

---

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

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

## «Ich mach’ mir die Welt, widdewidde wie sie mir gefällt»

### Medien- und Technikgestaltung als Artikulation

Thomas Knaus<sup>1,2</sup>  und Jennifer Schmidt<sup>1</sup> 

<sup>1</sup> Pädagogische Hochschule Ludwigsburg

<sup>2</sup> Frankfurter Technologiezentrum [:Medien] – FTzM

#### Zusammenfassung

*Kommunikation ist grundlegende Voraussetzung für gesellschaftliche Handlungsfähigkeit. Aufgrund des digitalen Wandels kommunizieren Individuen nicht nur vermehrt mit und innerhalb digitaler Medien, sondern können sich auch zunehmend mittels der Gestaltung medialer und digitaler Artefakte artikulieren. In diesem Beitrag widmen wir uns dem Gestalten von Medien und Technik als erweiterte Form menschlicher Artikulation. Im Rahmen einer medienethnografischen Studie auf Basis des Frankfurt-Dreiecks als Referenzrahmen spürten wir den neuen Artikulationsformen nach, die digitale Medien und Technik anbieten. Die Auswertung zeigt, dass diese neuen Artikulationsformen von den meisten Proband:innen (noch?) nicht umfänglich genutzt werden – zumindest nicht in allen möglichen Dimensionen. Technische Artikulationsfähigkeit als Erweiterung individueller Handlungskompetenz ist offenbar keine «angeborene» menschliche Befähigung, sondern eine Kompetenz, die erlernt werden kann – etwa wie eine Sprache oder ein Musikinstrument. Wie auch Medienbildung können technische Artikulationsfähigkeiten pädagogisch gefördert werden – gleichermassen sollten sie es auch. Denn in einer digitalen Welt dient die pädagogisch angeleitete Ausprägung von Artikulationsfähigkeiten nichts Geringerem als dem Erhalt gesellschaftlicher Handlungsfähigkeit. In der praktischen Arbeit in Makerspaces konnten wir beobachten, dass gerade die handlungsorientierten Ansätze Tinkering, Coding, Making oder Hacking zur gezielten Förderung der in diesem Beitrag exemplarisch identifizierten Artikulationsformen beitragen können.*



## «I See the World, Widdewidde Just the Way I Want To». Creative Media and Technical Practice as Means of Expression

### Abstract

*The individual's capacity to become a socially empowered subject in modern society rests upon their ability to communicate. As they respond to the digital change, individuals are not only broadening their communicative activities with and within digital media, they are also being equipped with the potential to express themselves via digital and media artefacts. This article therefore approaches creative media and technical practice as extended forms of human expression. Taking the Frankfurt-Triangle [Frankfurt-Dreieck] as our framework of reference and by conducting media-ethnographic interviews with students in makerspaces, this article examines the various opportunities for expression presented by digital media and technology. Our findings show that most of our interviewees are not (yet?) using these new forms of expression very extensively – certainly not to their full potential. This shows that human expressiveness is not an «innate» ability, but something that must be learned – like learning a language or a musical instrument. As with media literacy, the potential for expression through technology may be enhanced in the classroom – and should be. This is because, in a digital world, the educational development of an individual's expressive ability means nothing less than the preservation of their social empowerment. Practical work in makerspaces demonstrates that the targeted and action-oriented pedagogical approaches of tinkering, coding, making and hacking are appropriate for promoting the forms of expression identified in this study.*

### 1. Digitale Medieninnovationen und neue Artikulationsformen

Medienentwicklungen – wie die Schrift, der Buchdruck, die Massenmedien oder der Computer beziehungsweise die digitalen Medien – zeigen, dass neue Medien unsere Gesellschaft(en) stets mit neuen Kommunikations- und Partizipationsmöglichkeiten konfrontierten. Dabei haben mediale Innovationen nie ausschliesslich technische Bedeutung: Aufgrund ihrer gesellschaftlichen und kulturellen Prägekraft haben Medieninnovationen stets auch neue Formen individuellen Ausdrucks eröffnet (vgl. u. a. Kümmel, Scholz, und Schumacher 2004). Menschliche Artikulation ist dabei – nicht erst in *postdigitalen* Gesellschaften (vgl. u. a. Cramer 2015) – von Medialität und digitaltechnischer Materialität geprägt: Digitale Medien bieten die Voraussetzung – die «materiellen» Bedingungen dafür – um Gedanken, Ideen, eine Fantasie oder allgemein das Auszudrückende in *Form* zu bringen (vgl. Schwemmer 2005). Insbesondere unter postdigitalen Bedingungen wurden Wahrnehmung und Gestaltung digitaler Medien zur Selbstverständlichkeit und entfalten so umfängliche Auswirkungen auf menschliche Artikulation (vgl. u. a. Jörissen 2015a, 215; Unterberg und Jörissen 2021, 39).

In diesem Beitrag beschäftigen wir uns mit dem Gestalten von Technik als menschliche Artikulation und spüren diesen vergleichsweise neuen Artikulationsformen mittels ethnografischer Interviews mit Studierenden in einem universitären Makerspace nach. Dabei gehen wir davon aus, dass die aufgrund medialer und digitaltechnischer Innovationen erweiterten Gestaltungsmöglichkeiten auch die menschlichen Artikulationsmöglichkeiten sukzessive erweitern. Wir gehen ausserdem davon aus, dass diese neuen Möglichkeiten längerfristig auch neue Fähigkeiten erfordern – wie es die bisherige Mediengeschichte (beispielsweise der Buchdruck) immer wieder zeigte (vgl. Knaus 2020a, 46ff.; Knaus et al 2023, 13–15). Die Strukturen digitaler Technik – die *Prinzipien des Digitalen* wie Algorithmizität, Automatisierung und Programmierbarkeit, Vernetzung und Referentialität (vgl. Knaus 2020a, 16f.) – ergänzen nämlich die vielfältigen Formen der menschlichen Artikulation nicht unwesentlich. Wenn davon ausgegangen werden kann, dass technische (Medien-) Entwicklungen dem Individuum erweiterte Handlungsmöglichkeiten anbieten (vgl. Knaus 2020a, 37ff., 54–60), dann erweitern sie dadurch konsequenterweise auch seine Artikulationsmöglichkeiten. Mediale Kommunikationsfähigkeit gilt als wesentliche Grundlage gesellschaftlicher Teilhabe (vgl. u. a. Baacke 1996, 114): Nur wer die eigenen Gedanken und Ideen zum Ausdruck bringen kann, wer sich seiner sozialen Umwelt mitteilen kann, ist gesellschaftlich handlungsfähig (vgl. weiterführend auch Hurrelmann 2002).

Vor dem Hintergrund des medialen Wandels (vgl. u. a. Hepp 2020; Krotz 2016) und des digitalen Wandels (vgl. u. a. Buckingham 2007; Knaus 2020a) finden Kommunikation und Partizipation vermehrt über die Rezeption und Gestaltung medialer und digital-technischer Artefakte statt; in postdigitaler Argumentation sind bereits alle gesellschaftlichen Kommunikations- und Partizipationsprozesse unausweichlich mit der Rezeption und Gestaltung medialer und digitaler Artefakte verbunden. Der Begriff der Postdigitalität<sup>1</sup> verweist darauf, dass alle Bereiche gegenwärtiger Gesellschaften von digitaltechnischen Entwicklungen geprägt sind. Wobei mit Medienrezeption hier nicht nur das «Konsumieren» von Medien gemeint ist: Menschen nutzen Medien und mediale Artefakte nicht nur, vielmehr werden sie hinsichtlich verwendeter semiotischer Zeichen, Repräsentationsformen und Bedeutungen aktiv und auf Grundlage eigener Erfahrungen interpretiert (vgl. u. a. Knaus 2020a, 29–30). Doch eine aktive Auseinandersetzung mit Medien erfolgt nicht (nur) im Prozess der

---

1 Vergleichbare Sichtweisen transportieren auch die Begriffe der (tiefgreifenden) Mediatisierung (vgl. Krotz 2016; Hepp 2020), Digital Age (vgl. Hobbs 2011), Computergesellschaft (Baecker 2011) und Kultur der Digitalität (Stalder 2016), während Medienwandel, mediatic turn (vgl. Hug 2007) und digitaler Wandel (vgl. u. a. Buckingham 2007; Knaus 2020a, 16–19) den Prozesscharakter der durch Mediatisierung und Digitalisierung angestossenen gesellschaftlichen und kulturellen Entwicklungen betonen. Obwohl weder der Prozess der Mediatisierung noch der digitale Wandel aufgrund ständiger medialer, (digital-) technischer und auch gesellschaftlicher Weiterentwicklung als vollzogen bezeichnet werden kann, wenden wir im vorliegenden Beitrag den Begriff der Postdigitalität ebenfalls, da er sich in weiten Feldern der Erziehungs- und Kulturwissenschaften etablierte.

Rezeption und der Interpretation, sondern auch durch ihre produktive Gestaltung. Da mediale und digitale Artefakte potentiell von jedem Menschen gestaltet werden können (vgl. u. a. Knaus 2020a, 31), sind aber nicht (mehr) nur Medien an der Weltwahrnehmung und -gestaltung beteiligt: Aufgrund der grundlegenden Offenheit und Plastizität *digitaler Technik* und der damit einhergehenden erweiterten Handlungsoptionen kann jedes Individuum auch selbst Realitäten und neue Kulturräume erzeugen, beeinflussen oder nachhaltig verändern (vgl. Knaus 2018, 9; Knaus 2020a, 15; Knaus 2022, 54ff.). Im Ergebnis führen die erweiterten digitaltechnischen Kommunikations- und Partizipationsmöglichkeiten zu komplexeren gesellschaftlichen Kommunikationsprozessen: Indem nämlich etablierte kulturelle Praxen nicht von neuen Medienentwicklungen abgelöst, sondern integriert werden, vervielfältigen sich gesellschaftlich-kulturelle Haltungen und Wertvorstellungen (vgl. Baecker 2007, 40). Damit erhält insbesondere die Gestaltung von Medien und Technik durch potentiell jedes Individuum einen nicht unwesentlichen Einfluss auf die gegenwärtige Kultur und das gesellschaftliche Miteinander (vgl. Schelhowe 2007, 39; Knaus 2020a, 37; Knaus 2020a, 46ff.). Um diese Wirkweisen und Einflüsse nachvollziehen zu können, müssen sie zunächst sicht- und erlebbar gemacht werden.

