Benötigte Zeit: 30/60 Stunden

Werkzeuge/Ausstattung: 3D-Drucker, MakerSpace

Level: Anfänger/Mittelstufe

Erfahrung: Aktivität wurde mit unseren SchülerInnen schon durchgeführt

Anzahl: 20

Kompetenzen: Kommunikation in Fremdsprachen, Kompetenzen in Naturwissenschaften und Technik, Digitale Kompetenzen: Digitale Elektronik, Maker Themen

Gruppengröße: Einzeln oder in Kleingruppen

Informationen: [31, 32, 33]

6.2 Ein Modellauto bauen

Ein Modellauto bauen, beginnend mit technischer Zeichnung des Modells unter Verwendung einer CAD-Software. Alle mechanischen und

elektrischen Komponenten des Automodells müssen konstruiert und zusammgebaut werden. Dann können die Tests beginnen. Diese sollten sowohl die Bewegung des Autos als auch die Steuerung und die Verbindung zwischen Modell und Handy des Schülers beinhalten.

Benötigte Zeit: 70 Stunden

Werkzeuge/Ausstattung: Metallblech-Werkstatt, CAD-Plätze, Elektronik-Labor

Level: Mittelstufe

Erfahrung: Keine Vorkenntnisse erforderlich

Anzahl: 10

Kompetenzen: Englisch, CAD-Kenntnisse, Mathematik, Kenntnisse unterschiedlicher Materialien, Grundlagen der Elektronik und Programmierung, grundlegende Werkstatt-Praxis

Gruppengröße: Möglich in Kleingruppen von 2/3 Personen, idealerweise in Einzelarbeit

6.3 Erstellen einer Verpackungs- Stanze/Verpackungsdesign-Prozess

Schritt-für-Schritt-Anleitung, eine Verpackung zu erstellen mit besonderem Fokus auf das Erstellen der Stanze. Was ist eine Stanze und wie stellen wir sie her? Wie entwickeln wir eine Stanze? Welche Eigenschaften braucht die Stanze?

Benötigte Zeit: 5 bis 10 Einheiten

Werkzeuge/Ausstattung: Computer-Graphik, Schneidemes-
ser, Lineal, Scheren

Materialien: Karton

Level: Mittelstufe

Erfahrung: Kompetenzen in Naturwissenschaften und Technik, Digitale Kompetenzen

Anzahl: 20

Kompetenzen: Competences in science and technology, Digital competence

Gruppengröße: in Kleingruppen oder Einzeln

Informationen: TTP TECHNOLOGY SRLS [34, 35, 36]

6.4 Skyline 3D Modellierung

Die SchülerInnen entwickeln einen 3D-druckbaren Prototypen ihrer Nachbarschaft oder der Stadtsilhouette. Bei diesem Projekt können die SchülerInnen ihre nähere Umgebung würdigen und die Elemente auswählen, die sie für die Gestaltung ihrer Stadtlandschaft unter Berücksichtigung historischer, geographischer, touristischer oder kultureller Aspekte für relevant halten.

Benötigte Zeit: 40 Stunden

Werkzeuge/Ausstattung: Computer für: Internetnavigation, digitale Präsentationen, Videoschnitt, einfache 3D-Modellierung, Nachbearbeitung für den 3D-Druck. Smartphones (für Videoaufnahmen). 3D-Drucker.

Materialien: Kunststoff-Filament (PLA, TPE, PC)

Level: Anfänger und Mittelstufe

Erfahrung: Keine Vorkenntnisse erforderlich

Anzahl: 20-25

Kompetenzen: Digitale Kompetenzen: Navigieren, Suchen, Filtern und Verwalten von Informationen, Englisch, Erstellen digitaler Inhalte, einfache 3D-Modellierungsfähigkeiten. Anwendung

von mathematischen Berechnungen, Geometrie und physikalischen Prinzipien, Kenntnisse zu Kunststoff-Filament.

Gruppengröße: Kann in Gruppen von 3/4 durchgeführt werden.

6.5 Werkzeugmacher-Klemmen

Eine Schnellspannklemme, die zwei Objekte für die Bearbeitung wie Bohren, Fräsen usw. sicher zusammenhält. Diese Klemme verfügt über eine Funktion, die ohne Verlust der vorherigen Einstellungen gelöst werden kann.

Benötigte Zeit: 30 Stunden

Werkzeuge/Ausstattung: Dreh-, Fräs- und Bohrmaschine

Materialien: Blanker Baustahl/Weichstahl und Gewindestange

Level: Mittelstufe

Erfahrung: Grundlegende Kenntnisse zur Sicherheit in einer Maschinenwerkstatt

Anzahl: Eine/r für jedes Projekt

Kompetenzen: Englisch, CAD Kenntnisse, mathematische Berechnungen, Kenntnisse zu verschiedenen Materialien, Grundlagenwissen im Bereich Elektronik und Programmierung, praktische Werkstatt-Kenntnisse

Gruppengröße: Dieses Projekt kann in Einzel- oder Gruppenarbeit durchgeführt werden, bevorzugt jedoch in Einzelarbeit.

Informationen: [37, 38, 39]

6.6 Das WinkDings

Wir löten ein „Winkdings“, ein einfaches POV-Gerät (POV = Persistence of Vision, zu Deutsch: Bildnachwirkung), mit dem man in die Luft malen kann. Dabei lernen wir die Grundlagen des Stroms, der Elektronik und des Lötens kennen.

Wir bauen dazu zuerst eine kleine Schaltung mit einer LED, die wir zum Leuchten bringen. Im Anschluss machen wir eine einfache Lötübung. Das Winkdings ist so etwas wie eine einreihige LED-Anzeige, deren angezeigtes Muster oder Symbol erst durch Bewegung sichtbar wird. Hier wird der Effekt der Persistence of Vision (POV) ausgenutzt. Jedes Kind bekommt seine eigene Platine, die es mit diversen Bauteilen, wie z.B. LEDs, Mikro-Controller und Widerständen, bestückt und diese auch selbst verlötet. Dafür steht jedem Kind ein eigener Lötplatz zur Verfügung.

