

---

**Themenheft Nr. 56: Making & more: gemeinsam Lernen gestalten.**

Herausgegeben von Bernadette Spieler, Manuela Dahinden, Klaus Rummler und Tobias M. Schifferle

## **MakeComp4School**

### **Kompetenzrahmen für Maker Education in der Schule mit Fokus auf eine nachhaltige Entwicklung**

Björn Maurer<sup>1</sup> 

<sup>1</sup> Pädagogische Hochschule Thurgau

#### **Zusammenfassung**

*Das Anliegen des vorliegenden Beitrags besteht in der Konzeptionierung und Fortentwicklung eines Kompetenzrahmens für Maker Education in der Volksschule. Der Kompetenzrahmen mit dem Arbeitstitel «MakeComp4School» soll Lehrpersonen als Grundlage für die Auswahl und Planung von Making-Aktivitäten im Unterricht dienen. Er soll insbesondere die Anschlussfähigkeit der Maker Education an schulische Curricula erhöhen und aufzeigen, dass schulisches Making geeignet ist, um fachliche und überfachliche Kompetenzen im Sinne der bildungspolitischen Rahmenbedingungen (in diesem Fall der nationale Lehrplan21 in der Schweiz) zu entwickeln. Zudem sollen Lehrpersonen mit «MakeComp4School» ein Instrument erhalten, mit dem sie den Kompetenzerwerb ihrer Schüler:innen im Bereich Making sichtbar machen und würdigen können. Mit dem Blick auf aktuelle gesellschaftliche Entwicklungen und Herausforderungen unter den Vorzeichen einer Kultur der Digitalität (Stalder 2016) liegt ein Schwerpunkt des Kompetenzrahmens auf der transversalen Leitidee einer Nachhaltigen Entwicklung (NE) und bezieht auch – sofern mit den Anliegen der Maker Education kompatibel – Kompetenzbereiche einer Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) ein. Entstehungskontext des Kompetenzrahmens ist das Forschungsprojekt «Making Packages für kompetenzorientiertes Lernen», das in Kooperation der Ostschweizer Fachhochschule (OST), der Pädagogischen Hochschule St. Gallen (PHSG) sowie der Pädagogischen Hochschule Thurgau (PHTG) mit dem Wirtschaftspartner Bischoff AG durchgeführt wird. In diesem Projekt ist der Making-Kompetenzrahmen die Grundlage für die Entwicklung und Kuratierung von Making-Aktivitäten, die Lehrpersonen künftig auf einer OER-Webplattform angeboten werden.*

## **Makecomp4School. Competence Framework for Maker Education in Schools with a Focus on Sustainable Development**

### **Abstract**

*The aim of the present contribution is the conceptualization and further development of a competence framework for Maker Education in primary schools. The competence framework, with the working title «MakeComp4School», is intended to serve teachers as a basis for the selection and planning of making activities in the classroom. It is particularly aimed at increasing the connection of Maker Education to school curricula and demonstrating that school-based making is suitable for developing subject-specific and interdisciplinary competencies in line with educational policy frameworks (in this case, the national «Lehrplan21» in Switzerland). In addition, teachers using «MakeComp4School» should receive a tool with which they can make visible and appreciate their students' competency acquisition in the field of making. With a focus on current societal developments and challenges under the auspices of a culture of digitality (Stalder 2016), a key aspect of the competence framework is the transversal guiding principle of Sustainable Development (SD) and includes – where compatible with the objectives of Maker Education – competency areas of Education for Sustainable Development (ESD). The context of origin of the competence framework is the research project «Making Packages for Competency-Oriented Learning», carried out in cooperation between the University of Applied Sciences Eastern Switzerland (OST), the University of Teacher Education St. Gallen (PHSG), the University of Teacher Education Thurgau (PHTG), and the business partner Bischoff AG. In this project, the Maker Competency Framework serves as the basis for the development and curation of maker activities that will be offered to educators on an OER (Open Educational Resources) web platform in the future.*

### **1. Einleitung**

Obwohl die Maker Education inzwischen in einigen Teilen des schweizerischen Volksschulsystems Fuss gefasst hat, befinden sich die Reflexionen über den Kompetenzerwerb und dessen Integration in den regulären Schulunterricht noch in einer initialen Phase. Einzelne Initiativen streben zwar danach, den Making-Ansatz in der Schule zu legitimieren und eine Verknüpfung mit den in den Lehrplänen vorgesehenen Kompetenzen herzustellen, jedoch existiert bislang kein umfassend anerkanntes Modell, das als Basis für die Entwicklung von Instrumenten zur Leistungsbeurteilung dienen könnte. Die Erarbeitung eines solchen Kompetenzrahmens stellt demnach das primäre Ziel des vorliegenden Beitrags dar.

## 1.1 Vorgehensweise

Zunächst wird das dem genannten Forschungsprojekt zugrundeliegende Making-Verständnis (Maurer und Ingold 2023) und das NE/BNE-Verständnis kontextualisiert sowie die Bedeutung des Begriffs «Kompetenz» (Roth 1971; Weinert 2001) bezogen auf schulisches Making entfaltet. Aus dem Zweck des Kompetenzrahmens und aus dem zugrundeliegenden Verständnis von schulischem Making werden Kriterien für die Analyse bestehender Kompetenzrahmen im Bereich der Maker Education abgeleitet und in ein Analyseinstrument übertragen. Das Analyseinstrument dient dazu, relevante Kompetenzen und Teilkompetenzen zu identifizieren, welche in *Make-Comp4School* aufgenommen werden können. Gegenstand einer ersten Analyse ist die Vor-Version eines Making-Kompetenzrahmens, der im Rahmen eines Entwicklungsprojekts der Pädagogischen Hochschule Thurgau und der Fachhochschule Nordwestschweiz entstanden ist (vgl. Maurer und Ingold 2021; Maurer, Mauroux, und Möschler 2022). Diese Vorversion – im Folgenden als «MakeCompBeta» bezeichnet – wird als Prototyp herangezogen, der im Abgleich mit weiteren Making-Kompetenzrahmen im internationalen Kontext und im Diskurs mit Expert:innen innerhalb des Projektkonsortiums auf iterative Weise weiterentwickelt wird. Dazu ist es nötig, zunächst die Beschränkungen und Desiderate von MakeCompBeta herauszuarbeiten – insbesondere bezogen auf die Anforderungen im Forschungsprojekt (Integration von Kompetenzen im Bereich BNE). Die ausgewählten internationalen Making-Kompetenzmodelle (respektive Modelle aus verwandten Bereichen) werden zunächst kurz vorgestellt und die einzelnen Kompetenzen mit dem Analyseinstrument auf Relevanz überprüft. Übereinstimmungen und inhaltliche Entsprechungen mit MakeCompBeta werden gekennzeichnet, Desiderate werden kompensiert, indem entweder Teilkompetenzen an passender Stelle in MakeCompBeta ergänzt oder Kompetenzbereiche neu hinzugefügt werden. Die Analysen sind nicht Bestandteil des Artikels, sondern in den Anhängen 2 und 3 aufgeführt. In Vorbereitung der Verzahnung von Making-Kompetenzen mit Kompetenzen einer Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) wurde ein Scoping Review aktueller internationaler Literatur im Schnittfeld von Making, Inklusion und Nachhaltigkeit erstellt (vgl. Bosse, Maurer, und Schluchter 2024). Aus diesem Review lassen sich die wenigen bislang identifizierten Schnittfelder von Maker Education und Nachhaltiger Entwicklung bestimmen und für die Analyse geeignete BNE-Kompetenzmodelle mit Anschlussfähigkeit an die Making-Praxis auswählen. Auch dieser zweite Analyseschritt soll die bereits in MakeCompBeta enthaltenen Kompetenzen mit NE/BNE Bezug bestätigen und weitere Kompetenzen und Teilkompetenzen identifizieren, die mit dem zugrundeliegenden Verständnis von Maker Education kompatibel sind. Nach der Präsentation der Ergebnisse vor Expert:innen im Projektbeirat erfolgt eine weitere Überarbeitungsphase mit Fokus auf die Formulierung der Teilkompetenzen. Dieser Schritt ist notwendig, weil die Kompetenzen in manchen Frameworks zu wenig konkret

und zu wenig zielgruppenspezifisch formuliert sind. Der aktuelle Stand von *MakeComp4School* wird am Ende im Überblick (24 Making-Kompetenzen) und im Detail (jeweils sechs Teilkompetenzen pro Making-Kompetenz) dargestellt.

### **1.2 Anforderungen, Kontext und Zweck des Kompetenzrahmens**

*MakeComp4School* richtet sich an Lehrpersonen, die für ihre jeweiligen Zielstufen und die betreffenden Lehrplanvorgaben ihrer Fächer geeignete Making-Aktivitäten auswählen wollen. Für Entwickler:innen von Making-Aktivitäten im Rahmen des Projekts «Making Packages für kompetenzorientiertes Lernen» dient *MakeComp4School* als Orientierung, um ein inhaltlich breit gefächertes und an die Schulpraxis anschlussfähiges Angebot zu designen, das Schüler:innen zur Bewältigung der Zukunftsherausforderungen (Nachhaltige Entwicklung, verantwortungsvoller Umgang mit Digitalität) befähigt. Aus dem skizzierten Zweck von *MakeComp4School* leiten sich im Einzelnen folgende Kriterien ab:

#### *1.2.1 Ausrichtung auf Volksschule mit Zielgruppe Schüler:innen (Relevanz)*

*MakeComp4School* bezieht sich auf Kompetenzen, die Schüler:innen der Volksschule beim Making erwerben bzw. benötigen (es handelt sich also explizit nicht um ein Framework für (angehende) Lehrpersonen). Struktur, inhaltlicher Zuschnitt und die verwendeten Begrifflichkeiten von *MakeComp4School* müssen eine gewisse Anschlussfähigkeit an aktuelle bildungspolitische Vorgaben und schulische Lehrpläne aufweisen. Insbesondere sollten Differenzierungen und Terminologien verwendet werden, die in der Schulpraxis bereits eingeführt sind, sodass schulische Akteur:innen sie einordnen können und handlungsfähig sind.

#### *1.2.2 Berücksichtigung der Intentionen der Maker Education (Maker Mindset)*

Damit Making als Bildungsinnovation (Maurer und Ingold 2023) im Schulkontext wirksam sein kann, ist die Orientierung an Philosophie, Methoden und Intentionen der Maker Education (insb. am Maker Mindset) zentral. Zudem gilt es, die inhaltlichen, technischen, ästhetischen, sozialen und ethischen Herausforderungen von Produktentwicklungsprozessen in *MakeComp4School* adäquat abzubilden. Der Fokus liegt auf dem Erfinden und Entwickeln von Prototypen bzw. Produkten, wobei es sich sowohl um dreidimensionale, analoge, als auch um digitale Produkte (z. B. Software, Videos, Audioproduktionen) handeln kann. *MakeComp4School* ist kein genuines Digital Literacy/Medienkompetenzframework, wenngleich Medienkompetenzen als Teildimensionen berücksichtigt sind.

### *1.2.3 Entwicklung von überfachlichen Kompetenzen und Fachkompetenzen (Personal-, Sozial-, Methodenkompetenzen und Fachkompetenzen)*

Da schulisches Making aktuell kein eigenes Fach ist und entsprechend Lernzeitfenster aus bestehenden Fachressourcen zusammengezogen werden müssen, ist die Schnittstelle von schulischem Making zu den Fachdidaktiken und den making-kompatiblen Fachkompetenzen in *MakeComp4School* besonders zu beleuchten. Neben den Fachkompetenzen sollen explizit die überfachlichen Kompetenzen im Zusammenhang mit Making-Lernprozessen herausgehoben werden.

### *1.2.4 Kompetenzen für eine Nachhaltige Entwicklung (Nachhaltigkeit)*

Das transversale Thema Nachhaltigkeit (bzw. nachhaltige Entwicklung) soll sich explizit im Kompetenzrahmen niederschlagen. Es gilt, insbesondere jene Nachhaltigkeitskompetenzen zu identifizieren und zu konkretisieren, die unmittelbar anschlussfähig an Making-Lernprozesse im Sinne des zugrundeliegenden Making-Verständnisses sind.

## **2. Theoretische Grundlagen**

### **2.1 Making-Verständnis**

Grundlage für die Entwicklung von *MakeComp4School* ist ein breites Verständnis von schulischem Making nach Maurer und Ingold (2023), das über digitale bzw. technologische Fragen im Zusammenhang mit Produktentwicklungsprozessen hinausgeht und ästhetische, kulturelle sowie ethische Aspekte einschliesst. In Anlehnung an das *Maker Movement Manifesto* von Hatch (2013): *Make, Share, Give, Learn, Tool Up, Play, Participate, Support, Change* und an die 4Ps von Resnick (2017): *Projects, Passion, Peers und Play* ist schulisches Making als offene und selbstbestimmte Form des Lernens (*participate*) zu verstehen, die von den Interessen und Ideen (*Passion*) der Schüler:innen ausgeht. Making-Prozesse können selbstentdeckend, spielerisch-explorativ (*play*) oder auch problembasiert und auf die Konstruktion bzw. Entwicklung sinnlich wahrnehmbarer Artefakte ausgerichtet sein (*make, create*). Prototypen können gezeigt, diskutiert und auf iterative Weise zu Produkten weiterentwickelt werden (*projects*). Oftmals verlaufen Making- bzw. Produktentwicklungsprozesse iterativ. Schüler:innen bilden eine Lerngemeinschaft (*peers*), in welcher sich die Akteur:innen gegenseitig unterstützen (*support, give*), miteinander Erfahrungen sammeln, neue Dinge ausprobieren, Fehler machen und aus ihnen lernen (*learn*). Voraussetzung ist eine positive, wertschätzende und inspirierende Atmosphäre – eine Kultur (*Maker Mindset*), die zum Ausprobieren und kreativ sein ermutigt. Für

die Umsetzung ihrer Ideen nutzen die Schüler:innen verschiedene Materialien und Werkstoffe sowie analoge und digitale Technologien und Fertigungsverfahren (z. B. 3D-Druck) (Tool Up).

## 2.2 *Nachhaltigkeit, Nachhaltige Entwicklung und BNE*

«Sustainable development is development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs» (Brian R. Keeble 1988, 37).

Nachhaltigkeit beschreibt einen gesellschaftlichen Idealzustand, in welchem die Bedürfnisse der aktuellen Generation erfüllt werden, ohne die Möglichkeiten zukünftiger Generationen zur Bedürfnisbefriedigung einzuschränken. Im Spannungsfeld zwischen den Auffassungen einer starken (Vorrang der Ökologie als Grundlage von Gesellschaft und Wirtschaft) und einer schwachen Nachhaltigkeit (Säulenmodell, Gleichgewicht zwischen ökologischen, sozialen und wirtschaftlichen Interessen) zielt die nachhaltige Entwicklung darauf, die Langfristigkeit und Zukunftsfähigkeit der Beziehungen zwischen Ökonomie, Ökologie und sozialen Strukturen kritisch zu beleuchten und zu gestalten (vgl. von Hauff 2014; Pufé 2017). Im Prozess der nachhaltigen Entwicklung spielen ethische Prinzipien eine zentrale Rolle, insbesondere die Bewahrung des ökologischen Gleichgewichts, die Sicherstellung ökonomischer Resilienz zur Steigerung der Lebensqualität und die Stärkung sozialer Kohäsion, gestützt auf die Pfeiler der Humanität, Freiheit und Gerechtigkeit (vgl. Pufé 2017, 22; von Hauff 2014, 31–44).