Ohne unseren Erkenntnissen zu weit vorzugreifen, gehen wir davon aus, dass dieses Erlebarmachen beispielsweise mit Ansätzen der produktiven Medien- und Technikgestaltung – wie der Aktiven Medienarbeit (vgl. Demmler und Rösch 2012) – sowie mittels neuerer Ansätze wie Tinkering, Coding, Making oder Hacking (vgl. u. a. Schön, Ebner, und Kumar 2014; Narr 2018; Knaus 2020a; Knaus und Schmidt 2020; Maurer und Ingold 2021; Spieler und Krnjic 2021; Knaus 2022; Knaus, Schmidt, und Merz 2023) gelingen kann. In diesen Ansätzen können Individuen die aktive (Mit-) Gestaltung von Gesellschaft und Kultur erfahren. Pädagogische Ansätze wie Making verfügen damit über eine wesentliche Bedeutung für die gezielte Förderung gesellschaftlicher Handlungsfähigkeit in postdigitalen Gesellschaften (vgl. Knaus 2020a, 16ff.; Knaus und Schmidt 2020). In diesem Beitrag wollen wir daher die Formen der medien- und technikbezogenen Artikulationen genauer in den Blick nehmen. Überdies diskutieren wir die Frage, wie die analysierten Artikulationsfähigkeiten zum Erhalt gesellschaftlicher Handlungsfähigkeit gezielt pädagogisch gefördert werden können. Nicht zuletzt sehen wir darin die Chance, den digitalen Wandel als individuelle Bildungs- und gesellschaftliche Gestaltungsaufgabe (vgl. Knaus 2020a, 18) zu verstehen.

## **2. Mediales und technisches Gestalten in postdigitalen Gesellschaften**

Der digitale Wandel ist heute so weit fortgeschritten, dass sich Handlungsweisen, die sich in der Interaktion mit digitalen Medien entwickeln, auch auf (noch) «nicht-digitale» Kontexte und Materialitäten auswirken (vgl. Unterberg und Jörissen 2021,

31). Gesellschaftliche Vollzüge und digitaltechnische Entwicklungen lassen sich demnach nicht (mehr) isoliert voneinander betrachten: Kulturelle Handlungsweisen und soziale Praktiken entstehen stets im Zusammenspiel mit technischen Entwicklungen. Daher war eine Differenzierung zwischen «analogen» und digitalen Wirklichkeiten selten zielführend und ist heute vollständig obsolet. Postdigitale Bedingungen prägen menschliche Kommunikations- und Handlungskontexte grundlegend, so prägen sie – mit Blick auf unser Forschungsinteresse – entsprechend auch die menschlichen Artikulationsmöglichkeiten. Im folgenden Abschnitt erläutern wir in einer konzeptionellen Metaperspektive kurz den Artikulationsbegriff und diskutieren das Potential der Medien- und Technikgestaltung als Erweiterung der menschlichen Artikulationsmöglichkeiten. Anschliessend stellen wir unsere aus diesen theoretisch-konzeptionellen Gedanken entwickelten Forschungsfragen vor.

Mit dem Begriff der *Artikulation* sind unterschiedliche Formen des menschlichen Ausdrucks verbunden, in denen Menschen einen Gedanken oder eine Idee durch ihre verbale Sprache oder ihre Körpersprache (wie Gestik und Mimik) verdeutlichen und dadurch «sichtbar» machen. Wenn Menschen persönliche Erlebnisse zum Ausdruck bringen, äussern sie aber nicht nur ihre eigenen Gedanken, sondern stets auch sich selbst (vgl. u. a. Butler 2001). Individuen werden durch diesen Prozess des (Selbst-)Ausdrucks für sich selbst und für andere sichtbar (vgl. Jung 2005, 14; Jörissen 2015b, 58). Artikulationen können daher als gesellschaftliche Positionierungen und Partizipationsmöglichkeiten verstanden werden (vgl. Jörissen und Unterberg 2019, 2). Die Aushandlung persönlicher Erlebnisse in Artikulationsprozessen bietet darüber hinaus die Möglichkeit, sich reflexiv mit eigenen Selbst- und Weltvorstellungen auseinanderzusetzen. Dabei enthält nicht nur die reflexive Artikulation der eigenen Gedanken und Erfahrung Bildungspotentiale, auch die Begegnung mit Artikulationen anderer Menschen können zur reflexiven Auseinandersetzung mit der eigenen Umwelt anregen. Dabei prägen Algorithmen und die «Prinzipien des Digitalen» die menschliche Umwelt nicht (mehr) nur, sie sind integraler Bestandteil sozialer, kultureller oder individueller Prozesse und *schreiben* sich massgeblich in das menschliche Leben ein (vgl. Jörissen und Verständig 2017, 37; vgl. weiterführend zur «Medialen Transparenz» Genz und Gévaudan 2016, 53ff.).

Doch nicht nur die sozialisationstheoretische Perspektive weist auf die enge Verzahnung von Artikulation und Medien hin, auch aus strukturell-technischer Sicht sind Artikulationsprozesse von Medien abhängig. Oswald Schwemmer begründet diese Abhängigkeit damit, dass Medien die «materielle» Seite – die *Strukturbedingungen* – darstellen, durch die Artikulationen überhaupt erst zur Form, zum Ausdruck gebracht und explizit gemacht werden können (vgl. Schwemmer 2005, 52): So wird ein Gedanke über die Materialität des Mediums verwirklicht. Dabei fungieren Medien nicht nur als blosses «Material», durch das sich der Mensch ausdrücken

kann; vielmehr werden durch das Medium auch dessen Strukturen, Muster und Formen in die Artikulation hineingetragen. Neben einer formgebenden Materialität wie Holz, Stein, Papier oder auch Farbe ist also auch die Medialität von Bedeutung – die den Medien zugrunde liegenden medialen Strukturen, Muster und Formen wie auch Codes und Zeichen. Die mediale Struktur muss demnach in artikulativen Prozessen bewusst gemacht und miteinbezogen werden. Die Betrachtung von Artikulationsformen kommt aber – neben der Bedeutung von Materialität und Medialität – gegenwärtig kaum ohne den Blick auf die Strukturen, Muster und Formen *digitaler Technik* beziehungsweise den *Prinzipien des Digitalen* wie Automatisierung, Universalität und Binarität, Code, Programmierbarkeit und Algorithmizität, Vernetzung und Referentialität aus (vgl. Jörissen und Unterberg 2019; Knaus 2020a). Artikulationsprozesse sind nämlich nicht mehr nur auf die mediale Ebene (vgl. zu *visueller oder audiovisueller Artikulation* auch Jörissen und Marotzki 2009) begrenzt. Vielmehr erlaubt die digitale Technik überdies auch eine direkte Interaktion zwischen Mensch und Maschine (vgl. Knaus 2020a, 27). Mit anderen Worten: Auch die digitaltechnische Basis eröffnet Individuen zunehmend Artikulationsmöglichkeiten.

In einer postdigitalen Gesellschaft ist daher nicht mehr nur der versierte und selbstbestimmte Umgang mit *Medien*, sondern auch der reflektierte Umgang mit *digitaler Technik* zur Erlangung und Erhaltung gesellschaftlicher Handlungsfähigkeit<sup>2</sup> relevant: Handlungsfähigkeit erfordert nämlich zunächst, Strukturen und Prinzipien zu kennen und zu verstehen, auf die Gesellschaften aufbauen. Da soziale Prozesse in postdigitalen Gesellschaften mittels digitaler Medien miteinander verwoben sind, erfordert gesellschaftliche Handlungsfähigkeit neben medienbezogener Kompetenz künftig auch digitaltechnikbezogene Kompetenzen. Um diese Strukturen sicht- und verstehbar zu machen, eignen sich – analog zur Aktiven Medienarbeit (vgl. Knaus, Schmidt, und Merz 2023) – handlungsorientierte Zugänge des technischen Gestaltens wie beispielsweise das medienpädagogische Making (vgl. Knaus und Schmidt 2020; Meissner 2022). In Makerspaces können Individuen mediale und digitale Artefakte modifizieren oder eigenständig entwickeln und auf diese Weise deren digitaltechnische Strukturen, Prinzipien und Funktionsweisen handlungsorientiert kennen- und verstehen lernen. Makerspaces bieten Zugänge zu Werkzeugen

---

2 Medienkompetenz als klassische Zielperspektive der Medienpädagogik baut auf dem Konzept der *kommunikativen Kompetenz* auf (vgl. u. a. Knaus, Merz, und Junge 2023; Knaus und Tulodziecki 2023, 12–14) und beschreibt die Fähigkeit, Medien in aktiv aneignender Weise und zur Erreichung eigener Ziele einzusetzen, mit Medien souverän und verantwortungsvoll umzugehen, zu kommunizieren und zu partizipieren (vgl. Baacke 1996, 114). Trotz aller Weiterentwicklungen, Re-Definitionen neuer Leitbilder und (Kompetenz-)Modelle (vgl. u. a. Aufenanger 1997; Buckingham 2007; Gapski 2001; Groeben und Hurrelmann 2002; Hobbs 2011; Knaus 2020b; Tulodziecki 2011) blieb doch das übergeordnete Ziel, die Förderung gesellschaftlicher Handlungsfähigkeit, über die vergangenen Medienentwicklungen weitgehend unverändert (vgl. weiterführend auch Knaus, Merz, und Junge 2023).

und Maschinen. Zugleich sind sie Lern- und Erfahrungsräume, in denen kreatives Arbeiten, offenes Lernen, die Zusammenarbeit mit anderen und das Entwickeln und Gestalten digitaler Artefakte im Zentrum steht.

Dass sich Individuen über Artefakte artikulieren und Elemente materieller Kultur Auswirkungen auf das menschliche Leben und auf Sozialisationsprozesse haben, ist nicht neu (vgl. zu *Material Culture Studies* u. a. Tilley et al. 2006; Nohl 2011): Selbsterstellte Artefakte haben aber nicht nur eine individuelle Bedeutung für den Herstellenden; sie materialisieren Kommunikation und sagen damit etwas über das Wissen, die Fähigkeiten sowie das Handeln derjenigen aus, die sie geschaffen haben. Artefakte beeinflussen also nicht nur ihre Schöpfer:innen, sondern stets auch das Denken und Handeln anderer. Durch den gesellschaftlichen Kontext, in dem sie entstehen und verwendet werden, tragen sie zur Orientierung, Strukturierung und schliesslich zur (Mit-)Gestaltung von Kultur und Gesellschaft bei (vgl. u. a. Lueger und Froschauer 2021, 293).

Aus dieser theoretischen Herleitung ergibt sich die zentrale Forschungsfrage der in diesem Beitrag vorgestellten Studie: Inwiefern erweitert das Gestalten von Technik menschliche Artikulationsmöglichkeiten? Und daran anschliessend: Wie kann das technische Gestalten gezielt pädagogisch gefördert werden?