Benötigte Zeit: 3 Stunden

Werkzeuge/Ausstattung: soldering station, tin, third hand, sidecutter, safety glasses

Materialien: ATTiny2313, IC-Sockel 20polig, LED 5mm rot, Widerstand 47 Ohm, Widerstand 10 kOhm, Stiftleiste 2×3polig, Batteriebox für 2 AA-Batterien (mit Schalter), zusätzlich Klettverbindung (Platine auf Batteriebox), 2 AA-Batterien

Level: Mittelstufe

Erfahrung: Grundlegende Kenntnisse im Löten sowie in Elektronik sind erforderlich

Anzahl: Max. 15, abhängig davon, wie viele Lötstationen zur Verfügung stehen

Kompetenzen: Die SchülerInnen erwerben Fähigkeiten zum Bestücken, Löten und Programmieren einer einfachen Platine

Gruppengröße: Dieses Projekt muss in Einzel- oder Partnerarbeit durchgeführt werden

Informationen: [40]

6.7 Piepdings – Das Spiel

Wir löten ein „Piepdings“, ein interaktive Sound-Spiel-Gerät und lernen dabei die Grundlagen des Stroms, der Elektronik und des Lötens kennen.

Wir bauen dazu zuerst eine kleine Schaltung mit einer LED, die wir zum Leuchten bringen.

Im Anschluss machen wir eine einfache Lötübung. Danach bauen wir die Schaltung für ein einfaches Spiel auf einem Steckbrett auf und erklären deren Funktionsweise.

Im Laufe des Kurses lötet jedes Kind sein eigenes, interaktives Sound-Spiel-Gerät. Das Piepdings ist eine Spiel-Schaltung, die ein interaktives Ton- und Farben-Merk-Spiel ermöglicht. Jedes Kind bekommt seine eigene Platine, die es mit diversen Bauteilen, wie z.B. LEDs, Taster, Mikro-Controller und Lautsprecher bestückt und diese Bauteile auch selbst einlötet.

Neben dem Erwerb der Fähigkeiten zum Bestücken und Löten einer einfachen Platine, hat jedeR TeilnehmerIn noch den Mehrwert des Gedächtnis-Training-Spiels.

Benötigte Zeit: 3 Stunden

Werkzeuge/Ausstattung: soldering station, tin, third hand, sidecutter, safety glasses

Materialien: Platine, ATTiny2313, IC-Sockel, LED1-LED8, R1; R3, R4; R2-Taster, Kondensator 100nF, Buzzer, Batteriehalter für 3x AAA, ISP

Level: Anfänger bis Mittelstufe

Erfahrung: Grundlegende Kenntnisse im Löten sowie in Elektronik sind erforderlich

Anzahl: 8-14

Kompetenzen: Neben dem Erwerb der Fähigkeiten zum Bestücken und Löten einer einfachen Platine, hat jedeR TeilnehmerIn noch den Mehrwert des Gedächtnis-Training-Spiels.

Gruppengröße: einzeln oder im Zweierteam

Informationen: [41]

6.8 Herstellung einer Verpackung

Erstellen einer Modell-Verpackung, 5 grundlegende Schritte zur Erstellung einer Kartonverpackung: Briefing, Konzept, Modell, Markttest, Einsatz

Benötigte Zeit: 20/40 Stunden

Werkzeuge/Ausstattung: Bleistifte, Papier, Karton, Scheren, Kleber, Geodreieck, Schneidmesser, Computer, Grafikdesign-Software (Adobe Illustrator)

Materialien: cardboard, paper

Level: Fortgeschrittene

Erfahrung: In jedem Schuljahr führen unsere SchülerInnen dieses Projekt unter Einhaltung der beschriebenen 5 Schritte durch.

Anzahl: 20

Kompetenzen: Kommunikation in Fremdsprachen, Kompetenzen in Naturwissenschaften and Technik, digitale Kompetenzen, mathematische Kompetenzen: Graphikdesign-Software-Fähigkeiten, handwerkliche Fähigkeiten, Fähigkeiten in technischem Zeichnen, mathematische Fähigkeiten, kreative Fähigkeiten

Gruppengröße: Kann in Gruppen von 3/4 oder in Einzelarbeit durchgeführt werden.

Informationen: [42]

6.9 Höhenmodell – Unterstufe

Die SchülerInnen erarbeiten sich das Thema des Höhenmodells, indem sie aus einer zweidimensionalen Karte mit Höhenlinien ein dreidimensionales Modell erstellen und mit einem 3D-Drucker ausdrucken. Hier kann man die Bedeutung der Höhenlinien und des Höhenprofils mit der CAD-Software individuell erfahrbar machen.

Benötigte Zeit: 5 Stunden (ohne Druck)

Werkzeuge/Ausstattung: PCs (mit Internetverbindung) TinkerCAD-Account 3D-Drucker mit 3D-Druck-Material

Materialien: 3D-Druck-Materialien

Level: Anfänger

Erfahrung: Keine Vorkenntnisse erforderlich

Anzahl: 2 bis 30

Kompetenzen: Die SchülerInnen lernen, zweidimensionale Körper gedanklich in dreidimensionale Körper umzuwandeln. Sie lernen außerdem die Grundlagen der 3D-Modellierung und des 3D-Drucks kennen.

Gruppengröße: Dieses Projekt kann in Einzel- oder Gruppenarbeit durchgeführt werden.

Informationen: [43]

6.10 Höhenmodell – höhere Klassen

Die SchülerInnen entwerfen ein Planquadrat der Vereinigten Staaten mit entsprechenden Höhen. So kann sich die Schülergruppe später mit dem Einfluss der Höhe auf Klima, Vegetation und Landnutzung befassen. Anhand der Farbe im Atlas können die SchülerInnen die Höhe der verschiedenen Landesteile erkennen. Darüber hinaus helfen ihnen die einzelnen Höhenangaben auf der Karte bei der Gestaltung ihres Modells.

Benötigte Zeit: 5 Stunden (ohne Druck)

Werkzeuge/Ausstattung: PCs (mit Internetverbindung) TinkerCAD-Account 3D-Drucker mit 3D-Druck-Material

Materialien: 3D-Druck-Material

Level: Anfänger

Erfahrung: Keine Vorkenntnisse erforderlich

Anzahl: 2 bis 30

Kompetenzen: Die SchülerInnen lernen, zweidimensionale Körper gedanklich in dreidimensionale Körper umzuwandeln. Sie lernen außerdem die Grundlagen der 3D-Modellierung und des 3D-Drucks kennen.

Gruppengröße: Dieses Projekt kann in Einzel- oder Gruppenarbeit durchgeführt werden.