Auf der Basis des skizzierten Verständnisses einer nachhaltigen Entwicklung lässt sich Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) als pädagogischer Ansatz definieren, der darauf abzielt, Individuen nicht nur zu befähigen, sondern zu inspirieren, sich aktiv und gestaltend in den Prozess der gesellschaftlichen Transformation einzubringen, mit dem übergeordneten Ziel, nachhaltige Prinzipien zu verankern (vgl. de Haan 2002; Rieckmann 2021). BNE ermächtigt Menschen dazu, eigenständig und verantwortungsbewusst an der Formung der sozialen, ökologischen und ökonomischen Dimensionen der Gegenwart und der Zukunft mitzuwirken (vgl. Sieben 2021). Das impliziert, dass durch BNE aufgeklärte und engagierte Individuen idealerweise in der Lage sind, die komplexen Herausforderungen, Widersprüche und Unsicherheiten unserer zunehmend globalisierten Welt mit kritischem Denken und kreativen Lösungsansätzen zu bewältigen. Auf der Grundlage demokratischer und humanistischer Werte entwickeln sie Strategien, die darauf zielen, ein Gleichgewicht zwischen ökonomischen Interessen, ökologischer Nachhaltigkeit und sozialem Wohl zu erreichen und sich aktiv für die Bekämpfung sozialer Ungleichheiten und Ungerechtigkeiten einzusetzen (vgl. auch Vare und Scott 2008).

In der deutschsprachigen Bildungslandschaft hat sich das Konzept der «Gestaltungskompetenz», entwickelt von de Haan (2002), als zentrale Referenz in der Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) etabliert. Dieses Konzept stellt eine Verbindung zwischen Bildung und der proaktiven Teilnahme sowie Mitgestaltung gesellschaftlicher Prozesse her und wird als primäres Ziel in der BNE-Praxis angesehen. Es dient als Grundlage für die Ausarbeitung weiterführender BNE-Kompetenzmodelle, darunter die «Kernkompetenzen Globaler Entwicklung» (KMK und BMZ 2016) und die «Key competencies in sustainability» (Wiek et al. 2011). Diese Modelle streben danach, Lehr- und Bildungspläne im Licht der Nachhaltigkeitsherausforderungen, wie sie in den Zielen für nachhaltige Entwicklung der Vereinten Nationen (SDGs) verankert sind, zu aktualisieren und weiterzuentwickeln.

### 2.3 Kompetenzverständnis

Der Begriff «Making Kompetenz» bezeichnet in Anlehnung an Weinert (2001) ein Bündel von Wissen und Kenntnissen, Fertigkeiten und Handlungsrouinen, Bereitschaften und Haltungen. Es handelt sich im Besonderen um Dispositionen für mündiges, d. h. selbstständiges, kreatives und kritisch-verantwortungsvolles Handeln im Zusammenhang mit der Entwicklung und Umsetzung eigener Ideen zu Produkten bzw. Prototypen mithilfe digitaler und analoger Werkstoffe bzw. Herstellungsverfahren (vgl. Kumpulainen et al. 2020, 3).

Making-Kompetenzen versetzen Lernende in die Lage, situative Heraus- und Anforderungen im Kontext von Making-Aktivitäten zu bewältigen, dabei Selbstwirksamkeit und Selbstermächtigung zu erleben (z. B. im Rahmen von Repair-Projekten, vgl. Ryan et al. 2016; Kannengießler 2018), eigene Interessen und Fähigkeiten weiterzuentwickeln sowie gemeinsam an erstrebenswerten Zukunftsentwürfen zu arbeiten (Prototypen für eine nachhaltige Entwicklung konstruieren). Die Dispositionen werden für Konstruktions- und Designentwicklungsprozesse von Prototypen und die damit verbundenen Phasen wie Problemidentifikation, Formulierung von Handlungsbedarfen, Recherche, Ideenentwicklung, Lösungsfindung, Umsetzung und Gestaltung, Erprobung und Reflexion sowie der Weiterentwicklung benötigt. Sie lassen sich in Anlehnung an die Dimensionen von Roth (1971) fassen, der «Mündigkeit als verantwortliche Handlungsfähigkeit» als Zusammenspiel von Selbstkompetenz, Sozialkompetenz und Sachkompetenz beschrieben hat – ergänzt durch die funktionale Dimension der Methodenkompetenz.

Um an den Schulkontext anschlussfähig zu bleiben, werden im Folgenden – analog zum Lehrplan21 der Schweizer Volksschule – die Bezeichnungen *Personale Kompetenz*, *Sozialkompetenz*, *Methodenkompetenz* und *Fachkompetenz* verwendet. Diese Kompetenzdifferenzierung bietet eine Schnittstelle sowohl zu den Fächern und

ihren Fachdidaktiken (Fachkompetenzen) sowie zu den überfachlichen Zukunfts- und Nachhaltigkeitskompetenzen, die bei Making-Aktivitäten erworben bzw. angewendet werden (können).

Das hier vertretene Kompetenzverständnis wird bewusst nicht zugunsten einer potenziellen Messbarkeit im Sinne von Klieme et al. (2007) auf kognitive Leistungsdispositionen reduziert (kritisch dazu: Vonken 2011, 27). Es geht also nicht um die Entwicklung einer engmaschigen Kompetenzmodellierung, die auf die Vermessung von Bildung und die Quantifizierung der kognitiven Leistung von Lernenden zuläuft, im Gegenteil: *MakeComp4School* dient Lehrpersonen und Schüler:innen dazu, das Potenzial einer ganzheitlichen Persönlichkeitsbildung und nachhaltigkeitsbezogenen Bildung zu überblicken, Lernprozesse aus diagnostischer Perspektive zu unterstützen und Entwicklungsprozesse sichtbar zu machen. Das Maker Mindset ist mit einem ressourcenorientierten Verständnis von Leistungsbegutachtung untrennbar verbunden.

Da es beim Thema Nachhaltigkeit/nachhaltige Entwicklung nicht nur um Handlungsressourcen, sondern insbesondere auch um Handlungspräferenzen und -dispositionen geht, lassen sich Making-Kompetenzen nicht innerhalb kurzzeitpädagogischer Einheiten oder Lektionen «vermitteln», sondern nur über einen längeren Zeitraum von den Lernenden «entwickeln» (vgl. Sander und Weckwerth 2013, 174). Sie beinhalten making-spezifische Wissensbestände, Fertigkeiten und Haltungen im Kontext einer nachhaltigen Entwicklung.

Konsequenzen:

- Die Kompetenz-Dimensionierung in *MakeComp4School* orientiert sich an der Differenzierung in Personale, Soziale, Methoden- und Fachkompetenzen, um unmittelbar anschlussfähig an die Terminologie von Lehr- und Bildungsplänen zu bleiben.
- *MakeComp4School* wird aus mehreren Making-Kompetenzen bestehen, die sich wiederum aus einer bestimmten Anzahl an Indikatoren zusammensetzen, d. h. aus making-spezifischen Wissensbeständen, Haltungen und Fertigkeiten – nach Möglichkeit mit Bezug zur Leitidee einer nachhaltigen Entwicklung.
- Für die Selbsteinschätzung der eigenen und teambezogenen Making-Leistung benötigen die Schüler:innen Kompetenz- bzw. Indikatorenformulierungen, die sie verstehen und einordnen können.

### 3. Ausgangspunkt und Vorarbeiten

#### 3.1 Die initiale Version des Kompetenzframeworks (MakeCompBeta)

In vorangegangenen Praxisforschungsprojekten zum Thema Making im schulischen Kontext wurde, basierend auf teilnehmenden Beobachtungen durch involvierte Forschende und Lehrpersonen, ein initiales Kompetenzmodell für Making-Kompetenzen in der Schule konzipiert (vgl. Maurer, Mauroux, und Möschler 2022), das im Folgenden als «MakeCompBeta» bezeichnet wird. Die Notwendigkeit zur Entwicklung eines solchen Kompetenzrahmens entsprang u.a. dem Bedürfnis der Lehrpersonen, Making-Lern- und Entwicklungsprozesse nachzuzeichnen und geeignete Instrumente für konstruktives Feedback einsetzen zu können. MakeCompBeta basiert hauptsächlich auf Daten, die im Rahmen einer teilnehmenden Beobachtung von schulischen Making-Prozessen zwischen 2018 und 2020 erhoben wurden. Bislang erfolgte jedoch weder ein Abgleich mit zwischenzeitlich publizierten Making-Kompetenzframeworks noch eine konzeptionelle Weiterentwicklung des Modells. MakeCompBeta dient nun als Ausgangspunkt, um ein Making-Kompetenz-Framework zu entwickeln, das dem eingangs beschriebenen Zweck gerecht wird. In Anlehnung an Roth (1971) sowie die Terminologie des Lehrplans<sup>21</sup> werden in MakeCompBeta vier Kompetenzfelder differenziert:

Personale Kompetenzen	Methodenkompetenzen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigenständigkeit (1.1)</li> <li>• Offenheit / Risikobereitschaft (1.2)</li> <li>• Selbstregulation / Selbstreflexion (1.3)</li> <li>• Flexibilität / Improvisation (1.4)</li> <li>• Überzeugungskraft / Argumentation (1.5)</li> <li>• Verantwortung / Haltung (1.6)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Problemanalyse / Problemverstehen (2.1)</li> <li>• Kreative Denk- und Problemlösefähigkeit (2.2)</li> <li>• Recherche- und Informationskompetenz (2.3)</li> <li>• Produktentwicklungskompetenz (2.4)</li> </ul>
Soziale Kompetenzen	Fachkompetenzen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zusammenarbeit (3.1)</li> <li>• Hilfsbereitschaft / Gemeinwohlorientierung (3.2)</li> <li>• Feedback / Unterstützung (3.3)</li> <li>• Wertschätzung / Fehlerkultur (3.4)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendung von (digitalen) Werkzeugen und Maschinen (4.1)</li> <li>• Bereich: Handwerk / Material (4.2)</li> <li>• Bereich: Technik (4.3)</li> <li>• Bereich: Gestaltung und Design (4.4)</li> <li>• Informatische Kompetenzen (4.5)</li> <li>• Medienkompetenzen (4.6)</li> </ul>

**Tab. 1:** Kompetenzdimensionen der Vorversion im Überblick.

MakeCompBeta besteht aus 20 Kompetenzbereichen (Tabelle 1), die wiederum in insgesamt 49 Teilkompetenzen operationalisiert sind (Tabelle 2). In jedem Kompetenzbereich sind zwischen zwei und sechs Teilkompetenzen modelliert.

### 3.1.1 Personale Kompetenzen

Eigenständigkeit	Offenheit/Risikobereitschaft	Selbstregulation/ Selbstreflexion
<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Schüler:innen können im MakerSpace eigeninitiativ handeln, eigene Ideen und Fragestellungen entwickeln.</li> <li>Die Schüler:innen können von eigenen Interessen und Bedürfnissen ausgehend Produkte/Prototypen herstellen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Schüler:innen können und wollen sich auf Unbekanntes einlassen, Neues lernen und dabei Fehler in Kauf nehmen.</li> <li>Die Schüler:innen können etwaige Risiken abwägen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Schüler:innen können sich auf den Making-Prozess konzentrieren, zielgerichtet arbeiten und lassen sich von Schwierigkeiten nicht entmutigen.</li> <li>Die Schüler:innen können das eigene Handeln reflektieren und aus Fehlern Schlüsse ableiten.</li> </ul>
Flexibilität/Improvisation	Überzeugungskraft/ Argumentation	Verantwortung/Haltung
<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Schüler:innen können auf Unerwartetes positiv reagieren und auch in Mangelsituationen adäquate Lösungen finden.</li> <li>Die Schüler:innen können sich – sofern nötig – vom eigenen Vorhaben lösen und alternative Wege einschlagen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Schüler:innen können sich selbst und andere von den eigenen Ideen begeistern.</li> <li>Die Schüler:innen können eigene Entwicklungen (Prototypen) mit überzeugenden Argumenten rechtfertigen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Schüler:innen können für den eigenen Lernprozess die Verantwortung übernehmen.</li> <li>Die Schüler:innen können die Entwicklung von Prototypen an ethischen Prinzipien ausrichten (z. B. Nachhaltigkeit, Technikfolgenabschätzung...).</li> </ul>

Tab. 2: Personale Kompetenzen in der Vorversion.

### 3.1.2 Methodenkompetenzen

Problemanalyse/Problemverstehen	Kreativität/Problemlösen
<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Schüler:innen können den Kern eines (vorgegebenen) Problems erkennen und beschreiben.</li> <li>Die Schüler:innen können Probleme im Alltag eigenständig identifizieren.</li> <li>Die Schüler:innen können Fehler/Dysfunktionen und deren Ursachen in Produkten identifizieren.</li> <li>Die Schüler:innen können sich in die Bedürfnisse von Produkt-Nutzer:innen hineinendenken.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Schüler:innen können mittels assoziativer und spielerischer Verfahren technische und gestalterische Ideen generieren.</li> <li>Die Schüler:innen können mithilfe von Kreativitätstechniken Lösungen entwickeln.</li> <li>Die Schüler:innen können aus einer Fülle von potenziellen Ideen eine adäquate Lösung finden.</li> <li>Die Schüler:innen können durch Kombination/ De- und Rekonstruktion von Materialien und Technologien neuartige Ansätze entwickeln.</li> </ul>

Recherche/Informationsverarbeitung	Produktentwicklung
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Schüler:innen können Informationen recherchieren, die für das eigene Making-Vorhaben relevant sind (Inspiration, Lösungsmöglichkeiten, ...).</li> <li>• Die Schüler:innen können recherchierte Informationen beurteilen, selektieren und für das eigene Making-Projekt nutzen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Schüler:innen können einen Produktentwicklungsprozess von der Idee bis zum fertigen Produkt durchlaufen.</li> <li>• Die Schüler:innen können Prototypen im Rahmen eines iterativen Prozesses von Recherche, Ideenentwicklung, Konstruktionsaktivitäten und Tests bzw. Feedback weiterentwickeln.</li> <li>• Die Schüler:innen können das Ziel der Entwicklung im Blick behalten.</li> </ul>

**Tab. 3:** Methodenkompetenzen in der Vorversion.

### 3.1.3 Soziale Kompetenzen

Zusammenarbeit	Hilfsbereitschaft/Gemeinwohlorientierung
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Schüler:innen können ein Making-Produkt im Team entwickeln und die Aufgaben sinnvoll aufteilen.</li> <li>• Die Schüler:innen können die Stärken und Kompetenzen der Team-Mitglieder effizient einsetzen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Schüler:innen sind bereit, wichtige Erfahrungen und Erkenntnisse mit anderen zu teilen.</li> <li>• Die Schüler:innen tragen zum Gelingen der Projekte anderer Klassenkamerad:innen bei.</li> <li>• Die Schüler:innen sorgen für Ordnung und ermöglichen dritten Personen die Nutzung des MakerSpaces.</li> </ul>
Feedback geben und verwerten	Wertschätzung/Fehlerkultur
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Schüler:innen können sich in andere Produkte hineindenken und kritisch-konstruktives Feedback zur Weiterentwicklung geben.</li> <li>• Die Schüler:innen können Feedback Dritter annehmen und in die weitere Produktentwicklung einbeziehen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Schüler:innen können Ideen ihrer Klassenkamerad:innen wertschätzend und ermutigend begegnen.</li> <li>• Die Schüler:innen können eigene Fehler oder Fehler von Klassenkamerad:innen als Bereicherung verstehen und Konsequenzen ableiten.</li> </ul>