### 3. Forschungsdesign

Um Antworten für die zuvor hergeleiteten Forschungsfragen zu erhalten, bedienen wir uns eines medienethnografischen Forschungsdesigns: Zur Erhebung führten wir ethnografische Interviews, die wir mittels einer inhaltlich-strukturierenden Qualitativen Inhaltsanalyse (vgl. Kuckartz 2018) und entlang des *Frankfurt-Dreiecks* als Referenzrahmen (vgl. Brinda et al. 2020) auswerteten. In der folgenden Methodendiskussion (3.1) stellen wir zunächst Ansätze vor, die bisher zur Beantwortung vergleichbarer Fragen herangezogen wurden, und prüfen sie hinsichtlich ihrer Tauglichkeit für unser Vorhaben. Im Rahmen der Methodenbeschreibung (3.2) erläutern wir das von uns gewählte Forschungsdesign sowie den Erhebungskontext und die Soziodemografie der Proband:innen. Anschliessend stellen wir unsere Ergebnisse anhand des *Frankfurt-Dreiecks* vor und formulieren abschliessend die hieraus hergeleiteten pädagogischen Handlungsempfehlungen.

#### 3.1 Methodendiskussion

Zur Analyse von Handlungsweisen, die sich in der Interaktion mit digitalen Medien entwickeln, eignen sich qualitative subjektorientierte Zugänge in besonderer Weise. Je nach Erkenntnisinteresse finden ethnografische (vgl. u. a. Thomas 2019) oder biografische (vgl. u. a. Fuchs-Heinritz 2009; Krüger und Marotzki 2006) Ansätze

Verwendung. Im Kontext der vorliegend beschriebenen Studie sowie zur Bearbeitung der zuvor entwickelten Forschungsfragen wählten wir einen ethnografischen Zugang. Ethnograf:innen beschäftigen sich typischerweise mit der Erforschung sozialer Praktiken, von Artefakten, Erzählungen und Lebenswelten (vgl. Breidenstein et al. 2020, 15). In der *Medienethnografie* wird im Besonderen die Nutzung und Gestaltung von Medien sowie ihre sozial-kulturelle Einbindung fokussiert (vgl. Bachmann und Wittel 2006). Die Anfänge medienethnografischer Forschung waren in den 1980er-Jahren vornehmlich von der Medienrezeptionsforschung geprägt (vgl. u. a. Bergmann 2008, 328). Im Kontext postdigitaler Lebenswelten widmen sich Forscher:innen umfänglicher ethnografischen Zugängen, da diese sich in besonderer Weise für Analysen im Kontext digitaltechnischer Entwicklungen eignen (vgl. beispielsweise zu *Digitaler Ethnografie* König 2020 sowie zu *ethnografischer Erforschung algorithmischer Systeme* u. a. Seaver 2017; Christin 2020; Verständig 2022; zur *Sozio-Medialität in der ethnografischen Forschung* Bettinger 2023).<sup>3</sup> Für diesen Beitrag haben wir die selbst gestalteten digitalen Artefakte der Studierenden – ihre medialen und technischen Artikulationen – erforscht. Für die noch kaum erforschten medialen und technischen Interaktions- und Bedeutungsmuster eignet sich der explorative und kontextbezogene Stil der medienethnografischen Forschung in idealer Weise – zumal auch die soziokulturelle Einbindung dieser Interaktions- und Bedeutungsmuster in unserem Vorhaben von zentralem Interesse war.

Ethnografische Forschung lässt sich mit vielfältigen Erhebungsmethoden der qualitativen Sozialforschung realisieren (vgl. Schütze 1994). So können zur Datenerhebung Methoden wie teilnehmende Beobachtungen, Interviews oder Gruppendiskussionen herangezogen werden. Gerade durch die Kombination der Erhebungsmethoden kann umfassendes und dichtes Datenmaterial, bestehend aus Dokumenten, Schriftstücken und Protokollen, generiert werden (vgl. Breidenstein et al. 2020, 83). In der hier beschriebenen Studie wollen wir uns daher – nicht zuletzt auch mit Blick auf die Grösse der Proband:innengruppe (vgl. Abschnitt 3.2.1) – auf eine zentrale Erhebungsmethode konzentrieren. Da die subjektive Bedeutung der selbst hergestellten digitalen Artefakte im Fokus unseres Vorhabens steht, wollten wir mit den Gestalter:innen der Artefakte ins Gespräch kommen. Dafür wählten wir das explizite *ethnografische Interview*, das sich an den formalen Interviewformen der qualitativen Sozialforschung orientiert (vgl. u. a. Thomas 2019, 85; Breidenstein et al. 2020, 93). Durch die Verwendung von offenen und erzählgenerierenden Fragen wollten wir den befragten Studierenden Raum für weiterführende Hinweise und eigene Bezüge

---

3 Gerade in der Medienpädagogik ist die ethnografische Forschung sehr etabliert: So vereinte beispielsweise das internationale Praxis- und Forschungsprojekt *VideoCulture*, in dem Filme von Jugendlichen aus unterschiedlichen soziokulturellen Milieus produziert und interpretiert wurden, medienethnografische und medienpädagogische Perspektiven (vgl. Niesyto 2017). Auf dieser verbindenden Grundlage entstanden einige weiterführende Ansätze. So entwickelte beispielsweise Michael Waltinger im Rahmen seines Dissertationsprojektes die medienethnografische Forschungsmethode *MediaMap* zur Erforschung von Medienaneignung (vgl. Waltinger 2017).

geben. Gleichermassen diene uns die Verwendung eines groben Leitfadens als thematische Orientierung und Strukturierung, um den Mittelpunkt des Gesprächs – die digitalen Artefakte – adäquat zu fokussieren. Da wahlweise die digitalen Artefakte, die Gestalter:innen oder ihr soziokulturelles Umfeld im Zentrum stehen sollen, wählten wir dieses semi-strukturierte Vorgehen. Auch hier zeigt sich die Passung des ethnografischen Interviews, denn narrativ-biografische Interviews (vgl. Schütze 1983) wären für dieses semi-strukturierte Setting weniger gut geeignet.

Die Entscheidung für eine sprachgestützte Erhebungsmethode birgt grundlegende Limitationen, die in dieser Methodendiskussion nicht unerwähnt bleiben sollen: Die Proband:innen wurden im Rahmen der ethnografischen Interviews gebeten, über ihre Making-Erfahrungen zu sprechen. Dies erfordert zunächst, dass diese sich an die jeweiligen Situationen erinnern, um sie gedanklich zu rekonstruieren. Danach müssen die Proband:innen ihre erinnerten und rekonstruierten Erfahrungen mit eigenen Worten wiedergeben. Die Erkenntnisse aus dem Gespräch sind daher massgeblich von den Erinnerungs-, Kommunikations- und Reflexionsfähigkeiten der Proband:innen abhängig, während der Erkenntnisprozess gleich mehrere Filter durchläuft – auch auf Seiten der Forschenden. Das Ziel qualitativer Forschungsvorhaben besteht darin, soziale Wirklichkeit zu rekonstruieren und zu verstehen (vgl. u. a. Kergel 2018, 45). Die gewonnenen «verbalen Daten» sind stets subjektive Interpretationen und spiegeln daher nur einen Ausschnitt aus einer bestimmten Wirklichkeit wider (vgl. Aufenanger 2011, 98). Es ist daher davon auszugehen, dass die Proband:innen in den Interviews eher von einschlägigen oder prägenden Erlebnissen berichten werden, bei deren Verbalisierung sie sich wohlfühlen, oder von solchen, an die sie sich in besonderer Weise erinnern. Folglich können un- oder unterbewusste (Sinn-)Strukturen, Verhaltens- oder Denkmuster unerkannt bleiben, obwohl sie aber für die weitere Analyse der Artikulation sehr wohl bedeutend sein können. Um diese bekannten methodischen Schwächen zu mildern, standen die von den Proband:innen gestalteten Artefakte physisch im Zentrum der Gesprächssituation. Ausserdem fanden die Interviews an dem Ort statt, an dem die Artefakte entstanden sind – im Makerspace der Hochschule. Dieses kontextbezogene Forschungssetting ist ein einschlägiges Merkmal der Medienethnografie. Darüber hinaus müssen die als soziale Erwünschtheit bekannten Antwortverzerrungen beachtet werden: Die Studierenden könnten ihre Making-Erfahrungen so formulieren, dass diese sich mit den angenommenen Erwartungen der Forschenden decken. Bei der gewählten Erhebungsmethode sind Antwortverzerrungen aufgrund sozialer Erwünschtheit also zwar grundsätzlich denkbar, da die Fragen jedoch insgesamt als eher unstrittig einzuordnen sind, dürfen wir davon ausgehen, dass diese mögliche Fehlerquelle das Antwortverhalten nicht nachhaltig beeinflusste.

Zur Auswertung der erhobenen Daten bedienen sich Forscher:innen in vergleichbaren medienethnografischen Forschungsvorhaben mitunter interpretativer Verfahren wie der *Grounded Theory* (vgl. u. a. Schlör 2017; Hepp und Schmitz 2022), der *Qualitativen Inhaltsanalyse* (vgl. Waltinger 2017) oder arbeiten diskursanalytisch (vgl. Bettinger et al. 2020). Nicht selten entwickeln sie auch eigene Auswertungsverfahren (vgl. Röser et al. 2018). Zur Sammlung und Auswertung unseres Datenmaterials würde sich grundsätzlich ein hermeneutischer Forschungsstil anbieten, wie er beispielweise in der *Grounded Theory* (vgl. Glaser und Strauss 2010) Verwendung findet. Zu unserer Fragestellung passt aber eine Strukturierung der Inhalte der Interviewtranskripte besser, um auf Basis dieser Strukturierungen mit dem Frankfurt-Dreieck weiterzuarbeiten (vgl. Abschnitt 3.2.3). Um die Interviewtranskripte möglichst systematisch und regelgeleitet zu analysieren, eignen sich grundsätzlich Ansätze der Qualitativen Inhaltsanalyse. Die *inhaltlich strukturierende Qualitative Inhaltsanalyse* zählt zum Kern qualitativer Inhaltsanalysen. Etabliert sind im Besonderen die Ansätze von Philipp Mayring (2010) und Udo Kuckartz (2018). Während Philipp Mayring in seinem Ansatz die theoriegeleitete Analyselogik betont, lässt Udo Kuckartz offen, ob Kategorien aus dem Material entwickelt oder aus der Theorie abgeleitet werden. Diese Offenheit bezüglich der Kategorienbildung passt gut zum erkenntnisleitenden Interesse unserer Studie. Um den explorativen Charakter auch in der Datenauswertung zu stützen, haben wir uns für die inhaltlich strukturierende Qualitative Inhaltsanalyse nach Udo Kuckartz entschieden. Das von Udo Kuckartz vorgeschlagene deduktiv-induktive Vorgehen zur Kategorie- und Musterbildung erlaubt uns eine explorative Arbeitsweise: Wir können Kategorien aus dem Material berücksichtigen, aber auch theoretische und konzeptionelle Vorannahmen im Kategoriensystem einbringen (vgl. Kuckartz 2018, 63–95). Mit der inhaltlich-strukturierenden Qualitativen Inhaltsanalyse ist es möglich, das Gesagte der Proband:innen über ihre selbst erstellten digitalen Artefakte zu identifizieren, zu konzeptualisieren und das Material im Hinblick hierauf eingängiger zu beschreiben (vgl. Schreier 2014, 6).