Informationen: [44]

6.11 Bau eines Spielzeugautos

Ziel ist es, ein Auto zu bauen, das nur durch die Schwerkraft durch eine Bahn aus Holz gleitet. JedeR TeilnehmerIn verfügt über einen Bausatz von Teilen (Holz, Schrauben, Klebeband, ...) und muss außerdem mit Hilfe einer 3D-Modellierungssoftware und 3D-Druck Auto bauen, das die Bahn hinuntergleitet und am Ende der Bahn ankommt. Die Aufgabe ist jedoch nicht nur, ein schnelles, sondern auch ein schönes Auto zu bauen. Das Spielzeugauto kann mit elektronischen Komponenten (Spoiler, ein Motor, Lichter, ...) noch verbessert werden. Basierend auf der Project Based Learning-Methodologie (PBL).

Benötigte Zeit: 40 Stunden

Werkzeuge/Ausstattung: Holzwerkstatt, Computer für: 2D- und einfache 3D-Modellierung, Nachbereitung für den 3D-Druck. 3D-Drucker, Laser-Cutter. Computer für digitale Präsentationen.

Materialien: Holz, Sperrholzplatten, Karton, Leim, Schrauben, Schraubenzieher, Klebeband usw., Kunststoff-Filament (PLA, TPE, PC). Elektronische Komponenten, Mikrocontroller, Elektromotoren.

Level: Anfänger und Mittelstufe

Erfahrung: Keine Vorkenntnisse erforderlich

Anzahl: 20-25

Kompetenzen: Grundlegende Materialkenntnisse, grundlegende Werkstatterfahrung, Anwendung von mathematischen Berechnungen und Geometrie, physikalische Prinzipien, Kenntnisse über Kunststoff-Filament, digitale Kompetenzen: digitale Präsentationen, 2D- und einfache 3D-Modellierungskennntnisse, grundlegende Kenntnisse zum Laser-Cutting, einfacher 3D-Druck, grundlegende Elektronik- und Programmierkenntnisse.

Gruppengröße: Kann in Gruppen von 3/4 durchgeführt werden, idealerweise jedoch in Einzelarbeit.

6.12 Erforschung von Drohnenkomponenten

Die wichtigsten Komponenten einer Drohne und ihre Funktionen werden untersucht.

Benötigte Zeit: 20/40 Stunden

Werkzeuge/Ausstattung: Digitale Elektronik, Drohnen [s. links]

Materialien: Digitale Elektronik, Drohnen [s. rechts]

Level: Mittelstufe

Erfahrung: Bauen, verbinden, Firmware programmieren

Anzahl: 20

Kompetenzen: Kompetenzen in Naturwissenschaften und Technik, Digitale Kompetenzen

Gruppengröße: Aktivität in Kleingruppen oder in Einzelarbeit

Informationen: [45]

7 Evaluation

Gemäß den Zielen des Projektvorschlags für das Pädagogische Handbuch sollten die vorgeschlagenen Evaluierungskriterien einen Nachweis über die Wirksamkeit der Maker-basierten Aktivität als Bildungsmethode zur Unterstützung von inklusiven Strategien für uninteressierte Schüler, Schulabbrecher, potenzielle Schulabbrecher, Schüler mit schlechten Leistungen und Schüler mit Migrationshintergrund erbringen. Da sich die Schulen unter anderem auch mit den Lernaspekten befassen sollten, die erforderlich sind, um die Schülerinnen und Schüler auf den Arbeitsplatz vorzubereiten, schlägt dieses Projekt eine Methodik vor, die sich auf makerbasierte Räume wie FabLabs, Co-Working Spaces und ihre Technologien stützt, in denen die Schülerinnen und Schüler handeln können als wären sie in realen Arbeitsumgebungen. Lehrpläne sollten im Dialog und in Partnerschaft zwischen Lehrkräften, Schülern und Arbeitsmarktakteuren entwickelt und überwacht werden, wobei neue Lehr- und Lernmethoden genutzt werden sollten, damit die Schüler relevante Fähigkeiten erwerben, die ihre Chancen auf Anstellung verbessern.

7.1 Hard-Skills

Wie bereits in dem Projektdokument mit dem Titel IO1 Make In Class Competence Map (IO1-Kompetenzkarte für den Unterricht) ausführlich dargelegt, wirkt sich jede Maker-basierte Aktivität auch auf die

Hard-Skills positiv aus. Lehrer müssen die Schülerinnen und Schüler auch anhand traditioneller Kriterien beurteilen, die darauf ausgerichtet sind, ihr Lernniveau in Bezug auf die Hard-Skills zu messen. Letztlich wäre es gar nicht so schwierig, bei der Zuteilung der Stimmen ein Mindestmaß an Übereinstimmung festzustellen und sich so pragmatisch zwischen Kollegen zu einigen und die Empfehlungen der nationalen Lehrpläne anzuwenden. In der Regel gibt die Schulordnung Richtlinien vor, wie z.B. das Analyseraster, das die Analyse von gemachten Fehlern und spezifischen Eigenschaften einer Ausarbeitung begründet. Die gegenwärtigen Schulsysteme haben in mehreren Ländern auch das Konzept der formativen Beurteilung in den pädagogischen Kontext eingeführt. Damit ist nicht eine starre, pünktliche und manchmal lähmende Verifikation der bestehenden Sachlage gemeint, sondern eine Tätigkeit, die dem Lehrer ein Feedback im Zusammenhang mit einer schulischen Intervention gibt, so dass die Ergebnisse bei der nachfolgenden Lehrtätigkeit berücksichtigt werden können.

Dies schließt Momente der summativen Evaluation nicht aus: Die Anfangs- und Zwischenevaluation sollte aber vor allem aus didaktischer (operativer) Sicht eine Funktion haben: sie sollte „formativ“, „diagnostisch“, „prognostisch“ und „therapeutisch“, „programmatisch“ und „planerisch“ sein. Das bedeutet, dass die Evaluation hauptsächlich „Prozess“ und nicht nur „Produkt“ sein sollte.

In diesem Projektansatz und in Übereinstimmung mit dem zuvor Gesagten empfehlen wir den Lehrkräften, während des gesamten Prozesses der makerbasierten Aktivität mehrere Auswertungen anzusetzen, zum Beispiel am Ende jeder didaktischen Einheit/jedem Modul, aus der/dem sich die Aktivität zusammensetzt.