**Tab. 4:** Soziale Kompetenzen in der Vorversion.

### 3.1.4 Fachkompetenzen

Anwendung digitaler Werkzeuge und Maschinen	Handwerk/Material und Verfahrenstechnik	Technik, Mechanik, Elektrotechnik
<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Schüler:innen können Geräte der digitalen Fabrikation bedienen und für ihre Produktentwicklung nutzen.</li> <li>Die Schüler:innen können holz-, kunststoff- und metallverarbeitende Maschinen bedienen und für ihre Produktentwicklung nutzen.</li> <li>Die Schüler:innen können Sicherheitsmassnahmen beachten.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Schüler:innen beherrschen handwerkliche Verfahren, die für die Produktentwicklung relevant sind.</li> <li>Die Schüler:innen können Bauteile aus altersgemässen Materialien präzise vermessen, anzeichnen, aussägen/zuschneiden, fertigen und diese montieren und/oder zusammenfügen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Schüler:innen kennen naturwissenschaftlich-technische Funktionszusammenhänge bzw. können sie in explorativen Settings situativ erschliessen und nutzen.</li> <li>Die Schüler:innen können Konstruktionen unter Berücksichtigung von mechanischen und elektrodynamischen Funktionszusammenhängen erstellen.</li> </ul>
Gestaltung und Design	Informatikkompetenzen	Medienkompetenzen
<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Schüler:innen können Konstruktionen unter Berücksichtigung von ästhetischen bzw. designorientierten Gesichtspunkten anfertigen.</li> <li>Die Schüler:innen können Produkten eine adäquate Form verleihen.</li> <li>Die Schüler:innen können technische Installationen durch Design funktionsfähig gestalten.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Schüler:innen kennen Grundkonzepte des Programmierens und können sie in eigenen Projekten anwenden.</li> <li>Die Schüler:innen kennen den grundlegenden Aufbau eines informatischen Systems.</li> <li>Die Schüler:innen können digital erzeugte Daten verwenden (z. B. in einem Programm)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Schüler:innen können Medien für die Dokumentation des Lern- und Produktentwicklungsprozesses verwenden.</li> <li>Die Schüler:innen können Produktpräsentationen unter Einbezug von Medien ansprechend und informativ gestalten.</li> </ul>

Tab. 5: Fachkompetenzen in der Vorversion.

### 3.2 Diskussion und Würdigung

MakeCompBeta stellt einen ersten Versuch dar, Kompetenzbereiche und Teilkompetenzen im Bereich schulischen Makings zu modellieren. Da MakeCompBeta auf der Basis von Erfahrungen und Beobachtungen in der Schulpraxis entwickelt und mit Bildungsexpert:innen an der Pädagogischen Hochschule Nordwestschweiz abgestimmt wurde, sind Relevanz und Anschlussfähigkeit an die Volksschule zu erwarten. Die Adaption der im Lehrplan21 (LP21) verwendeten Terminologie der überfachlichen Kompetenzen stellt für Lehrpersonen eine Erleichterung im Umgang mit MakeCompBeta dar. Der Umstand, dass die Fachkompetenzen nicht den klassischen Schulfächern und Fachbereichen zugeordnet sind, kann jedoch zu Irritationen führen. Gegen eine Zuordnung zu den Schulfächern spricht allerdings zum einen die

interdisziplinäre Ausrichtung schulischen Makings; zum anderen lassen sich viele Making-Fachkompetenzen nicht eindeutig einem Fach zuordnen. Das Themenfeld der Digitalen Fabrikation beispielsweise hat Bezüge zum Fach Textiles und Technisches Gestalten (TTG), zum Fach Medien und Informatik (MI) und auch zum Fach Mathematik (z. B. 3 Achsen, Koordinatensystem, gcode). Mechanische Konstruktionen beim Making lassen sich aus naturwissenschaftlicher *und* aus gestalterischer Perspektive betrachten.

Vor diesem Hintergrund erscheint eine Strukturierung der Fachkompetenzen nach interdisziplinären Making-Domänen wie Mechanik, Physical Computing und digitale Fabrikation als sinnvoll. Allerdings erfordert die Anschlussfähigkeit an den Schulalltag eine Übersetzung dieser Making-Fachkompetenzen in die Logik des Lehrplans. Dabei ist zu berücksichtigen, dass im Lehrplan21 einige überfachliche Kompetenzen explizit auch als Fachkompetenzen aufgeführt sind. Zum Beispiel steht Kommunikation als überfachliche Kompetenz in Relation zu Fachkompetenzen aus dem Bereich Sprachen; Informationskompetenz ist ein Teil des Fachs Medien und Informatik, zugleich aber auch eine überfachliche Methodenkompetenz. In MakeCompBeta sind Bezüge zur Bildung für nachhaltige Entwicklung ansatzweise erkennbar, diese sind jedoch eher implizit und markieren keinen Schwerpunkt, wie es im Projekt «Making Packages für kompetenzorientiertes Lernen» vorgesehen ist. Dieser Befund lässt sich darauf zurückführen, dass ursprünglich von den individuellen Präferenzen und Ideen der Schüler:innen ausgegangen wurde, ohne explizit Kompetenzen einer BNE zu adressieren.

Obschon die inhaltliche Differenzierung der Kompetenzbereiche insgesamt kohärent wirkt, zeigen sich in MakeCompBeta inhaltliche Unschärfen: Beispielsweise lassen sich «Selbstregulation» und «Selbstreflexion» zwar den personalen Kompetenzen zuordnen, sie repräsentieren jedoch inhaltlich unterschiedliche Bereiche und können daher nur bedingt im selben Kompetenzbereich gefasst werden. Des Weiteren sind einige Teilkompetenzen zu wenig konkretisiert, sie aggregieren mehrere Kompetenzen, die korrekterweise getrennt aufgeführt werden müssten (z. B. «Die Schüler:innen können sich auf den Making-Prozess konzentrieren, zielgerichtet arbeiten und lassen sich von Schwierigkeiten nicht entmutigen»). Schwierigkeiten struktureller Art manifestieren sich im Umstand, dass die Anzahl der Teilkompetenzen in den Kompetenzbereichen stark variiert. Als ebenfalls uneinheitlich kann der Abstraktionsgrad der Teilkompetenzen bezeichnet werden. Im Kompetenzbereich «Technik, Mechanik, Elektrotechnik» umreißen die Teilkompetenzen komplette Arbeitsfelder und sind entsprechend allgemein in der Formulierung, während der Kompetenzbereich «Kreativität» eine differenziertere Strukturierung aufweist. In MakeCompBeta wird zudem nicht deutlich, ob die Teilkompetenzen als Cluster, als Hierarchieebenen oder als unabhängige Kompetenzdimensionen zu verstehen sind. Es fehlt eine weitere Konkretisierung hinsichtlich von Indikatoren, anhand derer die

Überprüfung des Kompetenzerwerbs möglich ist. Diese Indikatoren müssten im Sinne Weinerts (2001) spezifische Wissensbestände, Fertigkeiten und Haltungen beinhalten, die eine Kompetenz in Summe ausmachen.

### **3.3 Konsequenzen**

- MakeCompBeta kann als Grundlage für die Weiterarbeit verwendet werden; insbesondere an der Differenzierung in Personale, Sozial-, Methoden- und Fachkompetenzen ist festzuhalten.
- Die bisherigen Kompetenzbereiche in MakeCompBeta sind mit weiteren, in der Zwischenzeit erschienenen Frameworks abzugleichen, zu bestätigen bzw. zu erweitern.
- Die Kompetenzbereiche müssen auf ihre Trennschärfe hin überprüft werden. Eine mögliche Weiterentwicklung wäre, statt Kompetenzbereiche mit Bezeichnungen wie «Kreativität» einzelne Kompetenzen zu formulieren und diesen wiederum spezifische Wissensbestände, Fertigkeiten und Haltungen (als Indikatoren) zuzuordnen und als solche zu konkretisieren. Diese Form der Konkretisierung käme auch Lehrpersonen zugute, die anhand des Kompetenzframeworks nicht nur Bildungsangebote auswählen, sondern auch den Kompetenzerwerb der Schüler:innen überprüfen wollen.
- Die Kompetenzbereiche sind inhaltlich entweder nach möglichen Anschlussstellen einer BNE zu prüfen und/oder ein Kompetenzbereich Nachhaltigkeit wäre neu zu ergänzen, um das transversale Thema zu explizieren.
- Die Anzahl der Indikatoren zu den jeweiligen Kompetenzen ist anzugleichen.
- Die Strukturierungsform der Indikatoren ist ggf. zu überdenken.

## **4. Literaturrecherche und Auswahl geeigneter Kompetenzframeworks**

Zwei Literaturrecherchen in der EBSCO-Datenbank der Universität Konstanz dienen der Identifikation bestehender making-naher Kompetenzmodelle. Für den Volksschulkontext konnten erwartungsgemäss nur wenige Frameworks identifiziert werden, weswegen der Suchfokus auf den Bildungskontext «Hochschule» und auf den inhaltlichen Bereich «Engineering Education» ausgeweitet wurde. Kompetenzmodelle im Schnittfeld von Making und Bildung für nachhaltige Entwicklung konnten bislang nicht identifiziert werden. Deshalb wurde auch eine Auswahl reiner BNE-Frameworks als analyserelevant klassifiziert.

#### **4.1 Making-Kompetenz Frameworks**

Die Literaturdurchsicht mit den Suchbegriffen «Making OR MakerSpace / Kompetenz OR Skill / Schule OR Education / Framework» sowie «Making OR MakerSpace / School OR Classroom / Competence OR Skill OR Literacy / Framework OR Assessment» hat zur Identifikation folgender relevanter Frameworks für Making-Kompetenzen geführt:

- «Maker Literacy» (Kumpulainen et al. 2020, Kontext: Schule, Schulbibliothek)
- «Maker Literacies» (Wallace et al. 2017; Kontext: Hochschule)
- «Maker Competencies» (Davidson und Price 2017; Kontext: Schule)
- «Technical Skills of Engineering» (Yusoff et al. 2012; Kontext: Hochschule, technische Studiengänge)
- «EntreComp» The Entrepreneurship Competence Framework (Bacigalupo et al. 2016)
- «DigComp: a Framework for Developing and Understanding Digital Competence in Europe» (Punie et al. 2013)
- «Technology & Engineering Literacy Framework for the 2018 National Assessment of Educational Process» (National Assessment Governing Board, Washington 2018).

Es liegen weitere Publikationen zu Making-Kompetenzen vor (vgl. z. B. Blikstein et al. 2017; Fan 2022; Galaleldin et al. 2016; Sheffield und Koul 2021). In die Analyse wurden jedoch nur diejenigen einbezogen, in welchen sowohl konkrete fachliche als auch überfachliche Kompetenzen und Teilkompetenzen formuliert werden. Einzelne Publikationen greifen bestehende Kompetenzframeworks auf und transferieren diese auf den Making-Kontext (vgl. Rayna et al. 2021; vgl. dos Santos et al. 2019). In diesem Fall werden die Original-Frameworks analysiert.

#### **4.2 BNE-Kompetenzframeworks**

Die Literaturdurchsicht mit den Suchbegriffen «Making OR MakerSpace / BNE OR Bildung für nachhaltige Entwicklung / Kompetenz OR Skill» hat zur Identifikation folgender relevanter Frameworks für NE/BNE-Kompetenzen geführt:

- «GreenComp – der Europäische Kompetenzrahmen für Nachhaltigkeit» (Bianchi et al. 2022, Kontext: übergreifend)
- «BNE-Kompetenzen nach Education21 (2016)» (Kontext: Lehrpersonenausbildung, Volksschule)
- «Key Competencies in Sustainability in Higher Education» (Giangrande et al. 2019, Kontext: Hochschule)

- «Rounder Sense of Purpose – Educator competences in learning for sustainability» (RSP-Partnership 2019, Kontext: Hochschule; u.a. Lehrpersonenausbildung)
- Nachhaltigkeitskompetenzen (Rieckmann 2021, Kontext: Schule, Lehrpersonenausbildung)
- «Orientierungsrahmen für den Lernbereich Globale Entwicklung im Rahmen einer Bildung für nachhaltige Entwicklung» (KMK und BMZ 2016, Kontext: Schule, Lehrpersonenausbildung)

Weitere NE und BNE-Kompetenz-Frameworks, die bereits in den ausgewählten Frameworks verarbeitet wurden (z. B. Wiek et al. 2011; Brundiers et al. 2021), werden nicht in die Analyse einbezogen.

#### **4.3 Scoping-Review zum Themenfeld Making, Inklusion und Nachhaltigkeit**

Um die potenziellen Schnittfelder zwischen schulischem Making und dem Konzept der Nachhaltigkeit bzw. Bildung für nachhaltige Entwicklung zu ermitteln, wurde im initialen Stadium der Entwicklung des Making-Kompetenzmodells ein Scoping-Review durchgeführt. Dieser Review, dokumentiert in Bosse, Maurer und Schluchter (2024), bietet einen umfassenden Überblick über relevante Literatur und Studien (n = 126), die zwischen 2012 und 2022 publiziert wurden und die Schnittstellen von Making, Inklusion und Nachhaltigkeit explorieren. Insbesondere im Kontext der Verknüpfung von Nachhaltigkeit und Making wurden, basierend auf der analysierten Literatur, spezifische Dimensionen identifiziert (ebd., 167f.).

- A. Nachhaltige Verwendung von Materialien und Produkten (Recycling und Upcycling, Repair-Projekte, ...)
- B. Nachhaltige Gestaltung von Produktionsprozessen (beim Making; z. B. Energieverbrauch, Teilhabe von Menschen mit unterschiedlichen Fähigkeiten durch niederschwellige Zugänge ermöglichen,...)
- C. Lokale Produktion sowie neue Liefer- und Beschaffungswege/-ketten
- D. Bewusstseinsbildung aus der Perspektive der Nachhaltigkeit

Ein zentraler Befund des Scoping-Reviews ist ferner die Feststellung, dass bislang nur eine geringe Anzahl an Studien speziell der Frage nachgeht, wie Making-Prozesse nicht nur ein Bewusstsein für nachhaltiges Verhalten, sondern auch den Erwerb komplexerer BNE-Fähigkeiten fördern, die essenziell sind, um Schüler:innen die Mitgestaltung einer nachhaltigen Zukunft im umfassenden Sinne zu ermöglichen. In diesem Kontext besteht ein deutlicher Bedarf an grundlegender Forschungsarbeit. Das Projekt «Making Packages für kompetenzorientiertes Lernen» trägt zur Schliessung dieses Desiderat bei.