Um Reflexions- und Bildungsprozesse in postdigitalen Gesellschaften zu analysieren und Erfordernisse für gesellschaftliche Partizipation zu formulieren, eignen sich zu diesem Zweck entwickelte Modelle, Orientierungs- und Referenzrahmen. Die Autor:innen des *Frankfurt-Dreiecks* (vgl. Brinda et al. 2020; vgl. Abb. 1) haben eine solche Reflexionsbasis entwickelt und schlagen – passend zur Form eines Dreiecks – drei Perspektiven vor, die für Bildungsprozesse im Kontext des digitalen Wandels wesentlich sind: die technologisch-mediale, die gesellschaftlich-kulturelle und die Interaktionsperspektive. Um die in unserer Studie identifizierten medialen und technischen Artikulationsmuster im Kontext komplexer postdigitaler Gesellschaften betrachten zu können, bietet sich ein multiperspektivischer Orientierungsrahmen an. Das Frankfurt-Dreieck bietet uns aufgrund der zahlreichen konkretisierbaren Anschlüsse und Bezugspunkte sowohl an den Seiten als auch an den Eckpunkten eben

eine solche multiperspektivische Orientierung. Auch die von dem multidisziplinären Autor:innen-Team gewählten Prozesse – die Analyse, die Reflexion und die Gestaltung der digitalen Phänomene und Artefakte – verfügen über eine ideale Passung zum zuvor dargestellten Konzept der Medien- und Technikgestaltung.

Wenn subjektive Einschätzungen der Forschenden in die Interpretationen der Ergebnisse einfließen, können auch die Erkenntnisse der Datenauswertung verzerrt werden. Die vorliegend beschriebene Studie zeigt daher primär Momentaufnahmen der Proband:innen: Präsentiert wird ein Ausschnitt subjektiv bedeutender Making-Erlebnisse, die die Studierenden verbalisieren wollten und konnten. Damit rekonstruieren unsere Ergebnisse zwar nicht in umfänglicher Weise alle möglichen Prozesse der technischen Gestaltung beziehungsweise des Makings, aber sie können einen ersten Eindruck über individuelle Interaktions- und Bedeutungsmuster vermitteln, die in der Artikulation mittels Medien und Technik zum Tragen kommen können. Verzerrungen durch die subjektiven Einschätzungen der Forscher:innen sind zur Frage nach subjektiv bedeutsamen Erlebnissen der Befragten nicht sehr wahrscheinlich. Um dennoch denkbare Verzerrungen zu minimieren, wurden die Interpretationen der unterschiedlichen Proband:innen nach gemeinsamer Kategorienbildung von einer Person vorgenommen. Dadurch wurden alle Interpretationen durch einen identischen subjektiven Filter beeinflusst. Für eine ergänzende breiter angelegte Studie, die auf Basis der vorliegenden theoretischen und methodologischen Vorarbeit umgesetzt werden kann, böte sich bei Auswertung durch mehrere Forscher:innen die Bestimmung des Inter-Rater-Reliabilitätskoeffizienten an.

Um die erhobenen Daten kontextbezogen auszuwerten und eine ideale Passung zwischen der gewählten medienethnografischen Forschungsstrategie, dem Gegenstand und den Bedingungen im Feld zu erreichen (vgl. Breidenstein 2020, 39), entwickelten wir mit der Kombination aus induktiv-deduktiver Kategorienbildung und der Analyse mittels des Frankfurt-Dreiecks ein eigenes Auswertungsverfahren, das im folgenden Abschnitt detaillierter beschrieben wird.

### **3.2 Methodenbeschreibung**

In diesem Abschnitt erläutern wir zunächst das medienethnografische Forschungsdesign der vorliegend beschriebenen Studie einschliesslich Erhebungsmethode, Soziodemografie der Proband:innen sowie den pädagogisch-didaktischen Kontext. Im Anschluss stellen wir das Frankfurt-Dreieck als Referenzrahmen und die Qualitative Inhaltsanalyse zur Auswertung des Datenmaterials vor. Die Datenerhebung der durchgeführten Studie fand in zwei zeitlich aufeinanderfolgenden Interviewserien statt (vgl. Abschnitt 4.5).

### 3.2.1 Erhebungsmethode: Medienethnografisches Forschungsdesign

In der ersten Interviewserie wurden zehn Studierende im Zeitraum von Oktober 2022 bis Januar 2023 in ethnografischen Interviews befragt. Die Interviewlänge lag zwischen 35 und 60 Minuten. Alle Interviews wurden auditiv aufgezeichnet. Der Interviewleitfaden wurde zuvor einem Pretest unterzogen und entsprechend weiterentwickelt. In den Interviews baten wir die Proband:innen zunächst, ihr selbst gestaltetes Making-Projekt zu beschreiben, das auch das räumliche Zentrum der Gesprächssituation bildete. Alle Interviews starteten daher mit einer einheitlichen Erzählaufforderung: «Bitte beschreiben Sie Ihr Making-Projekt. Erzählen Sie gerne von Ihrer Motivation, möglichen Hintergründen oder persönlichen Bedeutungen in Bezug auf Ihr Making-Projekt». Im weiteren Gesprächsverlauf sprachen wir über die Idee für das jeweilige Projekt und wie sich diese über den Gestaltungsprozess veränderte. Weiter orientierten wir uns an folgenden Leitfragen: Was war das Ziel zum Start Ihres Making-Projekts? Inwiefern hat sich die Ausgangsidee über den Arbeitsprozess verändert? Inwiefern gab es Besonderheiten/Auffälligkeiten im Gestaltungsprozess? Wie haben Sie gearbeitet? Haben Sie mit jemandem zusammengearbeitet oder allein? Wozu nutzen Sie das gestaltete Produkt/Projekt aktuell oder wozu werden Sie es nutzen?

### 3.2.2 Erhebungskontext und Soziodemografie

Die Interviews fanden gemäss dem gewählten ethnografischen Ansatz dort statt, wo die digitalen Artefakte der Studierenden entstanden sind; dies war in allen Fällen der Makerspace des Verbundprojekts an der PH Ludwigsburg (PHL). Der pädagogisch-didaktische Makerspace adressiert alle Lehramtsstudierenden der Hochschule mit dem Ziel, deren *digitalisierungsbezogene Kompetenzen* zu fördern (vgl. Knaus und Schmidt 2020, 31ff.). Im Makerspace erhalten die Lehramtsstudierenden Zugang zu Geräten und Tools und können die Geräte eigenständig ausprobieren. Hieraus können sie Interesse für die Arbeit mit den Geräten und Tools entwickeln sowie weitere (digital-)technische Möglichkeiten kennenlernen (vgl. Knaus, Schmidt, und Merz 2023).

Alle Proband:innen sind Lehramtsstudierende der PHL und studieren Lehramt für die Sekundarstufe I oder Sonderpädagogik. Befragt wurden Lehramtsstudierende sowohl auf Bachelor- (BA) als auch auf Masterniveau (MA). Die Proband:innen wurden persönlich im Makerspace angefragt, ob sie an der Studie teilnehmen möchten. Gefragt wurden primär Studierende, die überdurchschnittliches Interesse an der Arbeit im Makerspace sowie den Materialien und Geräten zeigten. Die Proband:innen widmeten sich in ihren Making-Projekten unterschiedlichen Schwerpunkten – die Motivation, im Makerspace zu arbeiten, war entsprechend vielfältig:

Die Studierenden<sup>4</sup> arbeiteten sowohl im Kontext von Lehrveranstaltungen als auch aus persönlichem Interesse an eigenen Projekten. Der Fokus auf Lehramtsstudierende ergab sich aus der Zielgruppe des Verbundprojekts *MakEd\_digital*,<sup>5</sup> in dessen Arbeitszusammenhängen der Makerspace der Hochschule eingerichtet wurde und betrieben wird. Die soziodemografischen Daten der Proband:innen können Tabelle 1 entnommen werden.

	Fächerkombination	Stg.	Grad	Alter
P01	Geschichte / Informatik	SEK I	BA	m, 30–33
P02	Technik / Biologie	SEK I	MA	m, über 37
P03	Biologie / Englisch	SEK I	MA	w, 24–27
P04	Geografie / Englisch	SEK I	MA	w, 24–27
P05	Mathematik / Chemie	SEK I	MA	w, 27–30
P06	Technik / Musik	SEK I	MA	m, über 37
P07	Biologie / Grundbildung Deutsch	SoPäd	BA	w, unter 24
P08	Technik / Informatik	SEK I	MA	m, 24–27
P09	Biologie / Grundbildung Deutsch	SoPäd	BA	m, 24–27
P10	Biologie / Englisch	SEK I	MA	m, 24–27

**Tab. 1:** Soziodemografische Daten der Proband:innen.

Der Makerspace der PHL verfolgt das Ziel – neben der Förderung eines tiefergehenden Verständnisses über (digital-)technische und informatische Zusammenhänge –, angehende Lehrer:innen zu befähigen, mediendidaktisch versierte Lehr- und Unterrichtsszenarien unter Einbezug digitaler Technik selbst zu entwickeln und zu reflektieren. Dabei erhalten die Studierenden multidisziplinäre Unterstützung aus Medientechnik, -pädagogik und -didaktik sowie den jeweiligen Fächern und Fachdidaktiken. Die Arbeit im Makerspace ermöglicht auch, Maker Education und den pädagogischen Ansatz des medienpädagogischen Makings für die Lehrer:innenbildung sowie an Schulen anknüpfbar zu machen. Gefördert wird somit eine Befähigung zur reflexiv-kreativen Schul- und Unterrichtsentwicklung unter Berücksichtigung aktueller gesellschaftlicher Entwicklungen (vgl. Knaus und Schmidt 2020, 33). Wir erhofften daher, aus den Erkenntnissen der vorliegenden Studie auch Hinweise zur (Weiter-)Entwicklung von (medien-)pädagogischen Ansätzen zur praktischen Förderung