7.2 Soft-Skills

Der vorgeschlagene Ansatz erachtet es als wichtig, jenes Wissen der SchülerInnen zu überwachen und zu messen, das aus Soft Skills besteht. So können Schüler-Engagement, Motivation und Empathieaspekte nachgewiesen werden – d.h. wenn Soft Skills nur gering ausgeprägt sind, sind dies immer auch Merkmale potenzieller Schulab-

brecher. Soft Skills weisen auf eine Reihe von immateriellen persönlichen Qualitäten, Eigenschaften, Merkmalen, Attributen, Gewohnheiten und Einstellungen hin, die in vielen verschiedenen Arten von Berufen eingesetzt werden können – insbesondere zeigen die SchülerInnen die Soft Skills in MakerSpace-basierten Räumen, wenn die Aktivitäten so wie an realen Arbeitsplätzen strukturiert und durchgeführt werden.

Traditionelle Lehrer Bewertungskriterien konzentrieren sich auf die „hard skills“, die hauptsächlich mit dem Wissen über schulische Themen zusammenhängen und sie geben nur wenig Aufschluss über Aspekte der persönlichen und sozialen Fähigkeiten der SchülerInnen, effektiv mit der realen Arbeitswelt umzugehen (d.h. über die „soft skills“). Es ist inzwischen weithin anerkannt, dass Soft Skills wie Kreativität und innovativer Unternehmergeist oder andere Soft Skills wie Kommunikation, Teamarbeit und zwischenmenschliche Beziehungen für die expandierenden Arbeitsbereiche ebenso wichtig sind wie Hard Skills. Beispiele für Soft Skills sind: kritisches Denken, Problemlösung, Teamarbeit, Kommunikation, Arbeitseinstellung, kontinuierliche Optimierung, Kreativität, Anpassungsfähigkeit usw. Der Begriff wird auch im Gegensatz zu Hard Skills verwendet, die als eher technisch, sehr spezifisch und dem jeweiligen Beruf zugeordnet angesehen werden und die (im Allgemeinen) leichter vermittelt werden können als Soft Skills. Soweit uns bekannt ist, sind die folgenden Definitionen für Soft Skills in der Literatur anerkannt.

Definition 1 Fähigkeiten, die berufsübergreifend (siehe berufsspezifische Fähigkeiten) und bereichsübergreifend (siehe bereichsspezifische Berufe) sind und sich auf persönliche Kompetenzen (Selbstvertrauen, Disziplin, Selbstmanagement) und soziale Kompetenzen (Teamarbeit, Kommunikation, emotionale Intelligenz) beziehen.

Definition 2 Eine Reihe von immateriellen persönlichen Eigenschaften, Merkmalen, Attributen, Gewohnheiten und Einstellungen, die in vielen verschiedenen Arten von Berufen eingesetzt werden können. Da sie allgemein anwendbar sind, werden sie auch als übertragbare Fä-

higkeiten angesehen, auch wenn die Idee der Übertragbarkeit oft in Frage gestellt wird, weil der Einzelne lernt, Aufgaben in bestimmten Kontexten zu erfüllen, und möglicherweise nicht in der Lage ist, diese Fähigkeiten auf andere Kontexte zu übertragen.

Die Bewertungskriterien stützen sich auf die folgende Tabelle, die als Leitfaden für LehrerInnen/ExpertInnen dient, um die Bewertung der SchülerInnen in Bezug auf ihre Soft Skills so einfach wie möglich zu machen. Insbesondere die ersten beiden Spalten von links geben eine Charakterisierung der spezifischen Soft-Skills, die gemessen werden sollen. Die Korrelation zwischen Soft-Skills und Lernergebnissen macht die Auswirkungen der einzelnen Soft-Skills auf die Kompetenzen deutlicher.

Die letzten beiden Spalten der Tabelle befassen sich mit den Niveaustufen für die spezifischen Soft-Skills.

Das Verfahren, mit dem die LehrerInnen die Bewertungen erstellen, sollte sich nicht allzu sehr von dem unterscheiden, das für Hard Skills angewandt wird. Wir empfehlen daher die Verwendung der folgenden Methoden:

1. Fragebögen, die so weit wie möglich darauf ausgerichtet sind, die Leistungsindikatoren in Bezug auf die Soft Skills herauszufiltern und diese so zu messen, wie es in den u.a. Tabellen beschrieben wird
2. Beobachtung, z.B. die Durchführung eines Mini-Hackathons, die es für die SchülerInnen unerlässlich machen, die meisten der relevanten Soft Skills in die Praxis umzusetzen, um die Ziele zu erreichen und die Aufgaben zu lösen
3. Tests, sie sollten mehr auf die praktische Durchführung und/oder Wiederholung einiger Experimente ausgerichtet sein
4. Präsentation, am Ende jeder Einheit und/oder am Ende einer Projektarbeit sollte die LehrerIn den/die SchülerIn bitten, eine kurze Präsentation oder einen Pitch vorzubereiten, der sich an den realen Gegebenheiten der Arbeitswelt orientiert

Der Zeitplan für den Evaluationsprozess sollte den SchülerInnen von dem/der LehrerIn im Voraus und entsprechend jeder „praktischen Aktivität“ klar beschrieben werden.