## 5. Analysekriterien und Analyseschritte

### 5.1 Analysekriterien und Analyseschritte der *Maker Education Frameworks*

Die Analysen haben einen inhaltlichen und einen strukturellen Fokus. Die inhaltliche Analyse bezieht sich auf sämtliche im untersuchten Framework enthaltenen Kompetenzen.<sup>1</sup> Dabei sollen relevante Kompetenzen identifiziert werden, die entweder bereits in *MakeCompBeta* enthalten sind (und somit die initiale Version stützen) oder die mit dem Blick auf die Weiterentwicklung zu *MakeComp4School* ergänzt werden könnten. Die strukturelle Analyse widmet sich der Gesamtkonfiguration des jeweiligen Kompetenzframeworks, indem sie dessen konzeptionellen Aufbau sowie die zugrundeliegenden Strukturdimensionen betrachtet. Gegebenenfalls lassen sich auf diese Weise Gründe ermitteln, die dafür sprechen, die Ausgangsstruktur von *MakeCompBeta* anzupassen oder zugunsten einer geeigneteren Struktur aufzugeben. Während des Analyseprozesses wird *MakeCompBeta* schrittweise und in einem iterativen Verfahren weiterentwickelt. Die Endfassung wird als *MakeComp4School* bezeichnet.

#### 5.1.1 Analyseschritt 1

Vor der Analyse werden alle Kompetenzen eines Frameworks mit einem Code versehen, sodass nachvollzogen werden kann, welche davon in *MakeCompBeta* übertragen und welchem der vier Kompetenzbereiche (Personal, Sozial, Methoden und Fach) sie zuzuordnen sind. Auch die Kompetenzen in *MakeCompBeta* erhalten einen Code, sodass auch in den Analyserastern bei der jeweiligen Kompetenz die Zuordnung zu *MakeCompBeta* markiert werden kann. Im ersten Analyseschritt erfolgt eine Einschätzung der jeweiligen Kompetenzen in Bezug auf ihre Bedeutung im Umfeld der Volksschule (Schwerpunkt Zyklus 2, entspricht den Klassenstufen 4–6). Diese Kategorisierung basiert auf den Anforderungen und Bildungszielen der Volksschule (Lehrplan21) sowie auf den spezifischen Bedürfnissen der Zielstufen und auf dem angenommenen Lebensweltbezug für die Schüler:innen.

#### 5.1.2 Analyseschritt 2

Im zweiten Analyseschritt erfolgt eine tiefere Analyse der zuvor als «relevant» eingestufteten Kompetenzen, um deren Verbindung und Übereinstimmung mit den Prinzipien und Anliegen der *Maker Education* zu bewerten. Diese Untersuchung orientiert sich am Verständnis von *Making*, welches kreatives, praktisches und

---

<sup>1</sup> Wenn im Folgenden von Kompetenzen die Rede ist, sind immer auch die Teilelemente wie Wissensbestände, Fertigkeiten und Haltungen sowie die Teilkompetenzen gemeint, die letztlich eine Kompetenz ausmachen.

problemlösungsorientiertes Konstruieren beziehungsweise Gestalten in den Vordergrund stellt. Es wird überprüft, inwiefern die relevanten Kompetenzen Bezüge zur Maker Education haben.

Ideenentwicklung und Problemlösung (passion, participate)	Fehlerkultur, Offenheit für Unbekanntes, Neues Lernen (learn)	Kommunikation/ Inspiration/ Unterstützung/ Teilen (give, share, peers, support)	Kreieren/ Konstruieren/ Gestalten (make, create)	Technologieanwendung und -nutzung (tool up)	Iterative Produktentwicklung (create, change)
Eigene Ideen entwickeln, Ideen für ganz bestimmte Probleme generieren, Kreativ sein	Spielerisches Herantasten, Fehler machen und aus Fehlern lernen	Ideen kommunizieren; Wissen und Erfahrung weitergeben; voneinander lernen; Gegenseitige Inspiration	Objekte herstellen, designen, gestalten, konstruieren; entsprechende handwerkliche Fähigkeiten	Technologie verstehen, bedienen können, nutzen, Probleme beheben; sinnvoll und verantwortungsvoll verwenden	Produkte im Zyklus von Recherche, Ideation, Prototyping, Feedback/ Testing schrittweise weiterentwickeln

**Tab. 6:** Analysekriterien für Making-Kompetenz-Frameworks.

### 5.1.3 Analyseschritt 3

Im dritten Schritt werden relevante Kompetenzen mit mindestens einem Bezug zur Maker Education den vier Kompetenzbereichen von MakeCompBeta zugeordnet.

1 Personale Kompetenzen	2 Soziale Kompetenzen	3 Methodenkompetenzen	4 Fachkompetenzen
1.1 Eigenständigkeit	2.1 Zusammenarbeit	3.1 Problemanalyse/ Problemverstehen	4.1 Anwendung von Werkzeugen/ Maschinen
1.2 Offenheit/Risikobereitschaft	2.2 Hilfsbereitschaft/ Gemeinwohlorientierung	3.2 Kreative Denk- und Problemlösefähigkeit	4.2 Handwerk/ Material
1.3 Selbstregulation/ Selbstreflexion	2.3 Unterstützung	3.3 Recherche- und Informationskompetenz	4.3 Technik
1.4 Flexibilität/ Improvisation	2.4 Wertschätzung/ Fehlerkultur	3.4 Produktentwicklungskompetenz	4.4 Gestaltung/Design

1 Personale Kompetenzen	2 Soziale Kompetenzen	3 Methodenkompetenzen	4 Fachkompetenzen
1.5 Überzeugungskraft/ Argumentation			4.5 Informatische Kompetenzen
1.6 Verantwortung/ Haltung			4.6 Medienkompetenzen

**Tab. 7:** Kompetenzbereiche von MakeCompBeta.

#### *Syntheseschritt 1: Iterative Formulierung von Kompetenzindikatoren*

Nach abgeschlossener Analyse der Making-Kompetenz-Frameworks und nach Zuordnung der Kompetenzen zu den Kompetenzbereichen in MakeCompBeta beginnt die Bestimmung und Formulierung von geeigneten Kompetenzindikatoren. Dabei wird zum einen auf die in MakeCompBeta enthaltenen Formulierungen zurückgegriffen, zum anderen fließen die zugeordneten Kompetenzen der analysierten Frameworks in den Formulierungsprozess ein. Im Bemühen um einen einheitlichen Operationalisierungsgrad wird versucht, pro Kompetenzbereich sechs Indikatoren zu bestimmen. Dieser Bestimmungsprozess erfolgt auf iterative Weise, d. h. es werden Formulierungen im MakeCompBeta mehrmals angepasst und in mehreren Durchgängen mit den Originalframeworks und den dortigen Formulierungen abgeglichen. Falls sich herausstellt, dass bestimmte relevante Kompetenzen nicht in die bestehende Struktur von MakeCompBeta passen, wird dies als Anlass genutzt, die bisherige Struktur zu überdenken und weiterzuentwickeln. Die Formulierung der Kompetenzen, die im MakeCompBeta bisher fehlen (es sind bislang nur Kompetenzbereiche benannt), erfolgt nach Abschluss der Integration der BNE-Bezüge im finalen Schritt.

#### *Analysekriterien und Analyseschritte der BNE-Kompetenzframeworks*

Das Projekt «Making-Packages für kompetenzorientiertes Lernen» verfolgt nicht den Anspruch, sämtliche Dimensionen einer Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) systematisch abzudecken. Vielmehr zielt es darauf ab, dort die Verbindung zwischen schulischem Making und dem Erwerb von BNE-Kompetenzen herzustellen, wo dies thematisch angebracht ist. Lehrpersonen und Schüler:innen sollen dadurch die Möglichkeit erhalten, bei der Auswahl von Making-Lernaktivitäten gezielt einen Fokus auf BNE zu legen. Nachdem die Making-Kompetenz-Framework-Analyse in die Weiterentwicklung eingeflossen ist, werden vor diesem Hintergrund die ausgewählten BNE-Kompetenz-Frameworks dahingehend analysiert, inwiefern die einzelnen BNE-Kompetenzen inhaltliche Bezüge zu den bereits im MakeCompBeta enthaltenen Kompetenzen aufweisen.

#### 5.1.4 Analyseschritt 4

Hierfür werden zunächst alle BNE-Kompetenzen in den Frameworks mit einem Code versehen. Die Codes anschlussfähiger BNE-Kompetenzen werden im MakeCompBeta an der jeweils passenden Stelle integriert. Die Passung oder Nicht-Passung der BNE-Kompetenzen wird zum einen an den vier Dimensionen aus dem Review orientiert:

- Kann die Kompetenz im Zusammenhang mit der Verwendung nachhaltiger Materialien oder Produkte beim Making stehen?
- Kann die Kompetenz dazu beitragen, dass Making-Produktionsprozesse nachhaltiger gestaltet werden?
- Kann die Kompetenz dazu beitragen, dass Schüler:innen sich für Projekte entscheiden, die einen Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung leisten könnten?
- Hat die Kompetenz Bezüge zum Maker Mindset, zu einer innovations- und kreativitätsfördernden Kultur?
- Entspricht die Kompetenz inhaltlich den bereits formulierten Kompetenzen in MakeCompBeta?

Auch umgekehrt werden die Bezüge von MakeCompBeta (Codes) in die BNE-Frameworks eingetragen. Dieser Schritt stellt die Überprüfung dar, inwieweit die bisher modellierten Making-Kompetenzen bereits Nachhaltigkeitsbezüge aufweisen.

Ergänzend hierzu erfolgt ein weiterer Schritt, der sicherstellen soll, dass zentrale Anliegen einer BNE Bestandteil von *MakeComp4School* werden. Eine vergleichende Analyse der ausgewählten BNE-Kompetenzframeworks identifiziert Kompetenzdimensionen, die in allen Frameworks enthalten und somit als relevant zu bewerten sind. Diese werden anschliessend auf die Anliegen der Maker Education spezifiziert und – sofern möglich – in die bestehenden Kompetenzbereiche von MakeCompBeta aufgenommen. Falls dies nicht möglich ist, wird ein eigener Kompetenzbereich «Nachhaltigkeit» modelliert, in welchem die making-kompatiblen BNE-Kompetenzen Platz finden.

#### 5.2 *Making-Kompetenzen bezogen auf den Lehrplan21*

Der letzte Entwicklungsschritt hat die Anschlussfähigkeit der Making-Kompetenzen an die fachlichen und überfachlichen Kompetenzen im Lehrplan21 der Schweizer Volksschule zum Gegenstand. Dieser Schritt ist erforderlich, um Lehrpersonen zu verdeutlichen, welchen Beitrag die jeweilige Making-Aktivität zum schulischen Bildungsauftrag leistet. In der Analyse werden nur die Bezüge der Making-Kompetenzen, nicht die der aggregierten Indikatoren im Detail analysiert und ausgewiesen.

Eine derartige Engmaschigkeit wäre für den Verwendungszweck im Projekt «Making Packages für kompetenzorientiertes Lernen» nicht zielführend und würde die Lehrpersonen bei der Auswahl überfordern.

## **6. Analyse der Making-Kompetenz-Frameworks**

Im Folgenden werden die ausgewählten Making-Kompetenz-Frameworks vorgestellt und analysiert. Die Detailanalyse befinden sich im Anhang 2.

### **6.1 *Maker Literacy (Kumpulainen et al. 2020)***

Der Kompetenzrahmen «Maker Literacy» von Kumpulainen et al. 2020 ist in Finnland entstanden und wurde speziell auf den Kontext Schule und auf die Lernumgebung MakerSpace zugeschnitten. Es werden Wissen, Fähigkeiten und Haltungen adressiert, die erforderlich sind, «... to be able to participate in a complex and increasingly digitalized society» (Kumpulainen et al. 2020, 1). Der Fokus liegt daher auf digitalen Kompetenzen, die für die Produktion von medialen Artefakten bzw. Medien-Texten (im Sinne einer handlungsorientierten Medienarbeit) benötigt werden. Vor dem Hintergrund eines erweiterten Textbegriffs werden auch die Kulturtechniken Lesen und Schreiben weit gefasst. «Here, reading and writing are understood in their broadest terms involving accessing, using, analyzing, producing, and disseminating various «texts»» (Kumpulainen et al. 2020, 3). Die Bezeichnung «Maker Literacies» steht hier für eine Gesamtheit von Praktiken der Erstellung von Artefakten und Texten, die auf eine intrinsisch motivierte, tüftelnde und spielerische Weise (vgl. Wohlwend et al. 2018) vollzogen werden kann. Maker Literacies sind interdisziplinär angelegt und überwinden die Grenzen zwischen Lesen, Wissenschaft, Kunst, Mathematik und Technologie (vgl. Kumpulainen et al. 2020, 3). Der Kompetenzrahmen der Maker Literacy orientiert sich an Greens (1988) Dreidimensionenmodell von Literacy, das sich aus operationalen, kulturellen und kritischen Literacy-Dimensionen zusammensetzt. In ihrer Untersuchung arbeiten sie heraus, dass beim Making nicht notwendigerweise Kompetenzen aus dem Bereich der «Critical Dimension» erworben werden. Hierfür seien spezifische pädagogische Interventionen erforderlich.

Operationale Dimension	Digitale Werkzeuge kennen, anwenden, damit experimentieren, zweckorientiert einsetzen, technische Probleme mit digitalen Werkzeugen lösen, digitale Fertigkeiten erweitern
Kulturelle Dimension	Mit digitalen Medien kommunizieren, zusammenarbeiten, vernetzen, adressatengerechte mediale Kommunikation, kreative Gestaltung, Programmierung, interkulturelles Bewusstsein, urheberrechtlich korrektes Handeln
Kritische Dimension	Informationen und Technologien kritisch beurteilen, Absichten von Produzent:innen reflektieren, Macht- und Herrschaftsverhältnisse, Diversity, Gerechtigkeit im Kontext medialer Produktion reflektieren, Schutz der digitalen Identität, Datenschutz, nachhaltige Nutzung digitaler Technologie

**Tab. 8:** Dimensionen der Maker Literacy (Kumpulainen et al. 2020), Vereinfachte Darstellung.

### *Diskussion und Würdigung*

Das Kompetenzmodell von Kumpulainen et al. (2020) legt den Schwerpunkt auf digitales Making und adressiert vor allem Produkte und Artefakte, die im Kontext einer aktiven Medienarbeit im Sinne Schells (2003) entstehen. Konstruktive Aktivitäten mit digitaler Fabrikation und analogem Handwerk sind weniger im Fokus, wenngleich nicht ausgeschlossen. Blikstein et al. (2017, 153) kritisieren diese Position, indem sie argumentieren:

«While some of the new assessments for ICT digital literacies may include skills such as critical thinking and understanding the social implications of technology, they do not focus on the tasks required for the actual design and construction of technological systems».

Das Plädoyer, neben einer reinen Anwendungskompetenz auch eine kritische und eine kulturelle Dimension zu konzeptualisieren, entspricht jedoch dem Anliegen, eine mündige und verantwortungsvolle Haltung im Sinne einer Bildung für nachhaltige Entwicklung einnehmen zu können. Insofern ist in diesem Framework die Verbindung zu Nachhaltigkeitsthemen eingeschrieben. Die meisten der aufgeführten Kompetenzen sind für die Volksschule relevant, wobei viele davon im Kontext des Fachs *Medien und Informatik* (MI) und nicht spezifisch in der Maker Education verortet sind.