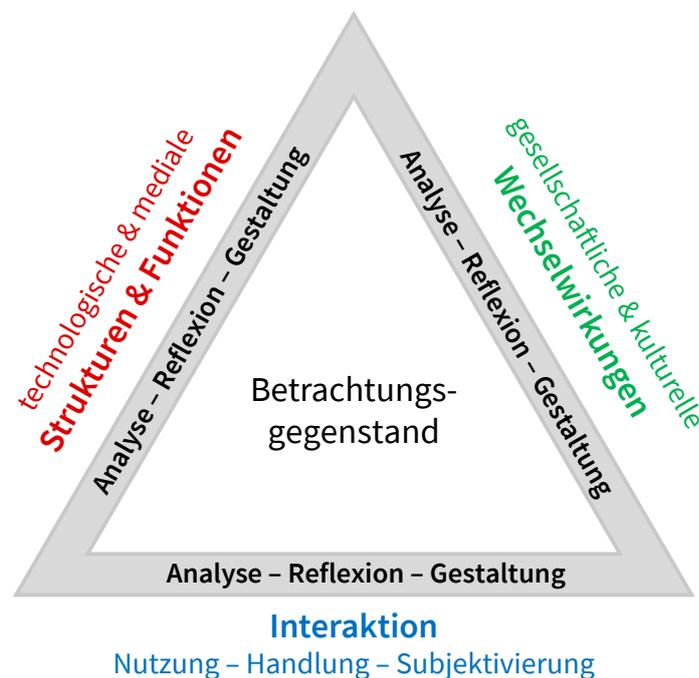
4 Da wir die Proband:innen nicht gefragt haben, ob sie sich selbst als «Maker:innen» bezeichnen würden, bezeichnen wir sie als Studierende und nicht als Maker:innen (vgl. u. a. Dougherty 2013, 8).

5 Der Makerspace der PHL wurde im Rahmen des Verbundprojekts *MakEd\_digital* eingerichtet. Das Projekt «MakEd\_digital – Ein pädagogisch-didaktischer Makerspace zur Förderung digitalisierungsbezogener Kompetenzen» wird im Rahmen der gemeinsamen Qualitätsoffensive Lehrerbildung von Bund und Ländern mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) unter dem Förderkennzeichen 01JA2026A-D gefördert. Weitere Informationen zum Verbundprojekt können auf der Projektwebseite [maked-digital.de](http://maked-digital.de) eingesehen werden.

der handlungsorientierten Medien- und Technikgestaltung im Rahmen des universitären Lehramtsstudiums zu erhalten. Damit könnten die Erkenntnisse auch im künftigen Praxis- und Berufsfeld der Studierenden – in der Schule – hilfreich sein (vgl. hierzu weiterführend 4.5).

### 3.2.3 Auswertungsmethode: Frankfurt-Dreieck als Referenzrahmen

Das *Frankfurt-Dreieck* (vgl. Brinda et al. 2020) ist hilfreich zur multidisziplinären Einordnung und Beschreibung von Phänomenen und Artefakten in einer digital geprägten Welt. Seine Autor:innen gehen davon aus, dass Individuen zur Orientierung und Partizipation in einer digital geprägten Welt analytische, reflexive und gestalterische Kompetenzen benötigen. Hierfür schlagen sie die folgenden drei Perspektiven vor: die *Interaktionsperspektive*, die *technologisch-mediale* und die *gesellschaftlich-kulturelle* Perspektive. Die Perspektiven sind nicht nur jeweils (an den Eckpunkten) miteinander verbunden, sondern stehen sich auch gegenüber. Aus diesen Verbindungen und Perspektiven ergibt sich die Form eines Dreiecks (vgl. Abb. 1).



**Abb. 1:** Das Frankfurt-Dreieck zur Bildung in der digital-netzten Welt (Brinda et al. 2020, 160).

Die *technologisch-mediale* Perspektive fokussiert die *fachbezogene* Auseinandersetzung mit den konkreten Strukturen und Funktionsweisen digitaler Artefakte. Das Autor:innenteam widmet die erste Perspektive der *fachbezogenen*

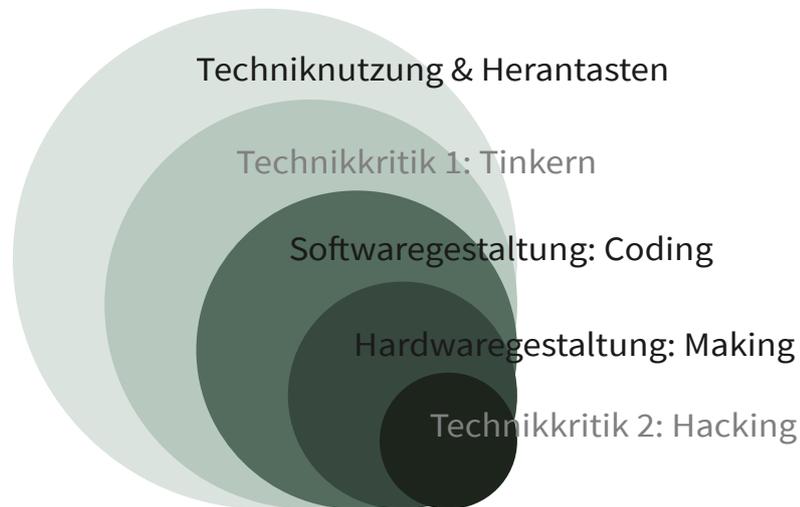
*Auseinandersetzung mit technischen und medialen Strukturen und Funktionen*, da es davon ausgeht, dass das kritisch-analytische Hinterfragen und die Reflexion sowie die Befähigung zur aktiven Mitgestaltung medialer und technischer Entwicklungen wesentliche Grundlage für die Teilhabe in einer digital geprägten Welt ist. Die *gesellschaftlich-kulturelle* Perspektive beleuchtet die veränderten gesellschaftlichen Rollen und Dynamiken gesellschaftlicher Entwicklungen, die mit dem digitalen Wandel einhergehen. In der *Interaktionsperspektive* stehen die konkreten Nutzungsoptionen digitaler Medien und Technik und damit verbundene Handlungen des Individuums im Fokus: Wozu und auf welche Weise nutzen Menschen digitale Medien? Inwiefern können sie durch ihre selbstbestimmte Nutzung am digitalen Wandel teilhaben und diesen aktiv mitgestalten?

Für die Datenauswertung haben wir die Interviews anonymisiert transkribiert und anhand der *inhaltlich strukturierenden Qualitativen Inhaltsanalyse* nach Kuckartz (2018) ausgewertet. Anhand induktiver und deduktiver Kategorienbildung wurden die Interviewprotokolle mittels der Software *MAXQDA* strukturiert. Ausgehend vom Zentrum des Dreiecks können konkrete Artefakte und spezifische Artikulationsformen aus den folgenden drei Perspektiven betrachtet werden: aus technologisch-medialer, aus gesellschaftlich-kultureller und aus der Interaktionsperspektive. Dadurch kann das Gesagte über die Artefakte – wie auch das erstellte digitale Artefakt selbst – den Ausgangspunkt beziehungsweise das Zentrum der Analyse bilden.

Folgende Ober- und Subkategorien konnten anhand der Interviewtranskripte identifiziert werden: Die umfänglichsten Kodiereinheiten<sup>6</sup> fassten wir unter der Oberkategorie *Persönliche Kompetenzen und Fähigkeiten* zusammen. Hierzu formulierten wir Subkategorien wie *Vorwissen, persönlicher Anspruch, Emotionen, Hemmungen und Zurückhaltungen, Learnings und Benefits*. Überdies identifizierten wir die Kategorie *Soziales und Kommunikation* und differenzierten sie in zwei Subkategorien: *Kommunikation innerhalb des Makerspaces* und *Kommunikation ausserhalb des Makerspaces*. Weitere Kategorien sind die *Interaktion mit Hard- und Software* (mit den Subkategorien *technische Herausforderungen, Zusammenspiel Hard- und Software* sowie *technische Grenzen*) sowie *Schule und Hochschule* (mit den Subkategorien *Einsatz der Artefakte im schulischen Unterricht* und *Making im Rahmen von Lehrveranstaltungen*). Überdies identifizierten wir die Kategorien *Qualitativ-ästhetische Aspekte der Artefakte* (mit den Subkategorien *realitätsgetreue Darstellung, Qualität, Ästhetik und Funktionalität, Arbeitsweise und Arbeitsatmosphäre, persönliche Ressourcen* sowie *Nachhaltigkeit & Umwelt*).

---

<sup>6</sup> Die hier auszugsweise aufgelisteten Kategorien aus dem Kategorieleitfaden wurden absteigend nach Häufigkeit geordnet.



**Abb. 2:** Reflexion durch Aktion (Knaus, Schmidt, und Merz 2023, 45).

#### **4. Ergebnisdiskussion**

Welche Artikulationsformen wir aus den beiden durchgeführten Interviewserien konkret identifizieren konnten, werden wir in den nächsten drei Abschnitten exemplarisch entlang der Perspektiven des *Frankfurt-Dreiecks* illustrieren. Hierzu nutzen wir die im theoretisch-konzeptionellen Teil identifizierten Potentiale des medienpädagogischen Makings zur groben Orientierung und Einordnung.

##### **4.1 Technisch-Mediale Perspektive**

Medien und Technik sind integrative Elemente des Alltags. Handlungsmöglichkeiten mit ihnen lassen sich aber selten «naturgemäss» erschliessen. Aufgrund ihrer strukturellen Deutungsoffenheit, Vielfältigkeit und Komplexität bieten sie ein Kennenlernen der Handlungsoptionen vielmehr über tentatives Ausprobieren an (vgl. Knaus, Schmidt, und Merz 2023; Zillien 2019, 227). Dieses Ausprobieren beschrieb uns auch ein Student, der unterschiedliche 3D-Modelle mit einer Software designte:

«[...] da kann man auch einfach rumprobieren [...] man kann, da recht spielerisch rangehen [...] und ja, so tastet man sich einfach ran und guckt, (.) was einem gefällt, (..) was funktioniert, was vielleicht nicht funktioniert» (P9/30).