SOFT SKILL BE-SCHREIBUNG	LERNZIELE	LEISTUNGS-INDIKATOREN pro NIVEAU-STUFE
<p>KRITISCHES DENKEN Die Fähigkeit, Informationen in Schriftstücken zu finden, zwischen Primär- und Sekundärquellen zu unterscheiden, Informationen im Internet zu finden, verschiedene Recherchemethoden und Evaluationstechniken anzuwenden, die zur Verwirklichung des Projekts nötig sind (z.B. Quellen aus projektbezogenen offenen Lernplattformen)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Den Bedarf an Information erkennen sowie Art und Umfang der benötigten Information bestimmen. 2. Benötigte Informationen effektiv und effizient herausfinden. 3. Die ökonomischen, rechtlichen und sozialen Aspekte analysieren, die sich aus dem Gebrauch von Informationen ergeben, Informationen ethisch und rechtlich korrekt abrufen und nutzen. 4. Im Internet gefundene Informationen bewerten und zusammenfügen 5. Informationen ordnen, zuordnen und präsentieren. 6. Informationen effektiv nutzen, um einen bestimmten Zweck zu erfüllen. 	<p>9–10 Hervorragende Fähigkeiten bei der Suche nach Information im Netzwerk durch das Erkennen, zielgerichtete Finden, Analysieren, Evaluieren, Synthetisieren und Organisieren mit dem Ziel einer effektiven Nutzung von Informationen für einen spezifischen Zweck.</p> <p>7–8 Kompetente Fähigkeiten bei der Suche nach Information im Netzwerk durch das Erkennen, zielgerichtete Finden, Analysieren, Evaluieren, Synthetisieren und Organisieren mit dem Ziel einer effektiven Nutzung von Informationen für einen spezifischen Zweck.</p> <p>5–6 Grundlegende Fähigkeiten bei der Suche nach Information im Netzwerk durch das Erkennen, Finden, Synthetisieren und Organisieren der grundlegenden Informationen für einen spezifischen Zweck.</p> <p>3–4 Schwache/mangelhafte Fähigkeiten bei der gesamten Suche nach Information im Netzwerk durch das Erkennen, Finden, Synthetisieren und Organisieren der grundlegenden Informationen für einen spezifischen Zweck mit Hilfe eines Tutors.</p> <p>1–2 Ungenügende Fähigkeiten bei der gesamten Suche nach Information im Netzwerk durch das Erkennen und Finden der grundlegenden Informationen für einen spezifischen Zweck mit Hilfe eines Tutors.</p>

<p>PROBLEMLÖSUNG Ausarbeitung von Ideen zum Einsetzen der eigenen Kreativität, um vorhandene Ressourcen/Vorgaben so zu verändern, dass die gewünschten Projektziele erreicht werden können.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fähigkeit, überdachte Fragen zum Aufgabenverständnis zu stellen. 2. Fähigkeit, effektiv Lösungen zu Problemen zu finden, auch mit Hilfe geeigneter digitaler Technologien 3. Proaktivität und Bereitschaft, angemessene Risiken einzugehen 4. Initiative zeigen 5. Besitzen von Planungs- und Zeitmanagement Fähigkeiten, um die besten Lösungen und die besten Ergebnisse zu erzielen. 	<p>9–10 Hervorragende Fähigkeit zur Problemlösung durch das Stellen sachgerechter und durchdachter Fragen, um die Aufgabe/das Problem/die Situation zu verstehen sowie durch das Finden wirksamer Lösungen für alle auftretenden Probleme, durch die Auswahl, Kombination und Verwendung digitaler Technologien zur Lösung technischer und nichttechnischer Probleme entsprechend der jeweiligen Bedürfnisse. Fähigkeit zur Beurteilung der Wirksamkeit der Problemlösungen durch Eigeninitiative und proaktive Haltung, durch Zeitmanagement und durch die Planung von Aktivitäten.</p> <p>7–8 Kompetente Fähigkeit zur Problemlösung durch das Stellen sachgerechter und durchdachter Fragen, um die Aufgabe/das Problem/die Situation zu verstehen sowie durch das Finden wirksamer Lösungen für die meisten auftretenden Probleme auch unter Verwendung digitaler Technologien zur Lösung technischer und nichttechnischer Probleme entsprechend der jeweiligen Bedürfnisse. Fähigkeit zur Beurteilung der Wirksamkeit der Problemlösungen durch eine proaktive Haltung, durch Zeitmanagement und durch die Planung von Aktivitäten nach einigen vorgegebenen Richtlinien</p> <p>5–6 Grundlegende Fähigkeit zur Problemlösung durch das Stellen geeigneter und durchdachter Fragen, um die Aufgabe/das Problem/die Situation zu verstehen, durch das Finden effektiver Lösungen für einige der auftretenden Probleme, auch unter Verwendung einiger digitaler Technologien. Schwierigkeiten bei der Befolgung von Richtlinien für die Planung von Aktivitäten.</p> <p>3–4 Schwache/mangelhafte Fähigkeiten bei der Problemlösung durch das Stellen lediglich einfacher Fragen, um die Aufgabe zu verstehen – der/die Schüler*in ist nicht in der Lage, effektive Lösungen für die meisten der auftretenden Probleme zu finden. Mangel an Planungsaktivitäten.</p> <p>1–2 Ungenügende Fähigkeit zur Problemlösung – der/die Schüler*in kann nicht einmal einfache Fragen stellen, um die Aufgabe zu verstehen – er/sie ist nicht in der Lage, irgendeine Art von Lösung für alle auftretenden Probleme zu finden. Mangel an Planungsaktivitäten.</p>
--	--	--

<p>TEAMARBEIT Die Fähigkeit, Beziehungen der Beteiligung und Zusammenarbeit mit anderen Menschen aufzubauen. Dazu gehört es, Ressourcen und Wissen zu teilen, Interessen zusammen zu bringen und aktiv zur Erreichung der Ziele der Organisation beizutragen.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Informationen und Ideen klar kommunizieren 2. Effektives Interagieren der Team-Mitglieder 3. Konflikte und Entscheidungsprozesse so managen, dass eine Einigung erzielt werden kann. 4. Effektiver Gebrauch einer breiten Auswahl von Teamprozessen (Brainstorming, strukturierte Organisation, Rollenverteilung, Meetings, etc.) 5. Durchführen einer Selbstevaluierung als Teammitglieder und Ermittlung spezifischer Bereiche mit Verbesserungspotential 	<p>9–10 Hervorragende Fähigkeit zur Teamarbeit durch eine klare Kommunikation aller Informationen und Ideen, durch eine effektive Interaktion zwischen den Teammitgliedern und durch den angemessenen Umgang mit Konflikten während der Entscheidungsfindung, durch den effektiven Einsatz einer breiten Palette von Teamprozessen und durch eine Selbstevaluation als Teammitglieder, um spezifische Bereiche für Verbesserungen zu ermitteln.</p> <p>7–8 Kompetente Fähigkeit zur Teamarbeit, durch eine recht klare Kommunikation der Informationen und Ideen, durch eine effektive Interaktion zwischen den Teammitgliedern und durch den angemessenen Umgang mit den meisten Konflikten während der Entscheidungsfindung, durch die effektive Nutzung einer breiten Palette von Teamprozessen.</p> <p>5–6 Grundlegende Fähigkeit zur Teamarbeit durch die nicht immer sehr klare Kommunikation von grundlegenden Informationen und Ideen, durch Interaktion zwischen den Teammitgliedern, die nur mit einigen der entstehenden Konflikte angemessen umgehen können, durch die Nutzung einiger der Teamprozesse</p> <p>3–4 Schwache/mangelhafte Fähigkeiten zur Teamarbeit durch die nicht sehr klare Kommunikation von grundlegenden Informationen und Ideen lediglich mit Hilfe der Lehrkraft/des Tutors, durch Interaktion zwischen den Teammitgliedern, die nur mit einigen der entstehenden Konflikte angemessen umgehen können, durch die Nutzung einiger der Teamprozesse</p> <p>1–2 Ungenügende Fähigkeit zur Teamarbeit durch die zum Teil konfuse Kommunikation einiger Informationen und Ideen lediglich mit Hilfe der Lehrkraft/des Tutors, durch sehr schwierige Interaktion zwischen den Teammitgliedern, die mit Konflikten bei der Entscheidungsfindung nicht angemessen umgehen können</p>
--	--	--