### **6.2 Maker Literacies (Wallace et al. 2017)**

Das Konzept der Maker Literacies von Wallace et al. (2017) wurde entwickelt, um im Universitätskontext zuverlässiger erheben zu können, ob die Ziele des Kompetenzerwerbs im Bereich Making tatsächlich erreicht werden. Wie bei Kumpulainen et al. wird der Literacy-Begriff bemüht. Im Unterschied zu Kumpulainen wird nicht auf ein

bestehendes Kompetenzmodell referenziert bzw. es wird keines adaptiert, sondern im Rahmen einer interdisziplinären Task Force ein eigenes Modell entwickelt (vgl. Wallace et al. 2017, 1).

«In preparation for this initiative, over the summer of 2016 a multi-disciplinary Maker Literacies Task Force was formed, with librarians, FabLab staff and faculty from five academic departments. The Task Force investigated and developed a draft set of assessable maker-based competencies (...) that can be mapped to existing course learning outcomes in many subjects» (Wallace et al. 2017, 1).

Das Modell umfasst elf Kompetenzdimensionen, die gleichberechtigt nebeneinanderstehen und wiederum durch mehrere, nicht hierarchisch geordnete Indikatoren konkretisiert werden, die in der Detailanalyse im Anhang 2 ausgeführt werden.

A	Der/die making-kompetente Student/in erkennt die Notwendigkeit, etwas zu erfinden, zu entwerfen, herzustellen, zu bauen, umzugestalten oder zu reparieren, um eine Idee oder Emotion auszudrücken oder ein Problem zu lösen.
B	Er/Sie kann Designmethoden anwenden.
C	Er/Sie beherrscht bewährte Zeitmanagement-Praktiken.
D	Er/Sie kann effektive Teams zusammenstellen.
E	Er/Sie kann effektive Wissensmanagement-Praktiken einsetzen.
F	Er/Sie kann mit Werkzeugen umgehen.
G	Er/Sie kann mit Materialien umgehen.
H	Er/Sie demonstriert ein Verständnis des Prozesses der Digitalen Fabrikation
I	Er/Sie ist sich vieler der ethischen, rechtlichen und sozioökonomischen Fragen im Zusammenhang mit dem Making bewusst
J	Er/Sie kann Sicherheitsmaßnahmen beachten
K	Er/Sie kann gewonnenes Wissen in die Arbeitswelt, die Gemeinschaft und reale Situationen übertragen

**Tab. 9:** Making Literacies (Wallace et al. 2017).

### *Diskussion und Würdigung*

Der Kompetenzrahmen von Wallace et al. (2017) ist auf den Hochschulkontext und damit auf die Zielgruppe Studierende zugeschnitten. Daher sind einige der (Teil-)Kompetenzen für den Schulkontext zu komplex oder irrelevant. Andererseits sind explizit das Maker Mindset und die subjektive Perspektive der Maker:innen repräsentiert (Kompetenz A). Auch an andere Kompetenzen kann schulisches Making anknüpfen. Die Teamfähigkeit (Kompetenz D) wird hier zwar auf die Zusammenstellung von Teams und in diesem Sinne auf Formalismen beschränkt (klare Dokumentation,

Nutzung einer verständlichen Fachsprache), wodurch die Anforderungen der Schulpraxis nur bedingt tangiert sind, da viele Schüler:innen Teamfähigkeit in ihren Facetten zunächst erwerben müssen. Mit dem Blick auf Nachhaltigkeit erscheint die Kompetenz I interessant, da diese auch ethische Fragen im Zusammenhang mit Making beinhaltet. Bei genauer Betrachtung liegt der Fokus allerdings auf rechtlichen Aspekten im Zusammenhang mit dem geistigen Eigentum, technikethische Gesichtspunkte werden nicht explizit erwähnt, auch der Nachhaltigkeitsgedanke ist nur implizit enthalten. Der Fokus dieses Kompetenzmodells liegt auf dem Designprozess (Kompetenzen B, E) und auf dem Umgang mit Produktionswerkzeugen und -materialien (Kompetenzen F, G). Insofern lassen sich u.a. verschiedene Bezüge zur Produktentwicklungskompetenz im MakeCompBeta herstellen.

### 6.3 *Maker Competencies to meet 21st Century Needs (Davidson und Price 2017)*

Davidson und Price (2017) identifizieren in einer grounded-theory-basierten Studie mit Proband:innen unterschiedlichen Alters, die an mehreren ausserschulischen Making Angeboten teilgenommen haben, fünf Schlüsselthemen, die für die Bewältigung von Making-Aktivitäten zentral sind: Initiative (initiative), spielerisches Lernen (playful learning), authentische Anpassung (authentic adaptation), Interdependenz (interdependence) und übermässige Ressourcenbereitstellung (over resourcing). Aus diesen Schlüsselthemen leiten die Autor:innen sieben Making-Kompetenzen ab, die jedoch nicht weiter konkretisiert und ausdifferenziert werden.

DA1 Initiative: Teilnehmende zeigen «Initiative», wenn sie sich neuen Herausforderungen stellen und neue praktische Werkzeuge nutzen, um diesen Herausforderungen gerecht zu werden. Sie bauen dabei auf Bekanntem auf, sind aber bereit, die Komfortzone zu verlassen.
DA2 Spielerisches Lernen: Teilnehmende zeigen «spielerisches Lernen», respektive eine verspielte Neugier.
DA3 Sie sind bereit, ihre Ideen in mehreren Iterationen zu entwickeln.
DA4 Sie sind bereit, beim Erreichen kurzfristiger Ziele ihre Fähigkeiten zu erweitern.
DA5 Authentische Anpassung: Teilnehmende passen sich an eine sich ständig verändernde Umgebung an (z. B. wechselnde Teilnehmende, unterschiedliche Verfügbarkeit von Ressourcen). In Mangelsituationen können sie Alternativen finden.
DA6 Interdependenz: Teilnehmende agieren interdependent, indem sie aktiv Zusammenarbeit anstreben und dabei statt auf Wettbewerb und Kontrolle auf gegenseitiges Vertrauen, Hilfsbereitschaft und Humor im Umgang miteinander setzen.
DA7 Grosszügige Einplanung von Ressourcen: Teilnehmende planen zusätzliche Zeit und Ressourcen ein, um Dinge ausprobieren, Fehler machen und im Rahmen der Lösungsfindung mehrere Prototypen entwickeln zu können.

**Tab. 10:** Maker Competencies to meet 21st Century Needs (Davidson und Price 2017).

### *Diskussion und Würdigung*

Dieses Kompetenzmodell orientiert sich am Mindset der Maker Education und adressiert damit insbesondere Haltungen und Bereitschaften der Lernenden (z. B. Initiative oder die Anpassung an situative Gegebenheiten), die für Making Prozesse wichtig sind. Fachkompetenzen und operative Kompetenzen sind nicht explizit ausgewiesen, ebenso wenig wie Kompetenzen, die einer nachhaltigen Entwicklung zuträglich sind. Interessant ist der Zugang aus und durch die Praxis. Ohne die genannten Haltungen und Bereitschaften werden Akteur:innen in einem offenen Making Kontext kaum aktiv werden können. Da es sich in diesem Fall um einen ausserschulischen Kontext und damit um ein (kurzzeitiges?) non-formales Bildungsangebot handelt, fühlen sich die Autor:innen weniger einem (schulischen) Fachcurriculum verpflichtet als der Persönlichkeits- und Identitätsbildung. Im Bereich Maker Mindset/Growth Mindset liefert das Kompetenzmodell damit wertvolle Hinweise, auch für den Schulkontext.

### **6.4 Making Kompetenzen und Industrie 4.0 (Ferro dos Santos und Benneworth 2019)**

Ebenfalls für den Universitätskontext und für Hochschulmakerspaces adaptiert haben Ferro dos Santos und Benneworth (2019) das Modell zur Messung von Technischen Kompetenzen für Ingenieur:innen von Yusoff et al. (2012). Das Instrument wurde in Befragungen von FabLab-User:innen verwendet. Es ist professionsspezifisch ausgerichtet und beinhaltet insbesondere auch die Perspektive und Kompetenzerwartungen von Arbeitgeber:innen in technischen Branchen. Das Modell besteht aus zehn Kompetenzdimensionen, welchen jeweils zwischen drei und fünf Teilkompetenzen/Indikatoren zugeordnet sind. Weder die Dimensionen noch die Indikatoren (ausgeführt im Anhang 2) stehen in einem erkennbaren hierarchischen Verhältnis zueinander.

1	Communication Skills (Kommunikationskompetenzen)
2	Teamwork
3	Live long Learning (lebenslanges Lernen)
4	Professionalism (entspricht thematisch eher Verantwortungsbewusstsein)
5	Problem Solving & Decision Making (Problemlösen und Entscheidungskompetenz)
6	Competency (Fähigkeit?)
7	Knowledge of Science and Engineering Practices (Kenntnis wissenschaftlicher und technischer Prinzipien)
8	Knowledge of temporary Issues (Wissen über zeitgenössische Probleme)
9	Engineering System Approach
10	Competent in a specific engineering discipline (Kompetenzen in einer spezifischen Technidisziplin)

**Tab. 11:** Making Kompetenzen (Ferro dos Santos und Benneworth 2019).

#### *Diskussion und Würdigung*

Das Modell hat keinen Schulbezug, die (Teil-)Kompetenzen (Competency, Engineering Principles, Engineering System Approach, Competent in a specific engineering discipline) sind zu einem grossen Teil professionsspezifisch ausgerichtet und für den Volksschulkontext weniger relevant. Auch im Bereich Maker Mindset werden wenige Impulse gegeben (das respektvolle Feedback ausgenommen). Dagegen nimmt der Kompetenzbereich «Professionalism» explizit Bezug auf eine nachhaltige Entwicklung und auf einen ökologisch und sozial verantwortungsvollen Umgang mit Technologie. Allerdings sind die Appelle allgemein gehalten und bieten kaum konkrete Hinweise für die Making-Praxis. Der Kompetenzbereich «Kommunikation» hat einen hohen Stellenwert und betont neben dem Zuhören können, auch die Fähigkeit, sich sprachlich verständlich und überzeugend auszudrücken. Der Kompetenzbereich «Life long Learning» beinhaltet nicht nur die Erkenntnis, dass Lernen ein kontinuierlicher Bestandteil des Lebens ist, sondern auch dass Lernziele selbst gesetzt werden müssen und deren Erreichung der Überprüfung bedarf. Letzteres ist auch eine wesentliche Voraussetzung für Making-Lernprozesse.

#### **6.5 Makingkompetenzen als Mix aus Digital Skills und Entrepreneurship Skills (Rayna und Striukova)**

Rayna und Striukova (2021) aus Frankreich verwenden als Grundlage für eine qualitative Studie zur Erfassung von Kompetenzen, die Besucher:innen von MakerSpaces und FabLabs erwerben, ein Raster, welches das Entrepreneurship Framework

(Bacikalupo et al. 2016) und das Digital Competence Framework for the European Schools (Punie et al. 2013) kombiniert. Für die in diesem Kontext durchzuführende Analyse werden beide Frameworks nacheinander betrachtet. Zunächst wird der Analysefokus auf das Entrepreneurship Framework gerichtet.

### 6.6 Analyse des Entrepreneurship Frameworks (Bacikalupo et al. 2016)

Das Entrepreneurship Framework beinhaltet 15 Kompetenzbereiche, die wiederum zwei bis drei Kompetenzen umfassen, die hier nicht als Kompetenzen formuliert sind. Die Kompetenzen stehen gleichberechtigt nebeneinander. Es ist keine Hierarchie zu konstatieren, weder zwischen den Kompetenzbereichen, noch zwischen den Kompetenzen innerhalb eines Bereichs.

Ideen und Gelegenheiten
Kreativität
Vision
Ideen bewerten
Ethisches und nachhaltiges Denken
Selbstbewusstsein und Selbstwirksamkeit
Motivation und Beharrlichkeit
Mobilisierung von Ressourcen
Finanzielle und ökonomische Kompetenz
Überzeugung Dritter
Initiativübernahme
Planung und Management
Umgang mit Ambiguität
Zusammenarbeit
Lernen durch Erfahrung

**Tab. 12:** Entrepreneurship-Kompetenzen (Bacikalupo et al. 2016).

### *Diskussion und Würdigung*

Monetarisierungs- und Wertschöpfungsaspekte stehen im Kontext schulischen Makings nicht an erster Stelle. Es gibt zwar Initiativen wie Schüler:innenfirmen, die selbst entwickelte Produkte bewerben und vertreiben, um in einem realen Umfeld wirtschaftliche Kompetenzen zu erwerben (auch im Sinne einer sustainable entrepreneurship education). Der Making-Lernprozess ist jedoch in der Regel nicht

primär wirtschaftlichen Verwertungslogiken unterworfen. Statt Effizienz stehen Zugänglichkeit, Diversität, Erfahrung und kollaborative Sinnaushandlung im Vordergrund. Insofern müssten der explorative Making-Prozess und eine potenzielle Verwertung der Ergebnisse nicht zwangsläufig gekoppelt, sondern zunächst voneinander unabhängig betrachtet werden. Gleichwohl beinhaltet das Entrepreneurship Skills-Kompetenzraster eine Reihe überfachlicher Kompetenzen, die für schulisches Making hoch relevant sind. Teilweise sind die Kompetenzbereiche mit denen von MakeCompBeta kongruent. Kreativität und Zusammenarbeit decken sich, Selbstreflexion/Selbstregulation hat Parallelen mit Motivation und Beharrlichkeit. Zudem lassen sich viele Teilkompetenzen (siehe Anhang 2) direkt in das schulische Making integrieren, wobei eine Spezifizierung und Anpassung an die jeweilige Zielstufe erforderlich ist. Auffällig sind die vielen Teilkompetenzen aus unterschiedlichen Kompetenzbereichen, die sich inhaltlich mit dem Maker Mindset decken. Beispielsweise sind Initiative, ein starker Wille und Beharrlichkeit, auch wenn die Dinge nicht wie gewünscht funktionieren, wichtige personale Kompetenzen. Dem Nachhaltigkeitsaspekt wird ein eigener Kompetenzbereich gewidmet, der kritisch-reflexives und verantwortungsvolles Denken und Handeln auf gesamtgesellschaftlicher Ebene umfasst.

### 6.7 *DigiComp for European Schools: (Punie et al. 2013)*

Dieser Kompetenzrahmen ist in fünf Kompetenzbereiche (Competence Areas) aufgeteilt. Jeder Kompetenzbereich beinhaltet drei bis sechs Sub-Kompetenzen, die jeweils in sechs Kompetenzstufen (descriptors) differenziert sind und vom Kindergarten bis zur Sekundarstufe reichen.