Das eigenständige Ausprobieren und Einschätzen der Möglichkeiten der Tools und Werkstoffe für eigene Vorhaben lässt sich nach dem Frankfurt-Dreieck im Prozess der *Analyse* einordnen und kann sich – wie im Beispiel – auf eine Applikation, aber auch auf die Auswahl der passenden technischen Werkstoffe und Komponenten beziehen, wie ein weiteres dokumentiertes Praxisbeispiel zeigt:

«Ja, genau (.) also der Mikrocontroller, [den] habe ich gewählt, weil er besonders wenig Energie braucht im Vergleich zu anderen Mikrocontrollern» (P10/10).<sup>7</sup>

Die analytische und reflexive Auseinandersetzung mit den umfänglichen Handlungsoptionen der verwendeten medialen und technischen Tools bildet nicht selten auch die Grundlage dafür, entsprechende Erkenntnisse bereits in die Gestaltungsidee, die Konzeption oder die konkrete Umsetzung der Artefakte einfließen zu lassen – beispielsweise in die Modellierung einer Idee innerhalb einer (CAD-)Software oder im Rahmen der anschließenden Materialisierung beziehungsweise «Verstofflichung», wie sie beispielsweise durch die Verwendung des 3D-Druckers mittels spezieller Werkstoffe (sog. Filamente) ermöglicht wird. Ein Student berichtete uns davon, wie seine Gestaltungsidee durch die Funktionen der verwendeten Software und durch die Möglichkeiten und Grenzen des Fertigungsverfahrens des 3D-Druckers geprägt wurde:

«Aufgrund des Designs hat es ein bisschen länger gedauert, (.) also sind ja schon ziemlich filigrane Formen und [...] in dem [...] 3D-Modell, das ich gemacht hab', waren auch die Öffnungen schon drin (..) durch den 3D-Druck sind die allerdings leider wieder geschlossen und die muss ich nochmal im unteren Bereich nachbohren» (P10/32).

Die Idee des Studenten, Ausdrücke als Gehäuse für einen selbst entwickelten Raumluft-Sensor zu verwenden, wird im Prozess der Materialisierung durch die spezifischen Bedingungen von Software, Werkstoff und Tool grundsätzlich ermöglicht, gleichermassen aber auch begrenzt.

Umfängliche Gestaltungsräume für die Artikulation eigener Ideen, Gedanken oder Fantasien können Studierende in der Gestaltung von Software erfahren, wenn beispielsweise Code als Grundlage und als universeller und formbarer «Rohstoff» genutzt und weiterentwickelt wird: Einer der Studierenden berichtete von seinen Versuchen, den Programmablauf eines selbstgebauten Snack-Automaten in der integrierten Entwicklungsumgebung eines Arduino<sup>8</sup> zu programmieren:

---

<sup>7</sup> Das Frankfurt-Dreieck bietet aufgrund seiner multiperspektivischen Anlage zahlreiche konkretisierbare Anschlüsse und mehrperspektivische Bezugspunkte an den Seiten sowie den Eckpunkten des Dreiecks. So deutet das hier beispielhaft gewählte Kriterium Energieeffizienz nicht nur auf die technisch-mediale, sondern mit Bezug auf (umwelt-)politische Themen auch auf *gesellschaftlich-kulturelle* Perspektiven hin. Dies zeigt nicht zuletzt auch, dass die Übergänge zwischen den Perspektiven des Frankfurt-Dreiecks absichtlich nicht trennscharf sind, sondern Gegenstände und Themenbereiche vielmehr aus unterschiedlichen Perspektiven betrachtet werden können.

<sup>8</sup> Ein *Arduino* ist eine quelloffene, frei programmierbare Plattform, die aus einem einfachen E/A-Board (Platine mit Schnittstellen wie RS-232 oder USB für Ein- und Ausgabe) mit Mikrocontroller und einer integrierten Entwicklungsumgebung (auf Basis einer C++-ähnlichen Programmiersprache) besteht.

«[...] dann muss man sich eben verschiedene Gedanken machen, also wenn ich jetzt so ein Automat bediene, muss es halt gut funktionieren, (.) intuitiv sein, (.) dass der Programmablauf halt Sinn macht» (P8/12).

Um die Funktionalität des Automaten her- und sicherzustellen, gestaltet der Student nicht nur den Code, er setzt sich auch kritisch-reflexiv mit möglichen Auswirkungen auf das Gesamtvorhaben auseinander. Durch die vielfältigen Nutzungs- und Gestaltungsmöglichkeiten, die sich durch die Programmierung auf der Applikationsebene eröffnen, stellt sich grundsätzlich auch die Frage danach, welche Werte und Normen, zum Beispiel durch die Verwendung von fremden, übernommenen Codeschnipseln oder Programmbausteinen, in die eigene Artikulation hineingetragen werden können (vgl. Knaus 2020b, 10f.).

Neben der Artikulation durch die Gestaltung von Software beziehungsweise der (Weiter-)Entwicklung von Applikationen entstehen neue Artikulationsmöglichkeiten, auch durch die Gestaltung von Hardware beziehungsweise physischer Komponenten. Die Gestaltung technisch-physischer Komponenten unterstreicht ein Student im Gespräch, als er uns von seiner Idee berichtet, wie die Bestandteile des von ihm entwickelten Raumluftensors in der Endmontage durch die besondere Konstruktion des Deckels miteinander verbunden werden und sich so das Gesamtvorhaben konstituiert:

«[...] da ist die Kabeldurchführung, also der eine Sensor ist auf der linken Seite der Platte (.) später (.) und der Mikrocontroller auf der rechten, (.) dass die thermisch ein bisschen voneinander separiert werden (.) und dann durch diese Struktur können dann die Kabel laufen (.) und in diesen Deckel, der wird der aus transparenten Filament hergestellt, kann diese LED eingelassen werden von oben wird die dann reingesteckt und von unten dann verlötet [...]» (P10/36).

Die konkreten Arbeitsschritte, die der Student im Kontext der Endmontage durchführen möchte, werden dabei durchdacht (analysiert) und vorgeplant. Dabei eröffnen die verwendeten Bauelemente und Werkstoffe aufgrund ihrer prinzipiellen Offenheit unterschiedliche Möglichkeiten, eigene Ideen umzusetzen – entsprechend gibt es nicht nur *einen* (Lösungs-)Weg und respektive auch mannigfaltige Artikulationsoptionen.

In Makerspaces können sich Lernende also tentativ an die medialen und technischen Tools, Geräte und Materialien herantasten, diese für die Umsetzung eigener Ideen ausprobieren, auswählen und weitgehend eigenständig nutzen. In Anlehnung an das Frankfurt-Dreieck bestehen die medialen und technischen Artikulationen aus wechselseitigen *analytischen*, *reflexiven* und *gestalterischen* Prozessen. Diese Artikulationsformen zeigen sich – wie die Interviewsequenzen exemplarisch darlegen

– durch die Modellierung der Ideen innerhalb der Software, durch die Gestaltung und Entwicklung der Applikationen selbst sowie auch durch die Gestaltung und Materialisierung von physisch-technischen Komponenten (Abb. 2, 23). Dabei bieten die gestalterischen Handlungsoptionen durch Coding und Making mannigfaltige Artikulationsmöglichkeiten. Die konkreten Artikulationen der Studierenden entstehen aus dem Wechselverhältnis individueller Ideen und den medialen, materiellen sowie strukturellen Rahmenbedingungen der digitalen Technik. Die entwickelte Technik entsteht dabei stets im gesellschaftlichen und kulturellen Kontext. Welche konkreten gesellschaftlichen und kulturellen Bezüge wir in medialen und technischen Artikulationen identifizieren konnten, zeigen wir im folgenden Absatz.

#### 4.2 *Gesellschaftlich-kulturelle Perspektive*

Making-Aktivitäten greifen oft gesellschaftlich relevante Fragen und Themen auf und sind neben technologischen oder technischen auch von politischen oder ökologischen Entwicklungen inspiriert (vgl. u. a. Boy und Narr 2019, 19). Daher verfügt die Reflexion des Subjekt-Umwelt-Verhältnisses im Kontext des digitalen Wandels, die im Frankfurt-Dreieck primär unter der gesellschaftlich-kulturellen Perspektive verhandelt wird, für viele der befragten Studierenden über besondere Bedeutung. So reflektieren nicht wenige der befragten Studierenden die gesellschaftlichen, ökologischen oder politischen Dimensionen ihrer Making-Projekte. Eine Studentin, die vom Schneideplotter Textilfolien schneiden liess, um die gestalteten Folien später auf T-Shirts zu bügeln, berichtete von ihren Bemühungen, nur qualitativ hochwertige und fair gehandelte T-Shirts für ihr Projekt zu verwenden:

«dass man eben auf Fairtrade achtet, (.) dass man einfach gute Qualität (.) bestellt [und] auch schaut, dass man damit irgendwie (..) Grundkonzepte vertritt [...] jetzt nicht unbedingt das Zwei-Euro T-Shirt» (P3/15).

Die Beispiele aus dem Zitat zeigen, dass Making-Projekte auch dazu anregen können, den eigenen Konsum und die gesellschaftlichen Auswirkungen preisgünstiger Textilproduktionen zu reflektieren: Damit wird im Making zum einen die Möglichkeit eröffnet, durch den Einsatz und die Gestaltung von digitalen Tools und Geräten über die Auswirkung des eigenen (ökologischen) Handelns nachzudenken, zum anderen aber auch, Verantwortung für das eigene Handeln zu übernehmen und die verwendeten Materialien zu hinterfragen:

«wie (.) dauerhaft ist das Material, also überlebt das ein bis zwei Wäschen» (P3/27).

Wie die gesellschaftliche und politische Lage den Ausgangspunkt für ein Making-Projekt bildete, erzählte uns ein Student, der mit einem Mikrocontroller einen Raumluftsensor baute: In Erinnerung an pandemisch geprägte Jahre und in Rekurs auf die prekäre Energieversorgung im Winter 2021/2022 und steigende Gaspreise widmete er sich in seinem Making-Projekt neben persönlichen alltäglichen Herausforderungen auch gesundheitlichen Aspekten:

«und bei mir in der WG [...] wird vielleicht manchmal auch nicht genügend gelüftet [...] Schleimhäute brauchen auch eine gewisse Feuchtigkeit in der Luft (.) sonst wird man potenziell häufiger krank» (P10/8).

Am Beispiel dieses Projekts wird deutlich, dass mediale und technische Artikulationen in Makerspaces auch dazu dienen können, aktuelle (wie alltägliche, soziale, gesundheitliche, ökologische etc.) Herausforderungen kreativ-konstruktiv zu thematisieren, zu reflektieren oder diese – unter Einbezug digitaler Tools und Geräte – sogar zu meistern.