<p>KOMMUNIKATION Die Fähigkeit, Ideen, Informationen und Meinungen sowohl mündlich als auch schriftlich klar und überzeugend zu vermitteln, dabei zuzuhören und für die Vorschläge anderer empfänglich zu sein.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Transparente Kommunikation durch erhöhte Selbstsicherheit oder Selbstvertrauen. 2. Praktizieren von aktivem Zuhören. 3. Klare und souveräne Präsentation vor Publikum. 4. Überwachung und Steuerung von Kommunikationsmustern in einer Gruppe. 5. Ausdrucksstarke und effektive Kommunikation im persönlichen Gespräch und online. 6. Ausdrucksstarke und effektive schriftliche Kommunikation 	<p>9–10 Hervorragende Kommunikationsfähigkeit durch transparente Kommunikation, durch aktives Zuhören, durch klare und sichere Präsentation von Ideen und Inhalten vor einem Publikum, durch Überwachung und Steuerung von Kommunikationsmustern in einer Gruppe, durch ausdrucksstarke und effektive Kommunikation im persönlichen Gespräch, online und schriftlich.</p> <p>7–8 Kompetente Kommunikationsfähigkeit durch recht transparente Kommunikation, durch aktives Zuhören, durch recht klare und sichere Präsentation von Ideen und Inhalten vor einem Publikum, durch Überwachung und Steuerung von Kommunikationsmustern in einer Gruppe, durch recht ausdrucksstarke und effektive Kommunikation im persönlichen Gespräch, online und schriftlich.</p> <p>5–6 Grundlegende Kommunikationsfähigkeit durch nicht immer sehr klare und sichere Kommunikation und Präsentation von Ideen und Inhalten vor einem Publikum, durch nicht sehr ausdrucksstarke und effektive Kommunikation im persönlichen Gespräch, online und schriftlich</p> <p>3–4 Schwache/ mangelhafte Kommunikationsfähigkeit durch sehr konfuse Kommunikation und Präsentation von Ideen und Inhalten vor einem Publikum, durch sehr konfuse Kommunikation im persönlichen Gespräch, online und schriftlich.</p> <p>1–2 Ungenügende Kommunikationsfähigkeit durch konfuse Kommunikation und Präsentation von Ideen und Inhalten vor einem Publikum, durch konfuse Kommunikation im persönlichen Gespräch, online und schriftlich.</p>
--	--	---

<p>ARBEITSEINSTELLUNG Die Fähigkeit, Aktivitäten, Aufgaben und Verantwortlichkeiten auszuführen, um die Projektziele zu erreichen und abzuschließen.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ausführen von Aktivitäten, Aufgaben und Verantwortlichkeiten. 2. Einhalten des Zeitrahmens, der Aufgaben und der erforderlichen Ressourcen. 3. Respektieren der Arbeitsausrüstung und der Sicherheitsvorschriften in Laborumgebungen. 4. Einhalten von Fristen. 5. kontinuierliches Verbessern des Verfahrens und der angewandte Techniken 6. Zusammenarbeit zur Problemlösung. 	<p>9–10 Hervorragende Arbeitshaltung durch Ausführen aller Tätigkeiten, Pflichten und Verantwortlichkeiten, durch das Einhalten von Zeitrahmen, Aufgaben und erforderlichen Ressourcen, durch das Respektieren der Arbeitsausrüstung und aller Sicherheitsvorschriften im Laborumfeld, durch das Einhalten aller Fristen, durch kontinuierliches Verbessern des angewandten Verfahrens und der Techniken, durch Zusammenarbeit bei der Lösung aller Probleme.</p> <p>7–8 Kompetente Arbeitshaltung durch Ausführen der meisten Tätigkeiten, Pflichten und Verantwortlichkeiten, durch das Einhalten von Zeitrahmen, Aufgaben und erforderlichen Ressourcen, durch das Respektieren der Arbeitsausrüstung und der Sicherheitsvorschriften im Laborumfeld, durch das Einhalten der Fristen, durch Verbessern des angewandten Verfahrens und der Techniken, durch Zusammenarbeit bei der Lösung der meisten Probleme.</p> <p>5–6 Grundlegende Arbeitshaltung durch Ausführen der grundlegenden Aktivitäten, Pflichten und Verantwortlichkeiten, durch Einhalten von lediglich einigen der Fristen, Aufgaben und erforderlichen Ressourcen, und durch das teilweise Respektieren der Arbeitsausrüstung und Sicherheitsregeln in der Laborumgebung.</p> <p>3–4 Schwache/mangelhafte Arbeitshaltung durch Ausführen nur einiger Aktivitäten, Pflichten und Verantwortlichkeiten mit Hilfe des Lehrers/Tutors.</p> <p>1–2 Ungenügende Arbeitshaltung durch Ausführen nur weniger Aktivitäten, Pflichten und Verantwortlichkeiten ausschließlich mit Hilfe des Lehrers/Tutors.</p>
---	---	---