Information and Data Literacy
Communication and Collaboration
Digital Content Creation
Safety
Problem Solving

**Tab. 13:** Fünf Kompetenzbereiche DigCom for European Schools (2020).

#### *Diskussion und Würdigung*

Der DigiComp Kompetenzrahmen zielt auf den kompetenten Umgang mit digitalen Medien ab und hat einige Berührungspunkte mit der Maker Education. Er ist aber eher auf medienpädagogische Anliegen zugeschnitten, wie sie in der aktiven Medienarbeit erreicht werden sollen. Data Literacy ist zu einem gewissen Grad für die

Recherche im Design Thinking Prozess erforderlich. Auch die Zusammenarbeit mit und ohne digitale Medien kann in Making-Prozessen von Relevanz sein, insbesondere wenn es darum geht, die eigenen Erfahrungen und Ideen zu teilen oder Making-Prozesse medial zu dokumentieren. Das Spektrum möglicher Making-Produkte beinhaltet auch digitale oder hybride Produkte. Insofern ist digital Content Creation gleichzusetzen mit anderen Arbeitstechniken, die für die Produktentwicklung erforderlich sind. Der Kompetenzbereich Safety ist medienpädagogisch zwar sehr relevant, im Kontext der Maker Education an der Volksschule steht er jedoch – bedingt durch die Konzentration auf dreidimensionale Artefakte, die beim Making entwickelt werden – nicht im Zentrum. Das Framework eignet sich insbesondere, um die Informationskompetenzen und Medienkompetenzen zu konkretisieren und zu vervollständigen, die für Making-Lernprozesse nützlich sind.

### 6.8 Technology & Engineering Literacy Framework (2018)

Das «Technology and Engineering Framework» aus den USA ist ein umfassendes Bildungsprogramm, das sich speziell an Schüler:innen richtet. Es besteht aus 47 Kompetenzen, die in Indikatoren operationalisiert und in drei verschiedene Niveaus unterteilt sind, die den Klassenstufen 4, 8 und 12 entsprechen. Dies ermöglicht eine altersgerechte Entwicklung und Vertiefung der technologischen Fähigkeiten.

Technologie und Gesellschaft	Design und Systeme	Informations- und Kommunikationstechnologie
Interaktion Technologie & Mensch	Natur der Technik	Entwicklung und Austausch von Ideen und Lösungen
Einflüsse von Technologie auf die natürliche Umwelt	Engineering Design	Informationsrecherche
Einflüsse von Technologie auf Information und Wissen in der Welt	Systemisches Denken	Problemanalyse
Ethik, Gerechtigkeit und Verantwortung	Instanthaltung und Fehlerbehebung	Anerkennung von Ideen und Informationen
		Auswahl und Nutzung digitaler Tools

**Tab. 14:** Technology & Engineering Literacy Framework (2018).

#### *Diskussion und Würdigung*

Das Technology and Engineering Framework ist mit seinen 47 Kompetenzen umfassend. Aus Sicht einer Bildung, die eine aktive und verantwortungsvolle Technikeignung intendiert, ist der Bereich «Technologie & Gesellschaft» besonders positiv

hervorzuheben. Hier wird betont, wie wichtig die Betrachtung von Technologie hinsichtlich ihrer Wirkungen im gesellschaftlichen Kontext ist. Schüler:innen sollen nicht nur die technischen Aspekte und Funktionsweisen verstehen, sondern auch den Nutzen und die möglichen Folgen der Technologieentwicklung kritisch hinterfragen. Diese Herangehensweise zielt darauf ab, ein umfassendes Verständnis für die Rolle und die Auswirkungen von Technologie in der Gesellschaft zu entwickeln. Mit den Anliegen der Maker Education sind zudem grosse Schnittmengen zu verzeichnen. Aus jedem Kompetenzbereich lässt sich mindestens eine Kompetenz in die Struktur von MakeCompBeta integrieren.

## 7. Analyse der BNE-Kompetenz-Frameworks<sup>2</sup>

Die Analyse der BNE-Kompetenzframeworks zeigt Parallelen von Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) und Maker Education auf. Überfachliche Kompetenzen wie Kreativität, Problemlösen, Imaginations- und Kooperationsfähigkeit sind an beide Bildungskonzepte anschlussfähig. Allerdings ist ein grosser Teil der Nachhaltigkeitskompetenzen an spezifisches Fachwissen gebunden (z. B. Wissen über systemische, naturwissenschaftliche Zusammenhänge, über Kippunkte und Reboundeffekte oder über Partikularinteressen von gesellschaftlichen Akteur:innen aus Wirtschaft, Politik, NGOs etc.). Dieses Hintergrundwissen ist notwendig, um beispielsweise kompetent beurteilen zu können, ob die Nutzung einer speziellen Technologie der Nachhaltigkeit dient (im Sinne der Effizienz), oder zu nicht nachhaltigen Entwicklungen führt. Vor diesem Hintergrund kann davon ausgegangen werden, dass schulisches Making nicht automatisch zur Entwicklung von Nachhaltigkeitskompetenzen in einer Breite führt, wie sie in den BNE-Kompetenzframeworks aufgeschlüsselt wird, sondern dass es hierfür gezielte pädagogische Impulse braucht. Um im Kompetenzrahmen *MakeComp4School* zumindest die Kernkompetenzen der Bildung für nachhaltige Entwicklung abzubilden, wird ergänzend zur Analyse und Zuordnung der Einzelkompetenzen (und Teilkompetenzen) eine vergleichende Analyse der Nachhaltigkeitskompetenzframeworks vorgenommen, und dabei werden Schnittfelder identifiziert.

Neben den bereits benannten Schnittbereichen von Maker Education und BNE (Kreativität, Problemlösen und Kollaboration) lassen sich in den BNE-Kompetenz-Frameworks weitere Kompetenzbereiche identifizieren, die einen stärker inhaltlichen Bezug zur nachhaltigen Entwicklung haben. In der nachfolgenden tabellarischen Übersicht werden fünf Kompetenzbereiche umrissen, die in allen Frameworks eine Rolle spielen. Die zugeordneten Codes zeigen auf, um welche Teilkompetenzen es sich jeweils handelt (s. Detailanalysen im Anhang).

---

<sup>2</sup> Die Detailanalysen der BNE-Kompetenz-Frameworks sind nicht Teil dieses Artikels. Die einzelnen kodierten Kompetenzen, Teilkompetenzen und Indikatoren der Frameworks sind im Anhang 3 einsehbar, ebenso wie deren Zuordnung zu den Kompetenzbereichen von *MakeComp4School* in Anhang 1.

Rieckmann (2021)	RSP (2019)	Giangrande et al. (2019)	KMK und BMZ (2016)	GreenComp (2022)	Education21
<b>A Hintergrundwissen über Nachhaltigkeit</b>					
RI1, RI2, RI3, RI4	RS1, RS2, RS4, RS5, RS17, RS31	GG20, GG21, GG22, GG23	KMK1, KMK2, KMK3, KMK8	BI3, BI4, BI6	ED1, ED3, ED5, ED6, ED12
<p>Die Lernenden entwickeln ein Verständnis für den Begriff der Nachhaltigkeit, kennen zentrale Nachhaltigkeitsherausforderungen und Ziele (z. B. SDGs) und deren Dringlichkeit. Sie verfügen über systemisches Wissen über lokale/globale Zusammenhänge, beispielsweise über den Klimawandel oder die Ursachen sozialer Schief lagen im Zusammenhang mit der Ausbeutung von natürlichen und humanen Ressourcen in Entwicklungsländern. Sie sind sich bewusst, dass Entwicklung, Herstellung, Nutzung und Entsorgung von Technologie mit Ressourcenverbrauch verbunden sind, sie je nach Verwendung aber auch dazu beitragen können, Ressourcen einzusparen (z. B. «intelligente» Steuerungstechnologie).</p>					
<b>B Verständnis von Nachhaltigkeit als Aushandlungsprozess von Werten</b>					
RI10, RI11, RI13, RI14, RI15, RI16, RI17, RI20	RS3, RS4, RS5, RS7, RS9, RS17, RS28, RS29, RS30, RS35	GG4, GG9, GG10, GG11, GG12, GG13, GG14, GG19, GG30, GG31, GG32, GG33	KMK5, KMK6, KMK7, KMK9	BI1, BI2, BI3, BI11	ED10, ED11, ED13, ED17, ED18, ED19
<p>Die Lernenden erkennen, dass Nachhaltigkeit keine absolute Größe ist und dass in der Gesellschaft Auffassungen von Nachhaltigkeit diskutiert werden, die einander teilweise widersprechen (z. B. starke Nachhaltigkeit, schwache Nachhaltigkeit, sensitive Nachhaltigkeit, Techniksolutionismus vs. soziale Nachhaltigkeit und Suffizienz). Die Schüler:innen entwickeln ein Bewusstsein und Verständnis für unterschiedliche Perspektiven und Wertevorstellungen im Zusammenhang mit Nachhaltigkeit. Sie nehmen eine eigene Positionierung ein, zeigen sich aber dennoch empathisch und in der Zusammenarbeit mit anderen lösungsorientiert und kompromissbereit. Im schulischen Making kann sich der Aushandlungsprozess bei der Entscheidung eines Schüler:innen-Teams für ein gemeinsames Produkt zeigen, indem ein Produkt mit nachhaltigen Materialien hergestellt oder zu dem Zweck entwickelt wird, Lösungsansätze für Nachhaltigkeitsprobleme zu entwickeln. Beim Produktentwicklungsprozess kann ausgehandelt werden, inwieweit der Einsatz von energieaufwendigen Technologien (z. B. Lasercutter) gegenüber einer manuellen Herstellungsweise vertretbar ist.</p>					
<b>C Handlungsfähigkeit und Engagement für Nachhaltigkeit</b>					
RI12, RI17, RI24	RS6, RS18, RS25, RS26, RS27, RS32, RS33, RS34, RS35	GG35, GG36, GG37, GG38, GG39	KMK4, KMK10, KMK11	BI10, BI11, BI12	ED20
<p>Die Lernenden erkennen Möglichkeiten (und Grenzen), um selbst mehr Nachhaltigkeit zu erreichen. Neben dem eigenen Verhalten im Alltag können sie Massnahmen ergreifen, um sich für mehr Nachhaltigkeit einzusetzen und auf gesellschaftspolitischer Ebene an den Diskursen um Nachhaltigkeit auf unterschiedlichen Ebenen aktiv teilzuhaben. Beim Making können sie Nachhaltigkeitsprobleme aufgreifen und mögliche Lösungsansätze entwickeln («prototyping for future»). Ausserdem bietet Making die Chance, Produkte und Ideen einer Öffentlichkeit zu präsentieren (z. B. auch mit medialen Artefakten wie Videos) und dabei den lokalen Diskurs in der Gemeinde anzustossen.</p>					
<b>D Kritisches Denken</b>					
RI18, RI19	RS10, RS11, RS12, RS20, RS31, RS36,	GG24, GG25, GG26, GG28, GG29	KMK1, KMK6, KMK7	BI5	ED2, ED4
<p>Die Lernenden gehen mit Informationen zum Thema Nachhaltigkeit (und nachhaltige Entwicklung) kritisch um, prüfen deren Faktizität und sind sich bewusst, dass mediale Nachhaltigkeitskommunikation häufig Schnittmengen mit Public Relations aufweist (z. B. Greenwashing-Strategien von Unternehmen). Lernende können Informationen zu Nachhaltigkeitsfragen einordnen und beurteilen. Beim Making dient die Informationsbeschaffung in der Regel der Entwicklung von Lösungsansätzen von Problemen oder der Ideenentwicklung für mögliche Umsetzungsideen. Kritisches Denken bezieht sich beim Making aber auch auf die Frage, ob es aus der Perspektive der Nachhaltigkeit sinnvoll ist, bestimmte Technologien oder Materialien zu nutzen bzw. bestimmte Produkte überhaupt zu entwickeln.</p>					
<b>E Imagination nachhaltige Zukünfte</b>					
RI5, RI6, RI7, RI8, RI9	RS13, RS14, RS15	GG15, GG16, GG17, GG18, GG19		BI5, BI6, BI7, BI8	ED7, ED8
<p>Die Lernenden können Vorstellungen von einer wünschenswerten, nachhaltigen Zukunft entwickeln. Sie entwickeln die Fähigkeit, die Konsequenzen von Entscheidungen für die Zukunft abzuschätzen und mit Risiken verantwortungsbewusst umzugehen.</p>					

Tab. 15: Synopse aller analysierten BNE-Kompetenzraster.

## 8. Von MakeCompBeta zu MakeComp4School

Infolge der Analyse bestehender Making- und BNE-Kompetenzframeworks sowie im Zuge der Zuordnung von Teilkompetenzen und Kompetenzindikatoren wurde MakeCompBeta im Rahmen eines iterativen Prozesses sukzessive ergänzt und konkretisiert. Dabei kam es auch zu inhaltlichen und strukturellen Anpassungen.

### 8.1 Inhaltliche Anpassungen

Auf die personale Kompetenz «1.4 Flexibilität/Improvisation» wurde in *MakeComp4School* verzichtet, relevante Teilkompetenzen der «verwandten» Kompetenz «Offenheit (OF)» zugeordnet. Aufgrund der Mehrdimensionalität der Kompetenz «1.3 Selbstregulation/Selbstreflexion» wurde diese in Selbstreflexion (SR) umbenannt. Teilkompetenzen, die sich eher auf Selbstregulation beziehen, wurden der Methodenkompetenz «Planung und Organisation (PL)» zugeordnet. Neu aufgenommen wurde «Resilienz (RE)», um die Widerstandskraft gegenüber schwierigen Situationen beim Making besonders herauszuheben. Ebenfalls ergänzt wurde die Kompetenz «Nachhaltigkeit (NA)», um dort die eher inhaltlich ausgerichteten Nachhaltigkeitskompetenzen zu verorten.

Die sozialen Kompetenzen «2.2 Hilfsbereitschaft/Gemeinwohlorientierung» und «2.3 Unterstützung» wurden aufgrund mangelnder Trennschärfe zu einer Kompetenz «Unterstützung (US)» zusammengeführt. Ergänzt wurde die Kompetenz «Feedback (FB)», um die Bedeutung konstruktiver Rückmeldungen für den Produktentwicklungsprozess zu betonen. Die ehemalige Kompetenz «2.4 Wertschätzung/Fehlerkultur» heisst nun «Fehlerkultur und -analyse (FK)». Damit soll deutlich gemacht werden, dass sich die Gemeinschaft sich mit den Fehlern von anderen auseinandersetzt und daraus lernt.

Der Bereich der Methodenkompetenzen bleibt in seiner ursprünglichen Form erhalten, wird aber um die Kompetenz «Planung und Organisation (PL)» erweitert. In diesem Kompetenzbereich werden insbesondere Planung und Strukturierung von Making-Prozessen adressiert.

Der Bereich Fachkompetenzen wird neu strukturiert. Statt sechs Kompetenzen in MakeCompBeta sind in *MakeComp4School* nun acht Fachkompetenzen modelliert. Aufgrund der Spezifik der beim Making verwendeten Maschinen und Geräte (3D-Drucker, Lasercutter, Plotter etc.) wird nun die Kompetenz «Digitale Fabrikation (DF)» eingeführt. Die Nutzung klassischer Werkzeuge und Materialien ist in der Kompetenz «Material- und Werkzeugkunde (MW)» enthalten. Der ursprüngliche Kompetenzbereich «4.3 Technik, Mechanik, Elektrotechnik» wird einzelne Kompetenzen gegliedert und in die spezifischen Domänen «Physical Computing», «Programmieren», «Elektronik» und «Mechanik» differenziert. Der Bereich «Designkompetenz»

bleibt erhalten und die Bezeichnung «Medienkompetenzen» wird nun treffenderweise (und um den Begriff von der medienpädagogischen Perspektive abzugrenzen) in «angewandte Medienkompetenz» umbenannt.