Aktuelle gesellschaftliche oder lebensweltliche Geschehnisse dienen den befragten Studierenden in der vorliegend exemplarisch vorgestellten Teilstudie nicht selten als Impuls oder Ausgangspunkt für ihre Projektideen. Die gesellschaftlich-kulturelle Auseinandersetzung ist daher in den meisten dokumentierten Projekten im Analyse- und Reflexionsprozess des Frankfurt-Dreiecks und in vergleichsweise wenigen Fällen in die Dimension der Gestaltung einzuordnen. Ein umfänglicheres Verständnis gesellschaftlicher Prozesse vor dem Hintergrund des digitalen Wandels entwickelt sich aber nicht alleine aus der Nutzung von Medien und Technik – auch nicht einer reflektierten Nutzung, sondern vor allem aus der kritischen Auseinandersetzung mit ihnen und deren selbstbestimmter Entwicklung und Gestaltung. Welche tiefergehenden Reflexions- und Bildungspotentiale die aktive gestaltungsorientierte Auseinandersetzung für Individuen und die Subjektbildung bietet, diskutieren wir nun abschliessend im nächsten Absatz.

#### **4.3 Interaktionsperspektive**

Mit Bezug auf die Interaktionsperspektive des Frankfurt-Dreiecks richten wir im Folgenden den Fokus primär auf Subjektivierungsprozesse der befragten Studierenden. Wie in den vorherigen Absätzen dargelegt, transportieren Artikulationen stets gesellschaftlich-kulturelle Aspekte, die sich technologisch, technisch oder medial manifestieren oder materialisieren. Der Ursprung der Artikulation ist allerdings im individuellen menschlichen Erleben und Handeln zu finden, da sich Menschen stets im Kontext ihrer Lebensvollzüge artikulieren – mit dem Ziel, diese für sich selbst und andere verständlich zu machen. Dabei können mediales und technisches Gestalten sowie entsprechende Reflexions- und Lernprozesse auch eine Grundlage für die

persönliche (Kompetenz-)Entwicklung bilden. Von dieser Erfahrung berichtete ein Student, der davon überzeugt ist, dass er durch sein Making-Projekt für sich selbst bedeutende Fähigkeiten erworben hat:

«Ich erachte das Ganze schon als Investment in mich selber, auch wenn ich die Zeit dafür aufwenden [muss], so mich ein bisschen in Coding einzuarbeiten (.) und zu lernen, wie ich mit den Werkzeugen umgehen kann. Dann komme ich da selber weiter [...]» (P10/52).

Um sich über das mediale und technische Gestalten zu artikulieren, ist es für die Studierenden hilfreich, zunächst eigene Handlungsoptionen zu erkennen sowie abzuwägen, wie und warum digitale Medien und Tools ausgewählt und genutzt, kritisch hinterfragt oder aktiv gestaltet werden. Diesen analytischen erkenntnisorientierten Prozess beschrieb uns auch ein Student, der zu Beginn seines Projekts versuchte, sein Anliegen und seine Ziele möglichst klar zu konkretisieren:

«und ich habe mir [...] überlegt, was habe ich so für Probleme in meinem Alltag (..) und wie kann ich technisch äh (.) mit technischen Werkzeugen rangehen?» (P8/6).

Diese tentative nutzungsorientierte Annäherung beziehungsweise der Prozess des Ausprobierens kann auch einen identitätsstiftenden Charakter bekommen, wenn sich die Studierenden nicht nur mit den medialen und digitalen Funktionsweisen und Strukturen auseinandersetzen, sondern diese auch ins Verhältnis zu sich selbst und zu ihrer Umwelt setzen:

«[...] was will ich vielleicht in meinem Zimmer oder bei uns in der WG so rumstehen haben. Was spricht mich design-technisch an» (P10/28).

Von diesem reflektierten Subjekt-Umwelt-Verhältnis und der Verbindung zwischen dem zu erstellenden Artefakt und der eigenen Persönlichkeit erzählte uns auch ein Student, der zusammen mit seinen Kommiliton:innen ein *Star Wars*-Schlüsselbrett mit dem Laser-Cutter gestaltete:

«Da ich als Star-Wars-Fan sehr viel und gerne Star Wars um mich herum habe [...], wollte ich nach einer Möglichkeit suchen, eben noch mal was zu verwirklichen» (P6/6).

Das persönliche ästhetische Empfinden spielt auch bei einer Studentin eine besondere Rolle, die im Gespräch von der Gestaltung eines geometrischen Musters mithilfe der Open-Source-Web-Applikation zur Programmierung von Stickmaschinen *Turtle Stitch* berichtete:

«Das war dann: Als alles [...] für mich persönlich so symmetrisch und ordentlich gepasst hat [und] sobald es so einen symmetrischen Rahmen hatte, habe ich dann gesagt [...] so wird [es] jetzt (lacht)» (P5/26).

#### 4.4 *Erkenntnisse aus der Vorstudie*

Die ausgewählten Beispiele sollten exemplarisch aufzeigen, dass die Artikulationen der Studierenden sowohl die analytischen und reflexiven als auch die gestalterischen Prozesse des Frankfurt-Dreiecks berühren. Die Studierenden nahmen persönliche Interessen und Fragen als Ausgangspunkt und setzten sich über mediale und technische Gestaltungsmöglichkeiten reflexiv-handelnd sowohl mit den technischen Möglichkeiten und Grenzen als auch mit eigenen Ideen und Ansprüchen auseinander. Mediales und technisches Gestalten bietet damit die Grundlage, um eigene Inspirationen, Wünsche und Vorstellungen zu artikulieren, und erweitert dadurch menschliche Artikulationsformen. So ist es möglich, dass sich die Studierenden selbst in den Mittelpunkt ihres Projekts stellen, sich eigene Ziele setzen und sogar persönliche Herausforderungen meistern. Insgesamt können die medialen und technischen Artefakte damit als Ausdruck individueller Erfahrung, subjektiver Bedeutungen sowie persönlicher Weiterentwicklung verstanden werden. Dabei sind Art und Intensität der subjektiven Auseinandersetzung in nicht unbeträchtlicher Weise abhängig von den Vorerfahrungen der Studierenden im Makerspace: So nähern sich in Making-Kontexten weniger erfahrene Studierende der digitalen Technik eher als Nutzende, während technikaffinere und erfahrenere Studierende auch eigenaktiv kreativ gestalten und dadurch nicht zuletzt auch die Gestaltungsentscheidungen anderer umfänglicher kritisch hinterfragen (vgl. Abb. 2). Gerade in der eigenaktiven Gestaltung medialer und digitaler Artefakte verbirgt sich unseres Erachtens das Potential, um sich mit den *eigenen Handlungsmöglichkeiten* einer digital geprägten (Um-)Welt auseinanderzusetzen – eine wesentliche Voraussetzung für die kritische Auseinandersetzung und Reflexion mit den in Medien und Technik eingeschriebenen Artikulationen.

#### 4.5 *Konzeptionelle Einordnung und ergänzende Zusatzstudie*

Als zentrale Ergebnisse unserer Studie erwarteten wir ursprünglich umfängliche Hinweise auf neue technikbezogene Artikulationsformen. In der Auswertung der Interviewprotokolle entdeckten wir jedoch nur vereinzelt Aufweise, die sich als technische Artikulationsformen einordnen lassen. Wir entdeckten stattdessen, dass Studierende, die über geringere Erfahrung mit Making-Projekten verfügten, sich bezüglich der Interaktionsperspektive (Nutzung – Handlung – Subjektivierung) des Frankfurt-Dreiecks (vgl. Abb. 1) primär auf die *Tool-Nutzung* konzentrierten. Hierbei

lernten sie zwar erste grundlegende Nutzungs- und Handlungsmöglichkeiten der Werkzeuge und Werkstoffe kennen, reflektierten diese aber nicht oder kaum in Bezug auf ihre technologischen, (digital-)technischen und medialen Funktionsprinzipien sowie auf die mit ihnen verbundenen soziokulturellen Praktiken. Eine solche kritisch-reflexive oder gar aktiv gestaltende Auseinandersetzung würde intensivere – also über die funktionale Anwendung hinausgehende – Aneignungsprozesse erfordern (vgl. u. a. Schorb 2011, 215; Brinda et al. 2020, 164f.). Diese ursprünglich nicht intendierte Erkenntnis zeigt erneut, dass Annäherung an (digitale) Medien und Technik zwar mit deren Nutzung beginnt, aber eine Beschränkung auf die Tool-Nutzung – ähnlich wie die begriffliche Verkürzung von Medienkompetenz auf technische Fertigkeiten (vgl. Aufenanger 1997, 17; Schelhowe 2007, 28; Knaus 2018, 7) – erwiesenermaßen nicht weiterführend ist. Um die unterschiedlichen Aneignungsprozesse – respektive die Dimensionen der Technikenutzung, Technikkritik und Technikgestaltung – anschaulich zu visualisieren, bedienen wir uns des Modells *Reflexion durch Aktion* (Abb. 2).

Das Modell beinhaltet fünf Dimensionen der kritisch-reflexiven und handlungsbasierten Auseinandersetzung mit Medien, Werkstoffen und Tools: (1) Technikenutzung und tentatives «Herantasten», (2) Technikkritik 1: Tinkern, (3) Softwaregestaltung: Coding, (4) Hardwaregestaltung: Making sowie (5) Technikkritik 2: Hacking. Anhand dieser Dimensionen verdeutlichen die Autor:innen, dass ein Ausprobieren und eine erste Nutzung digitaler Technik (1) wesentlich sind, für das Sammeln erster Erfahrungen und eine (kritische) Auseinandersetzung mit digitaler Technik (2). Tiefergehende Reflexions- und Verstehensprozesse können aber vor allem in der aktiven Gestaltung von Software (3) und Hardware (4) oder in der kritischen Technikgestaltung (5) gefördert werden (vgl. weiterführend hierzu Knaus, Schmidt, und Merz 2023).

Mit Blick auf diesen Beitrag, in dem wir die theoretischen Vorarbeiten, das Methodendesign und erste Ergebnisse der Studie vorstellen möchten, erschien es zunächst ungünstig, dass die meisten unserer Proband:innen die erweiterten Artikulationsmöglichkeiten, denen wir nachspüren wollten, (noch) nicht kennenlernten und entsprechend nicht nutzten – zumindest nicht in den zuvor modellhaft skizzierten Tiefen. Die (Technik-)Nutzung stellt nämlich nach dem Frankfurt-Dreieck lediglich eine (rudimentäre) Interaktionsform dar, die wir nicht eindeutig als *Erweiterung* der *gestaltungsbezogenen* menschlichen Artikulationsformen einordnen möchten, denn hierzu dürften die beiden weiteren Perspektiven des Frankfurt-Dreiecks nicht unberücksichtigt bleiben. Die Technikenutzung kann jedoch als grundlegende Voraussetzung einer handelnden Auseinandersetzung und damit als ein erster Anknüpfungspunkt der Ausprägung einer kritisch-reflexiven und gestalterischen Artikulationsfähigkeit verstanden werden.