<p>KONTINUIERLICHE OPTIMIERUNG</p> <p>Die Fähigkeit zu beobachten, wie das geschaffene Produkt nach dem Einsatz funktioniert, und die Fähigkeit, Schwächen und Stärken herauszufinden, um das Produkt zu verbessern:</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Setzen von Zielen und messbaren Zielvorgaben. 2. Auffinden der Ursache einer Qualitätsabweichung. 3. Bestimmen von Zeitrahmen, Aufgaben, Verantwortlichkeiten und Ressourcen, die zum Erreichen der identifizierten Verbesserungsziele erforderlich sind. 4. Messen von Schwächen und Stärken, um das Ergebnis in Bezug auf die erwarteten Leistungsindikatoren zu verbessern. 	<p>9–10 Hervorragende Fähigkeit zur kontinuierlichen Optimierung durch das Setzen von Zielen und messbaren Zielvorgaben, durch das Auffinden der Ursache einer Qualitätsabweichung, durch die Bestimmung der Zeitrahmen, Aufgaben, Verantwortlichkeiten und Ressourcen, die zum Erreichen der identifizierten Verbesserungsziele erforderlich sind, durch das Messen aller Schwächen und Stärken, um das Ergebnis in Bezug auf die erwarteten Leistungsindikatoren zu verbessern.</p> <p>7–8 Kompetente Fähigkeit zur kontinuierlichen Optimierung durch das Setzen von Zielen und messbaren Zielvorgaben, durch die Bestimmung der Zeitrahmen, Aufgaben, Verantwortlichkeiten und Ressourcen, die zum Erreichen der identifizierten Verbesserungsziele erforderlich sind, durch das Messen der meisten Schwächen und Stärken, um das Ergebnis in Bezug auf die erwarteten Leistungsindikatoren zu verbessern.</p> <p>5–6 Grundlegende Fähigkeit zur kontinuierlichen Optimierung durch das Setzen von grundlegenden Zielen und einiger messbaren Zielvorgaben, durch die Bestimmung einiger der Zeitrahmen, Aufgaben, Verantwortlichkeiten und Ressourcen, die zum Erreichen der identifizierten Verbesserungsziele erforderlich sind, durch das Messen von Schwächen und Stärken nur mit Hilfe des Lehrers/Tutors.</p> <p>3–4 Schwache/mangelhafte Fähigkeit zur kontinuierlichen Optimierung durch das Setzen einiger Ziele und Aufgaben nur mit Hilfe des Lehrers/Tutors.</p> <p>1–2 Ungenügende Fähigkeit zur kontinuierlichen Optimierung durch das Setzen einiger Ziele nur mit Hilfe des Lehrers/Tutors.</p>
---	--	---

<p>KREATIVITÄT FÜR INNOVATION Die Fähigkeit, mit neuen kreativen Ideen dazu beizutragen, dass die durchgeführten Aktivitäten verbessert werden können.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Anwenden neuer Methoden zur Erledigung der erforderlichen Aufgaben 2. Verbesserung der Fähigkeit, praktisch und kreativ auf Probleme und Möglichkeiten zu reagieren. 3. Nutzen von Rahmenbedingungen und Strategien, um ein unterstützendes Umfeld für Kreativität und Innovation zu schaffen, z.B. Ideenaustausch in Online-Foren, Erleichterung von Teamprozessen in einer Atmosphäre gegenseitigen Respekts und gegenseitiger Unterstützung, etc. 	<p>9–10 Hervorragende Kreativität für Innovation durch Anwendung aller neuen Methoden zur Erledigung der erforderlichen Aufgaben, durch praktische und kreative Reaktion auf alle Probleme und Möglichkeiten, durch das Nutzen von Rahmenbedingungen und Strategien, um ein unterstützendes Umfeld für Kreativität und Innovation zu schaffen.</p> <p>7–8 Kompetente Kreativität für Innovation durch Anwendung der meisten neuen Methoden zur Erledigung der erforderlichen Aufgaben, durch praktische und kreative Reaktion auf die meisten Probleme und Möglichkeiten, durch das Nutzen von Rahmenbedingungen und Strategien, um ein unterstützendes Umfeld für Kreativität und Innovation zu schaffen.</p> <p>5–6 Grundlegende Kreativität für Innovation durch Anwendung einiger grundlegender Methoden zur Erledigung der erforderlichen Aufgaben, durch praktische und kreative Reaktion auf einige grundlegende Probleme und Möglichkeiten mit Hilfe des Lehrers/Tutors.</p> <p>3–4 Schwache/mangelhafte Kreativität für Innovation durch Anwendung einfacher Methoden zur Erledigung der erforderlichen Aufgaben nur mit Hilfe des Lehrers/Tutors.</p> <p>1–2 Ungenügende Kreativität für Innovation durch Anwendung keiner Methoden zur Erledigung der erforderlichen Aufgaben.</p>
---	---	--

<p>ANPASSUNGSFÄHIGKEIT Die Fähigkeit, sich an unterschiedliche Umgebungen und an unterschiedliche Menschen anzupassen.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Darstellung des Wertes der Vielfalt und Fähigkeit, sich an unterschiedliche Menschen anzupassen. 2. Flexible und anpassungsfähige Interaktion in neuen Umgebungen. 3. Einsatz von Sensibilität und Einfühlungsvermögen in zwischenmenschlichen Beziehungen. 	<p>9–10 Hervorragende Anpassungsfähigkeit durch Darstellung des Wertes der Vielfalt und durch Anpassung an verschiedene Menschen, durch flexible und anpassungsfähige Interaktion in neuen Umgebungen, durch Einsatz von Sensibilität und Einfühlungsvermögen in zwischenmenschlichen Beziehungen.</p> <p>7–8 Kompetente Anpassungsfähigkeit durch Darstellung des Wertes der Vielfalt und durch Anpassung an verschiedene Menschen, durch recht flexible und anpassungsfähige Interaktion in neuen Umgebungen, durch Einsatz von Sensibilität und Einfühlungsvermögen in zwischenmenschlichen Beziehungen.</p> <p>5–6 Grundlegende Anpassungsfähigkeit durch Darstellung des Wertes der Vielfalt und durch Anpassung an einige Menschen und einige neuen Umgebungen, auch mit Hilfe des Lehrers/Tutors.</p> <p>3–4 Schwache/mangelhafte Anpassungsfähigkeit durch Anpassung an ein paar Menschen und an ein paar neuen Umgebungen nur mit Hilfe des Lehrers/Tutors.</p> <p>1–2 Ungenügende Anpassungsfähigkeit durch keine Anpassung an verschiedene Menschen und neue Umgebungen, nicht einmal mit Hilfe des Lehrers/Tutors.</p>
---	--	---

8 Fazit

Wie Anatole France es ausdrückt: „Neun Zehntel der Bildung ist Ermutigung“, und das ist der Zweck, der hinter diesem Erasmus+KA2-Projekt steht. Um die Zahl der Schulabbrecher zu verringern, müssen die Lehrkräfte die SchülerInnen zur Teilnahme an Aktivitäten ermutigen. Diese Broschüre ist ein praktisches Hilfsmittel, das LehrerInnen dabei unterstützen soll, SchülerInnen der Sekundarstufe, die kurz vor dem Schulabbruch stehen, mit praktischen Methoden zu motivieren. Das Projekt „Make In Class“ zielt darauf ab, LehrerInnen dabei anzuleiten, theoretische Inhalte mit geeigneten praktischen Projekten in den Unterricht zu integrieren.