## 8.2 Strukturelle Anpassungen

Zielhorizont ist die Entwicklung eines Kompetenzstrukturmodells, mit dem es gelingt, die Kompetenzkonstrukte durch die Formulierung von Teilkompetenzen/Kompetenzindikatoren zu konkretisieren. Einzelne strukturelle Schwierigkeiten von MakeCompBeta wurden bereits benannt. Sie liegen u.a. im Fehlen von Kompetenzformulierungen (nur die Kompetenzbereiche sind benannt) und in der variierenden Anzahl sowie dem unterschiedlichen Abstraktionsgrad der Teilkompetenzen. Zudem ist unklar, in welcher Beziehung die Teilkompetenzen untereinander stehen (Cluster, Hierarchien, unabhängige Dimensionen?). Im Rahmen der Weiterentwicklung des Making-Kompetenzframeworks wurde entschieden, jede Kompetenz in sechs Teilkompetenzen bzw. Kompetenzindikatoren zu operationalisieren, und zwar so, dass im Sinne Weinerts Wissensbestände, Einstellungen und Fertigkeiten enthalten sind. Das Material für die Modellierung der Teilkompetenzen/Kompetenzindikatoren liefern die Analyse der Kompetenzframeworks und die jeweils zugeordneten, kodierten Kompetenzen. Überlegungen zur Strukturierung der Teilkompetenzen kreisten um die Modelle von Bloom (1974, Lernzieltaxonomie aktualisiert von Anderson und Krathwohl 2001), um die Differenzierung in Wissen, Können und Wollen (Weinert 2001), um das Modell von Marsh (2019) (operational, kulturell, kritisch) und um das DigComp Modell von Vuorikari et al. 2022 (foundation, intermediate, advanced und highly specialised). Bisher erwies sich allerdings keines der vier Modelle als geeignet, um die vorliegenden Teilkompetenzen über alle Making-Kompetenzen hinweg einheitlich zu strukturieren. Somit können zum jetzigen Zeitpunkt noch keine Niveaus definiert werden, die eine curriculare Form der Kompetenzentwicklung nahelegen. Um *MakeComp4School* für Lehrpersonen übersichtlich zu halten, wird in der aktuellen Fassung auf eine weitere differenzierende Abstufung der Teilkompetenzen verzichtet. In den meisten Fällen nehmen die Teilkompetenzen in der Reihenfolge von 1 bis 6 jedoch an Komplexität zu.

### 9. *MakeComp4School* – das Framework im Überblick

In diesem Abschnitt wird das Kompetenzframework für Maker Education mit Fokus einer (Bildung für) nachhaltige(n) Entwicklung vorgestellt. Daran anschließend folgt eine Operationalisierung jeder einzelnen Kompetenz in spezifische Teilkompetenzen.

Personale Kompetenzen	Soziale Kompetenzen
Eigeninitiative (EI)	Teamarbeit (TA)
Offenheit (OF)	Unterstützung (US)
Selbstreflexion (SR)	Feedback (FB)
Überzeugungskraft (ÜK)	Fehlerkultur und -analyse (FK)
Resilienz (RS)	
Verantwortung (VA)	
Nachhaltigkeit (NA)	

  

Methodenkompetenzen	Fachkompetenzen
Problemlösen (PL)	Digitale Fabrikation (DF)
Kreativität (KT)	Physical Computing (PC)
Produktentwicklung (PE)	Programmieren (PR)
Planung und Organisation (PO)	Elektronik (EL)
Informationskompetenz (IK)	Mechanik (ME)
	Material- und Werkzeugkunde (MW)
	Gestaltungskompetenz (GS)
	Angewandte Medienkompetenz (AM)

**Tab. 16:** *MakeComp4School* Kompetenzbereiche im Überblick.

Die nachfolgende Tabelle ist in die vier Kompetenzbereiche «Personale Kompetenzen», «Soziale Kompetenzen», «Methodenkompetenzen» und «Fachkompetenzen» unterteilt. Jedem Kompetenzbereich werden die entsprechenden Kompetenzformulierungen (samt Version leichter Sprache) und die Bezüge zum Lehrplan21 zugeordnet. Bei den Lehrplanbezügen werden überfachliche Kompetenzen (ÜfK) und Fachkompetenzen (FK) unterschieden. Die Teilkompetenzen und Kompetenzindikatoren können im Anhang 1 eingesehen werden.

Personale Kompetenzen			
	Kompetenz	Formulierung für Jugendliche	Bezüge zum Lehrplan21
Eigeninitiative (EI)	Die Schüler:innen werden selbst aktiv und bringen sich mit ihren eigenen Ideen und Interessen in den Making-Prozess ein.	Du bist aktiv dabei und bringst deine Ideen und Interessen in unseren Making-Prozess ein.	Üfk <sup>3</sup> Eigenständigkeit: Interessen und Bedürfnisse wahrnehmen und formulieren.
Offenheit (OF)	Die Schüler:innen stehen Unbekanntem offen und neugierig gegenüber und sind bereit, Neues zu lernen.	Du bist offen für Neues und bereit, dazuzulernen.	Üfk: sich in neuen, ungewohnten Situationen zurechtfinden FK: BG.2.A.2.1b   BG.2.A.2.1f
Selbstreflexion (SR)	Die Schüler:innen kennen ihre Stärken und Schwächen, können ihre Lernfortschritte wahrnehmen und ihre Leistungen realistisch selbst einschätzen.	Du kennst deine Stärken und Schwächen, siehst deine Lernfortschritte und kannst deine Leistungen selbst realistisch einschätzen.	Üfk: Selbstreflexion: Eigene Ressourcen kennen und nutzen auf Stärken zurückgreifen und diese gezielt einsetzen.
Überzeugungskraft (ÜK)	Die Schüler:innen entwickeln Selbstvertrauen und können ihre Ideen anderen gegenüber mit überzeugenden Argumenten und in unterhaltsamer Form präsentieren.	Du entwickelst Selbstvertrauen und kannst deine Ideen anderen mit starken Argumenten und auf unterhaltsame Weise präsentieren.	Üfk: unterschiedliche Sachverhalte sprachlich ausdrücken und sich dabei anderen verständlich machen: Argumente zum eigenen Standpunkt verständlich und glaubwürdig vortragen FK <sup>4</sup> : D.3.D.1
Resilienz (RS)	Die Schüler:innen entwickeln Widerstandsfähigkeit und Durchhaltevermögen in schwierigen Situationen. Von Rückschritten und Misserfolgen lassen sie sich nicht entmutigen.	Du entwickelst Widerstandsfähigkeit und Durchhaltevermögen, auch wenn's mal schwierig wird. Rückschläge und Misserfolge bringen dich nicht so schnell aus der Bahn.	Üfk: Auf eine Aufgabe konzentrieren sowie ausdauernd und diszipliniert daran arbeiten: Strategien einsetzen, um eine Aufgabe auch bei Widerständen und Hindernissen zu Ende zu führen.
Verantwortung (VA)	Die Schüler:innen übernehmen Verantwortung für ihren Lernprozess und richten ihr Handeln anhand ethischer Prinzipien und gesellschaftlicher Normen aus.	Du übernimmst Verantwortung für dein Lernen und richtest dein Handeln nach ethischen Prinzipien und gesellschaftlichen Normen aus.	Üfk: Fehler analysieren und über alternative Lösungen nachdenken: Auf Lernwege zurückschauen, diese beschreiben und beurteilen.
Nachhaltigkeit (NA)	Die Schüler:innen können Making Prozesse und Produktentwicklung an Kriterien der Nachhaltigkeit ausrichten und einen Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung leisten.	Du kannst Making-Prozesse und Produktentwicklung nachhaltig gestalten und so einen Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung leisten.	FK: NMG.5.3   NMG.6.5   NMG.11.3   TTG.3.B.1   NT.1.3   NT.3.3   TTG.1.B.1   TTG.3.B.2
Soziale Kompetenzen			
	Kompetenz	Formulierung für Jugendliche	Bezüge zum Lehrplan21
Teamarbeit (TA)	Die Schüler:innen können im Team produktiv zusammenarbeiten und ihre Stärken und Ressourcen sinnvoll einsetzen.	Du kannst gut im Team arbeiten und deine Stärken und Ressourcen sinnvoll einbringen.	Üfk: Dialog- und Kooperationsfähigkeit: Konfliktfähigkeit, Umgang mit Vielfalt. FK: MI.1.4   D.1.C.1   D.3.C.1

3 Üfk ist die Abkürzung für «überfachliche Kompetenzen», wie sie im Lehrplan 21 ausgewiesen sind.

4 FK ist die Abkürzung für «Fachkompetenzen». Die alphanumerischen Codes entsprechen der jeweiligen Bezeichnung im Lehrplan21 der Schweizer Volksschule.

Unterstützung (US)	Die Schüler:innen können sich in Making-Prozessen gegenseitig unterstützen und inspirieren.	Du kannst andere beim Making unterstützen und inspirieren.	Nicht explizit im LP21 erwähnt.
Feedback (FB)	Die Schüler:innen können sich auf wertschätzende Weise Feedback geben, Feedback annehmen und es in Making-Projekten nutzen.	Du kannst konstruktives Feedback geben und annehmen, um es in Making-Projekten zu nutzen.	ÜfK: Kritik annehmen und die eigene Position hinterfragen: Kritik angemessen, klar und anständig mitteilen und mit konstruktiven Vorschlägen verbinden. FK: ERG.5.6   ERG.5.4   MU.5.C.1
Fehlerkultur und -analyse (FK)	Die Schüler:innen können in der Lerngemeinschaft eine innovationsfreundliche Fehlerkultur pflegen und aus ihren Fehlern lernen.	Du kannst in der Lerngemeinschaft eine Kultur pflegen, in der Fehler als Chance für Innovation und Lernen gesehen werden.	
<b>Methodenkompetenzen</b>			
	<b>Kompetenz</b>	<b>Formulierung für Jugendliche</b>	<b>Bezüge zum Lehrplan21</b>
Problemlösen (PL)	Die Schüler:innen können Anforderungen und Problemstellungen in Making-Projekten verstehen und passende Lösungen entwickeln.	Du kannst die Anforderungen und Probleme in Making-Projekten verstehen und passende Lösungen dafür entwickeln.	ÜfK: Aufgaben- und Problemstellung sichten und verstehen: Bekannte Muster hinter der Aufgabe/dem Problem erkennen und daraus einen Lösungsweg ableiten. FK: TTG.2.B.1   TTG.2.A.1   MI.2.2   TTG.1.A.1
Kreativität (KT)	Die Schüler:innen können innovativ und kreativ denken und geeignete Ideen für ihre Projekte auswählen.	Du kannst kreativ und innovativ denken und die besten Ideen für deine Projekte auswählen.	ÜfK: neue Herausforderungen erkennen und kreative Lösungen entwerfen. FK: TTG.2.A.2   D.4.C.1   TTG.2.A.3
Produktentwicklung (PE)	Die Schüler:innen können ein Produkt mithilfe designorientierter Methoden (Iteration, Design Thinking) entwickeln und verbessern.	Du kannst ein Produkt entwickeln, indem du Prototypen baust, testest und sie weiterentwickelst.	ÜfK: Ziele für die Aufgaben und Problemlösungen setzen und Umsetzungsschritte planen. FK: MA.2.C.2   TTG.2.A.3   TTG.1.B.1
Planung und Organisation (PO)	Die Schüler:innen können ihren Making-Prozess eigenständig planen, strukturieren und dokumentieren.	Du kannst deinen Making-Prozess selbstständig planen, strukturieren und dokumentieren.	ÜfK: Lern- und Arbeitsprozesse planen, durchführen und reflektieren: Einen geeigneten Arbeitsplatz einrichten, das eigene Lernen organisieren, die Zeit einteilen und bei Bedarf Pausen einlegen. FK: TTG.1.B.2   TTG.2.A.3
Informationskompetenz (IK)	Die Schüler:innen können sich für ihr Making-Projekt Informationen beschaffen und deren Eignung für das eigene Vorhaben beurteilen.	Du kannst Informationen für dein Making-Projekt sammeln und bewerten, wie gut sie dafür geeignet sind.	ÜfK: Informationen suchen, bewerten, aufbereiten und präsentieren: Qualität und Bedeutung der gesammelten und strukturierten Informationen abschätzen und beurteilen. FK: MI.1.2   D.2.B.1   D.4.C.1   MI Anwendungskompetenzen.

Fachkompetenzen			
	Kompetenz	Formulierung für Jugendliche	Bezüge zum Lehrplan21
Digitale Fabrikation (DF)	Die Schüler:innen kennen die Potenziale und Gestaltungsmöglichkeiten der digitalen Fabrikation und können sie im Rahmen eigener Projekte zielführend und sinnvoll nutzen.	Du kennst die Möglichkeiten der digitalen Fabrikation und kannst sie in deinen Projekten sinnvoll und zielgerichtet nutzen.	FK: TTG.3.A.2   TTG.3.B.4   NT.1.2
Physical Computing (PC)	Die Schüler:innen kennen die Funktionsweise der digitalen Steuerungstechnologie (Sensoren, Microcontroller, Aktoren) und können sie im Rahmen von physical computing Projekten sinnvoll einsetzen.	Du verstehst, wie digitale Steuerungstechnologien wie Sensoren, Microcontroller und Aktoren funktionieren, und kannst sie in Physical-Computing-Projekten sinnvoll einsetzen.	FK: MI.2.3   MI.2.2
Programmieren (PR)	Die Schüler:innen kennen einfache Programmierumgebungen und können damit zu ihren Projekten passende Software entwickeln.	Du kennst einfache Programmierumgebungen und kannst damit Software entwickeln, die zu deinen Projekten passt.	FK: MI.2.3   MI.2.2
Elektronik (EL)	Die Schüler:innen kennen gängige Elektronikkomponenten, Schaltungen und Möglichkeiten zur Gewinnung von elektrischer Energie. Sie können die Komponenten in eigenen Projekten sinnvoll integrieren und nutzen.	Du kennst gängige Elektronikkomponenten, Schaltungen und Wege zur Erzeugung elektrischer Energie und kannst diese in deinen eigenen Projekten sinnvoll verwenden.	FK: NMG.3.2   NMG.5.2   NT.5.2   NT.5.3   NT.4.1
Mechanik (ME)	Die Schüler:innen kennen mechanische Komponenten und wichtige Anwendungsbeispiele. Sie können diese in eigenen Projekten funktionsfähig konstruieren.	Du kennst mechanische Komponenten und ihre wichtigsten Einsatzmöglichkeiten und kannst sie in deinen eigenen Projekten funktionsfähig einbauen.	FK: NMG.3.1   NMG.3.2   NT.5.1
Material- und Werkzeugkunde (MW)	Die Schüler:innen kennen Eigenschaften von verschiedenen Materialien und Werkzeugen und können sie für die Fertigung von Produkten zielführend auswählen und nutzen.	Du kennst die Eigenschaften verschiedener Materialien und Werkzeuge und kannst sie gezielt für die Herstellung von Produkten auswählen und verwenden.	FK: TTG.2.C   TTG.2.D.1   TTG.2.E.1   NMG.3.3   NMG.3.4
Gestaltungskompetenz (GS)	Die Schüler:innen können Objekte unter Berücksichtigung von naturwissenschaftlichen Gesetzmässigkeiten, ästhetischen Anforderungen und Usability adressatengerecht entwickeln.	Du kannst Objekte entwickeln, die naturwissenschaftlichen Gesetzen und ästhetischen Ansprüchen entsprechen und benutzerfreundlich sind.	FK: TTG.3.A.2.c   TTG.3.A.1.c
Angewandte Medienkompetenz (AM)	Die Schüler:innen können digitale Medienprodukte herstellen beziehungsweise digitale Medien für Recherche, Ideenentwicklung, Zusammenarbeit, Modellierung von Prototypen, Produktpräsentation und Prozessdokumentation kompetent nutzen.	Du kannst digitale Medienprodukte erstellen und digitale Medien für Recherche, Ideenfindung, Zusammenarbeit, Prototypenmodellierung, Produktpräsentation und Prozessdokumentation nutzen.	FK: MI.1.2   MI.1.3