Wir möchten PädagogInnen ermutigen, dieser praxis-orientierten Broschüre, die von erfahrenen, auf verschiedene Bereiche spezialisiert-

ten LehrerInnen, erstellt wurde, zu folgen. Sie können so erfahren, wie verschiedene von Make In Class entwickelte Projekte zu jedem der behandelten Themen umgesetzt werden können.

Diese Broschüre wurde so strukturiert, dass auch unerfahrene LehrerInnen dem Leitfaden leicht folgen können. LehrerInnen finden hier die Grundlage für praktische Beispiele, die von Erfahrungen aus dem wirklichen Leben inspiriert sind.

Wir hoffen, dass mit diesem Projekt, das auf die Integration praktischer Aktivitäten in die Schullehrpläne abzielt, die Herangehensweise der Lehrkräfte an die Unterrichtsgestaltung verändert werden und dass der Unterricht für potenzielle Schulabbrecher einen eher spielerischen Ansatz bekommt, anstatt ihn nur rein akademisch zu betrachten. Durch diesen Ansatz können die SchülerInnen weiterhin berufliche Fähigkeiten, bereichsübergreifende Kompetenzen und Soft Skills erwerben.

Letztlich müssen LehrerInnen ihre SchülerInnen ermutigen, eine Leidenschaft für das Lernen zu entwickeln, denn, wie Anthony J.D'Angelo sagt, „Entwickle eine Leidenschaft fürs Lernen. Wenn du das tust, wirst du niemals aufhören zu wachsen.“

Weiterführende Literatur [1, 2, 46, 47, 48]

Literatur

- [1] Europäisches Zentrum für die Förderung der Berufsbildung (Cedefop). Application of learning outcomes approaches across europe. 2016.
- [2] Rats-Empfehlung, Mai 2017. 22.
- [3] <https://www.tinkercad.com/>.
- [4] <https://www.autodesk.com/products/fusion-360/students-teachers-educators>.
- [5] <https://www.sketchup.com/>.

- [6] <https://sketchbook.com/>.
- [7] <https://www.arduino.cc/>.
- [8] <https://www.raspberrypi.org>.
- [9] <https://littlebits.com>.
- [10] <https://www.digitaltrends.com/cool-tech/best-robot-kits-for-kids/>.
- [11] <https://www.lucarobotics.com/blog/best-robot-kits>.
- [12] <https://www.makeblock.com/official-blog/254448.html>.
- [13] <https://makezine.com/tag/augmented-reality/>.
- [14] <https://www.instructables.com/lesson/Getting-Started-With-Electronics/>.
- [15] <https://www.digikey.com/products/en>.
- [16] <https://eu.mouser.com/>.
- [17] <https://www.silhouetteamerica.com/shop/cameo>.
- [18] <https://www.instructables.com/id/How-to-use-a-Vinyl-Cutter/>.
- [19] <https://makecode.microbit.org/>.
- [20] <https://bit.ly/2ZIMC7Y>.
- [21] <https://bit.ly/2tnZwMy>.
- [22] <https://bit.ly/2QHExfD>.
- [23] <https://bit.ly/2ZOz1Mr>.
- [24] <https://www.cnc-step.de/graviermaschine/>.
- [25] <https://bit.ly/2V5FkdS>.

- [26] <https://makezine.com/2013/06/04/making-makerspaces-creating-a-business-model/>.
- [27] <https://www.edutopia.org/blog/6-strategies-funding-makerspace-paloma-garcia-lopez>.
- [28] FutureLearn.com.
- [29] <https://www.futurelearn.com/courses/build-a-makerspace/5/steps/522461>.
- [30] <http://www.makeinclass.eu/results/>.
- [31] <https://www.3dhubs.com/guides/3d-printing/#basics>.
- [32] <https://youtu.be/raSAhXb2ea4>.
- [33] https://youtu.be/VBK_4ruKC8s.
- [34] <https://ttp-technology.it/>.
- [35] https://drive.google.com/open?id=1aBZk3PxdmLYFawaYuewCnHVT_dm36TJG.
- [36] <https://youtu.be/mjCq9AL94rI>.
- [37] <https://www.youtube.com/watch?v=1tRgONkbEdM&list=PLURt-tUo1BKssiyUtrDkk02uYhyVfeZFd&index=2&t=1711s>.
- [38] <https://www.youtube.com/watch?v=6UPUoVbqDKQ&list=PLURt-tUo1BKssiyUtrDkk02uYhyVfeZFd&index=3&t=419s>.
- [39] <https://www.youtube.com/watch?v=SYWHjK22eVU&list=PLURt-tUo1BKssiyUtrDkk02uYhyVfeZFd&index=4&t=0s>.
- [40] <https://wiki.fablab-muenchen.de/pages/viewpage.action?pageId=11272244>.
- [41] <https://wiki.fablab-muenchen.de/display/WIKI/Piepdings>.

- [42] <https://blog.pack.ly/it/progettare-packaging-professionale-5-step/>.
- [43] <http://gymnasium-neubiberg.de/index.php/Höhenmodelle.html>.
- [44] http://gymnasium-neubiberg.de/index.php/USA_3D.html.
- [45] https://www.youtube.com/watch?v=K05UwsiqZ_E.
- [46] Europäisches Zentrum für die Förderung der Berufsbildung (Cedefop). Defining, writing and applying learning outcomes. 2017.
- [47] Rethinking Education. Europäische Kommission, 2012.
- [48] Supporting the Teaching Professions for Better Learning Outcomes. Europäische Kommission, 2012.