**Tab. 17:** Übersicht auf alle Kompetenzen des Frameworks MakeComp4School.

## 10. Fazit

*MakeComp4School* stellt einen innovativen Ansatz dar, um Kompetenzen im Bereich der Maker Education für den schulischen Kontext zu identifizieren und durch spezifische Teilkompetenzen bzw. Kompetenzindikatoren greifbar zu machen. Dieses Kompetenz-Framework unterstützt Lehrpersonen dabei, gezielt Making-Aktivitäten für den Kompetenzerwerb auszuwählen und zu gewichten. Gleichzeitig dient es als Grundlage zur Bewertung von Making-Kompetenzen und ermöglicht die Sichtbarmachung von Lernprozessen sowie -fortschritten beim schulischen Making. Obwohl die sechs definierten Teilkompetenzen bzw. Kompetenzindikatoren noch keine differenzierten Hinweise zur curricularen Kompetenzentwicklung enthalten, decken sie die erforderlichen Kompetenzen ab, indem sie relevantes Wissen, Einstellungen und Fähigkeiten beschreiben. Die Bereitstellung einer zusätzlichen, vereinfachten Beschreibung der Kompetenzen soll deren Verständlichkeit für Schüler:innen erhöhen und die Integration in den Schulalltag erleichtern. Bislang wurde das *MakeComp4School*-Framework noch nicht erprobt, weshalb zu erwarten ist, dass Rückmeldungen von Lehrpersonen und Schüler:innen aus Pilotklassen zu weiteren Anpassungen führen werden.

## Literatur

- Anderson, Lorin W., und David R. Krathwohl. 2001. *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. London: Longman.
- Bacigalupo, Margherita, Panagiotis Kampylis, Yves Punie, und Godelieve van den Brande. 2016. «EntreComp: The Entrepreneurship Competence Framework». *JRC Publications Repository*. 6. Juni 2016. <https://doi.org/10.2791/160811>.
- Bianchi, Guia, Ulrike Pisiotis, und Marcelino Cabrera Giraldez. 2022. «GreenComp The European Sustainability Competence Framework». *JRC Publications Repository*. 12. January 2022. <https://doi.org/10.2760/13286>.
- Blikstein, Paulo, Zaza Kabayadondo, Andrew Martin, und Deborah Fields. 2017. «An Assessment Instrument of Technological Literacies in Makerspaces and FabLabs». *Journal of Engineering Education* 106 (1): 149–175. <https://doi.org/10.1002/jee.20156>.
- Bloom, Benjamin Samuel, Hrsg. 1974. «Taxonomie von Lernzielen im Kognitiven Bereich. 4. Aufl.». Weinheim: Beltz.
- Bosse, Ingo, Björn Maurer, und Jan-Rene Schluchter. 2023. «Inklusive und nachhaltige Maker Education an Schulen: Ein Scoping Review». *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung* 56 (Making & more): 155–194. <https://doi.org/10.21240/mpaed/56/2024.01.10.X>.
- Brundiars, Katja, Matthias Barth, Gisela Cebrián, Matthew Cohen, Liliana Diaz, Sonya Doucette-Remington, Weston Dripps, et al. 2021. «Key Competencies in Sustainability in Higher Education – toward an Agreed-upon Reference Framework». *Sustainability Science* 16 (1): 13–29. <https://doi.org/10.1007/s11625-020-00838-2>.

- Davidson, Ann-Louise, und David William Price. 2017. «Does Your School Have the Maker Fever? An Experiential Learning Approach to Developing Maker Competencies». *LEARNING Landscapes* 11 (1): 103–120. <https://doi.org/10.36510/learnland.v11i1.926>.
- Education21. 2016. Bildung für Nachhaltige Entwicklung. Ein Verständnis von BNE und ein Beitrag zum Diskurs. Bern. [https://www.education21.ch/sites/default/files/uploads/pdf-d/bne/BNE-Verstaendnis\\_Langversion-mit-Quellen\\_2016.pdf](https://www.education21.ch/sites/default/files/uploads/pdf-d/bne/BNE-Verstaendnis_Langversion-mit-Quellen_2016.pdf).
- Europäische Kommission, Gemeinsame Forschungsstelle, GreenComp. 2022. *Der Europäische Kompetenzrahmen für Nachhaltigkeit*, Amt für Veröffentlichungen der Europäischen Union. <https://doi.org/10.2760/161792>.
- Fan, Szu-Chun. 2022. «An Importance – Performance Analysis (IPA) of Teachers’ Core Competencies for Implementing Maker Education in Primary and Secondary Schools». *International Journal of Technology and Design Education* 32 (2): 943–969. <https://doi.org/10.1007/s10798-020-09633-7>.
- Galaleldin, Mohamed, Francois Bouchard, Hanan Anis, und Claude Lague. 2016. «The Impact of Makerspaces on Engineering Education». *Proceedings of the Canadian Engineering Education Association (CEEA)*. <https://doi.org/10.24908/pceea.v0i0.6481>.
- Giangrande, Naresh, Rehema M. White, May East, Ross Jackson, Tim Clarke, Michel Saloff Coste, und Gil Penha-Lopes. 2019. «A Competency Framework to Assess and Activate Education for Sustainable Development: Addressing the UN Sustainable Development Goals 4.7 Challenge». *Sustainability* (2071-1050) 11 (10): 2832. <https://doi.org/10.3390/su11102832>.
- Green, Bill. 1988. «Subject-Specific Literacy and School Learning: A Focus on Writing». *Australian Journal of Education* 32 (2): 156–179. <https://doi.org/10.1177/000494418803200203>.
- Haan, Gerhard de. 2002. «Die Kernthemen der Bildung für eine nachhaltige Entwicklung». *ZEP: Zeitschrift für internationale Bildungsforschung und Entwicklungspädagogik*.
- Hatch, Mark. 2013. *The Maker Movement Manifesto: Rules for Innovation in the New World of Crafters, Hackers, and Tinkerers*. New York: McGraw Hill Professional.
- Hauff, Michael von. 2021. «Nachhaltige Entwicklung: Grundlagen und Umsetzung». In *Nachhaltige Entwicklung*. München: De Gruyter Oldenbourg. <https://doi.org/10.1515/9783110722536>.
- Kannengießer, Sigrid. 2018. «Repair Cafés: Orte Gemeinschaftlich-Konsumkritischen Handelns». In *Repair Cafés: Orte Gemeinschaftlich-Konsumkritischen Handelns*, herausgegeben von Stefan Krebs, Gabriele Schabacher, und Heike Weber, 283–302. Bielefeld: transcript. <https://doi.org/10.1515/9783839438602-012>.
- Keeble, Brian R. 1988. «The Brundtland Report: «Our Common Future»». *Medicine and War*, 4, January. <https://doi.org/10.1080/07488008808408783>.
- Klieme, Eckhard, Katharina Maag Merki, und Johannes Hartig. 2007. «Kompetenzbegriff und Bedeutung von Kompetenzen im Bildungswesen». In *Möglichkeiten und Voraussetzungen technologiebasierter Kompetenzdiagnostik. Eine Expertise im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung*, herausgegeben von Johannes Hartig und Eckhard Klieme, 5–15. Bildungsforschung. 20; Bildung – Ideen zünden! Bonn u.a.: BMBF.

- Kultusministerkonferenz (KMK), Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ). 2016. «Orientierungsrahmen für den Lernbereich Globale Entwicklung | Portal Globales Lernen». Berlin. <https://www.globaleslernen.de/de/orientierungsrahmen-lernbereich-globale-entwicklung>.
- Kumpulainen, Kristiina, Anu Kajamaa, Jasmiina Leskinen, Jenny Byman, und Jenny Renlund. 2020. «Mapping Digital Competence: Students' Maker Literacies in a School's Makerspace». *Frontiers in Education* 5. <https://doi.org/10.3389/educ.2020.00069>.
- Marsh, Jackie. 2019. «Researching the digital literacy and multimodal practices of young children: A European agenda for change». In *The Routledge Handbook of Digital Literacies in Early Childhood*. London: Routledge.
- Maurer, Björn, und Selina Ingold. 2021. *Making im Schulalltag: Konzeptionelle Grundlagen und Entwicklungsschritte*. München: kopaed. <https://doi.org/10.57668/phtg-000172>.
- Maurer, Björn, und Selina Ingold. 2023. «Making als Bildungsinnovation: Gelingensfaktoren aus Sicht der Schulentwicklung». *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung* 56 (Making & more): 37–68. <https://doi.org/10.21240/mpaed/56/2023.12.02.X>.
- Maurer, Björn, Stefanie Mauroux, und Lorenz Möschler. 2022. «Making im Schulalltag. Leistungsbeurteilung. Making-Kompetenzen – Beurteilungsgegenstände – Kriterien und Instrumente für die Praxis». <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.15511.50080>.
- National Assessment Governing Board Washington. 2018. «Technology & Engineering Literacy Framework for the 2018 National Assessment of Educational Progress». <https://www.nagb.gov/content/dam/nagb/en/documents/publications/frameworks/technology/2018-technology-framework.pdf>.
- Pufé, Iris. 2017. *Nachhaltigkeit*. Stuttgart: UTB.
- Punie, Yves, Barbara Brečko, und Anusca Ferrari. 2013. DIGCOMP: a Framework for Developing and Understanding Digital Competence in Europe. [http://www.openeducationeuropa.eu/nl/elearning\\_papers](http://www.openeducationeuropa.eu/nl/elearning_papers). No. 38. 3–17.
- Rayna, Thierry, und Ludmila Striukova. 2021. «Fostering Skills for the 21st Century: The Role of Fab Labs and Makerspaces». *Technological Forecasting and Social Change* 164 (März): 120391. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120391>.
- Ryan, Jennifer O., Edward P. Clapp, Jessica Ross, und Shari Tishman. 2016. «Making, Thinking, and Understanding». In *Makeology. Makers as Learners (Volume 2)*, herausgegeben von Kylie Peppler, Erica Rosenfeld Halverson, und Yasmin B. Kafai 29–44. New York: Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315726496-3>.
- Resnick, Mitchel. 2017. *Lifelong Kindergarten: Cultivating Creativity Through Projects, Passion, Peers, and Play*. Cambridge, London: MIT Press.
- Rieckmann, Marco. 2021. «Bildung für nachhaltige Entwicklung. Ziele, didaktische Prinzipien und Methoden». *merz | medien + erziehung* 65 (4): 12–19. <https://doi.org/10.21240/merz/2021.4.7>.
- Roth, Heinrich 1971. *Pädagogische Anthropologie*. Band 2. Hannover: Schroedel.
- RSP-Partnership. 2019. «A Rounder Sense of Purpose. Educational Competences for Sustainable Development». <https://aroundsenseofpurpose.eu/framework/themodel/>.

- Sander, Tobias, und Jan Weckwerth. 2013. «Der soziologische Kompetenzbegriff und seine Konsequenzen für eine echte Kompetenzentwicklung an Hochschulen». *Die Hochschule: Journal für Wissenschaft und Bildung* 22 (1): 173–80.
- Santos, Eduardo Ferro dos, und Paul Benneworth. 2019. «Makerspace for Skills Development in the Industry 4.0 Era». *Brazilian Journal of Operations & Production Management* 16 (2): 303–15. <https://doi.org/10.14488/BJOPM.2019.v16.n2.a11>.
- Schell, Fred. 2003. *Aktive Medienarbeit mit Jugendlichen. Theorie und Praxis*. München: ko-paed.
- Sheffield, Rachel, und Rekha Koul. 2021. «Investigating Learning in a STEM Makerspace: India Case Study». *Journal of Physics: Conference Series* 1882 (1): 012141. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1882/1/012141>.
- Sieben, Gerda. 2021. «Natürlich digital?! Warum wir eine nachhaltige Medienpädagogik brauchen». *KULTURELLE BILDUNG ONLINE*. <https://doi.org/10.25529/MEDX-YZ78>.
- Stalder, Felix. 2016. *Kultur der Digitalität*. Berlin: Suhrkamp.
- Vare, Paul, und William Scott. 2008. «Education for Sustainable Development: Two Sides and an Edge». *DEA Thinkpiece*. <https://eprints.glos.ac.uk/7297/>.
- Vonken, Matthias. 2011. «Kritische Anmerkungen zum Kompetenzbegriff». In *Kompetenzorientierung in der beruflichen Bildung*, herausgegeben von Monika Bethschneider, Gabriela Höhns, und Gesa Münchhausen, 21–32. Bonn: Bundesinstitut für Berufsbildung.
- Vuorikari, Riina, Stefano Kluzer, und Yves Punie. 2022. *The Digital Competence Framework for Citizens. With new examples of knowledge, skills and attitudes*. Luxembourg: Publications Office of the European Union. <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC128415>.
- Wallace, Martin K., Gretchen Trkay, Morgan Chivers, und Katie Musick Peery. 2017. «Making Maker Literacies: Integrating Academic Library Makerspaces into the Undergraduate Curriculum». *The Higher Education Makerspaces Initiatives (HEMI) ISAM Paper* 61. <https://rc.library.uta.edu/uta-ir/handle/10106/27017>.
- Weinert, Franz E. 2001. «Vergleichende Leistungsmessung in Schulen – eine umstrittene Selbstverständlichkeit». In *Leistungsmessungen in Schulen*, herausgegeben von Franz E. Weinert, 17–31. Weinheim: Beltz.
- Wiek, Arnim, Lauren Withycombe, und Charles L. Redman. 2011. «Key Competencies in Sustainability: A Reference Framework for Academic Program Development». *Sustainability Science* 6 (2): 203–218. <https://doi.org/10.1007/s11625-011-0132-6>.
- Wohlwend, Karen E., Beth A. Buchholz, und Carmen Liliana Medina. 2017. *Playful Literacies and Practices of Making in Children's Imaginaries*. London: Routledge. <https://hdl.handle.net/2022/22829>.
- Yusoff, Yuzainee Md, Mohd. Zaidi. Omar, Azami Zaharim, Azah Mohamed, und Norhamidi Muhamad. 2012. «Formulation in Evaluating the Technical Skills of Engineering Graduates». *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, Universiti Kebangsaan Malaysia Teaching and Learning Congress 2011, Volume II, December 17–20 2011, Pulau Pinang MALAYSIA, 60 (October): 493–499. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.413>.