In der weiteren Arbeit mit dem Material und den ersten Einordnungsversuchen in die Prozesse des Frankfurt-Dreiecks realisierten wir, dass gerade das Vorherrschen der nutzungsbezogenen Prozesse und das Fehlen tiefgehender kritisch-reflexiver und gestalterischer Dimensionen, unsere Eingangsthese stützten, wonach neue mediale und technische Gestaltungsmöglichkeiten stets auch neue Artikulationsfähigkeiten *erfordern*. Diese Fähigkeiten entstehen aber nicht aus der reinen (Technik-)Nutzung und sind freilich auch nicht ‹angeboren›, sondern erfordern nachvollziehbarerweise Lernprozesse, die wiederum entweder überdurchschnittliche intrinsische Motivation oder entsprechende pädagogische Impulse und Anleitung voraussetzen. Als Reaktion auf diese erkenntnisleitende These sprachen wir mit weiteren Studierenden, die bereits häufiger Making-Projekte im und ausserhalb des Makerspaces umgesetzt hatten.

## 5. Pädagogische Bedeutung der Medien- und Technikgestaltung

Die zuvor vorgestellte Vorstudie lieferte erste Hinweise dafür, dass Fähigkeiten zur Artikulation mittels (digital-)technischer Artefakte nicht ‹naturegegeben› sind, sondern einer pädagogischen Förderung bedürfen. Diese Annahme wird gestützt durch die zuvor bestätigte Erkenntnis, dass sich die Artikulationen der erfahreneren Studierenden – eingeordnet im Modell *Reflexion durch Aktion* (Abb. 2) – häufiger den Dimensionen der (Technik-)Kritik sowie der *Gestaltung* zuordnen lassen, während sich die Artikulationen der Studierenden, die über geringere Making-Erfahrungen verfügen, primär der Techniknutzung zuzuordnen sind. Die Artikulationsformen der Studierenden mit geringeren Making-Erfahrungen werden umfänglicher von den Möglichkeiten und Grenzen der Tools beeinflusst, die von ihren Entwickler:innen eingeschrieben wurden. Artikulationen erfolgen dadurch im Wesentlichen innerhalb der von den Entwickler:innen beziehungsweise Designer:innen vorgegebenen Strukturen (vgl. Knaus und Schmidt 2020, 22; Knaus 2022, 55). In der Auswertung wurde ebenfalls deutlich, dass aber auch der nutzungsbasierte Umgang mit Technik für die persönliche Entwicklung wertvoll ist, da das Herantasten an die unterschiedlichen Funktionsweisen eine wesentliche Grundlage für die weitere selbstbestimmte kritische und kreative Auseinandersetzung mit (digitaler) Technik bildet (vgl. Knaus, Schmidt, und Merz 2023).

Die kritische Auseinandersetzung führt jedoch nicht zwangsläufig zur Erkenntnis, dass (digitale) Technik grundsätzlich gestaltbar ist. Die Erkenntnis über die selbstbestimmte Gestaltbarkeit von Medien und Technik ist jedoch zentral in einer vom digitalen Wandel geprägten Welt, da sie Individuen verdeutlicht, dass sie Gestalter:innen ihrer (Um-)Welt sein können. Wir gehen daher davon aus, dass der Schritt von der (Technik-)Nutzung zur Kritik und weiter zur aktiven Gestaltung kein ‹Automatismus› ist – zumal bislang nur wenige Studierende die (intrinsische)

Motivation aufbrachten, sich über die unsichtbare Barriere von der Nutzung zu Kritik sowie Gestaltung vorzuwagen. Doch erst der tiefergehende kritische und gestaltungsorientierte Umgang mit (digitaler) Technik – das *Maker Mindset* – macht aus Nutzer:innen kreative Gestalter:innen, zumal dieser Schritt nicht zuletzt auch die persönliche Erkenntnis erfordert, Technik nicht als «gegeben», sondern als kritisierbar und damit grundsätzlich auch als gestaltbar zu verstehen. Daher bedarf der tiefergehende kritische und gestaltungsorientierte Umgang mit digitalen Medien und digitaler Technik (medien-)pädagogischer Begleitung.

Die von den befragten Studierenden gestalteten medialen und digitalen Artefakte sind nach unserem Verständnis von Menschen gemachte gegenständliche oder virtuelle Medien, die unter Verwendung digitaler oder digital-gestützter Materialien und Geräte gestaltet werden (vgl. Tabelle 2; Knaus 2020a, 27). Im Zentrum der Gestaltung der medialen Repräsentationsebene steht die Interaktion mittels (semiotischer) Zeichen und Codes. Ein Beispiel hierfür ist die kreative Gestaltung von Bildern, Bewegtbildern oder anderen medialen Artefakten, wie sie im *produktiven* Medienhandeln praktiziert wird. Die Entwicklung und Programmierung von Apps wie Spielen oder Quizen wäre ein typisches Beispiel für die Gestaltung der logischen beziehungsweise algorithmischen Ebene – der Software. Digitale Artefakte können aber auch durch die Gestaltung der physisch-gegenständlichen technischen Basis entstehen – der Hardware. Überschneidungen der Ebenen sind nicht selten und zeigen sich beispielsweise in visuellen Programmieroberflächen, die die mediale Ebene und die Softwareebene verbinden oder in der Verbindung von Soft- und Hardware, wenn Maker:innen Bots nicht nur programmieren, sondern auch hardwareseitig selbst konstruieren.

Da sich Coding- und Making-Aktivitäten auch kreativ-ästhetischen sowie politischen und gesellschaftlichen Fragen widmen, avancieren sie zu mannigfaltigen Bildungschancen in Schule, Hochschule und außerschulischen Lernorten (vgl. Schön, Ebner, und Kumar 2014; Narr 2018; Knaus und Schmidt 2020; Maurer und Ingold 2021; Spieler und Krnjic 2021; Knaus 2022). Wie die Einbindung von Ansätzen wie Coding und Making in Hochschule und Schule konkret umgesetzt werden kann, illustrieren wir im Folgenden anhand ausgewählter Beispiele.

	symbolische Repräsentationsebene	logisch-algorithmische Ebene (Software)	physisch-gegenständliche Ebene (Hardware)
typische Beispiele	Bilder oder Bewegtbilder produzieren	Apps (wie Spiele) programmieren	technische Basis eines Mediengeräts konstruieren oder modifizieren
	Interaktion mit einem Bot (Ein- und Ausgabe)	Programmierung und hardwareseitige Konstruktion eines Bots	
	visuelle Programmieroberflächen		
pädagogische Ansätze	Aktive Medienarbeit	Coding	Making

**Tab. 2:** Beispiele selbstgestalteter medialer und digital-technischer Artefakte.

### 5.1 Medienpädagogisches Making in der Lehrer:innenbildung

Um Studierende an die Arbeit im Makerspace heranzuführen, bewährte sich im Projektkontext die Einbindung von Making in Lehrveranstaltungen aller Fachrichtungen. Hierdurch konnten Studierende ihre Projektideen aus fachspezifischen und projektorientierten Veranstaltungen mit den Geräten, Materialien und Werkzeugen sowie der fachlichen Unterstützung aus dem Makerspace umsetzen. Die Einbindung in entsprechende Lehrveranstaltungen bietet den nötigen kontextuellen Rahmen und damit ebenso Inspiration und Motivation. Um die Kreativität der Studierenden nicht zu beeinträchtigen, sollten Lehrende den Making-Prozess nicht den «klassischen» Bewertungsmethoden für Studienleistungen an der Hochschule unterordnen (vgl. Ingold und Maurer 2021, 164). Eine gute Möglichkeit, Making-Projekte als Studien(teil)leistungen anzuerkennen, bietet die Portfolioarbeit. Diese kann Studierende auf ihrem Weg von der Medien- und Techniknutzung hin zur aktiven und selbstbestimmten Medien- und Technikgestaltung begleiten. Ein solches Konzept für ein Lern- und Entwicklungsportfolio wurde in den ersten beiden Projektjahren des Verbundprojekts *MakEd\_digital* ausgearbeitet, erprobt und weiterentwickelt (vgl. Schmidt 2022). Durch die Arbeit mit dem medienpädagogischen Portfolio kann nicht nur der Lernprozess der Studierenden unterstützt werden, die Arbeit mit dem Portfolio kann überdies auch die Selbstreflexion des individuellen Lernprozesses anregen. Nicht zuletzt erhalten die Studierenden des Lehramts auch die Möglichkeit, neue Formen des Lehrens und Lernens kennenzulernen und mit Blick auf den späteren Einsatz in Schule und Unterricht zu erproben.

Damit Studierende sich selbst in den Mittelpunkt ihrer Projekte stellen und auf diese Weise *eigene* Inspirationen, Wünsche und Vorstellungen über die selbstbestimmte Gestaltung von Medien und Technik artikulieren können (vgl. Interaktionsperspektive im Abschnitt 4.3), sind freie Arbeitszeiten im Makerspace nötig. Im Makerspace der PHL ermöglicht das Projektteam während des Semesters wöchentliche Werkstattzeiten, in denen Studierende frei und ohne Voranmeldung (aber

nach entsprechender Sicherheitseinweisung) im Makerspace arbeiten können. Die kreativen Freiräume durch das offene Lernangebot erlauben es den Studierenden, ihre Projekte selbstbestimmt auszurichten, und fördern nicht zuletzt auch die intrinsische Motivation und Selbstwirksamkeitserfahrungen der Studierenden (vgl. u. a. Boy und Narr 2019, 21). Die kontinuierliche Arbeit im Makerspace durch eine Kombination aus Making in Veranstaltungskontexten und freiem Making unterstützt Lehramtsstudierende dabei, ihr persönliches *Maker Mindset* zu entwickeln: Der Begriff beschreibt die persönliche Einstellung und die Überzeugung, das eigene Leben aktiv gestalten und sich mittels der zur Verfügung stehenden Mittel artikulieren zu können (vgl. Dougherty 2013, 9). Insbesondere im Kontext (post-)digitaler Gesellschaften erscheint uns diese persönliche Einstellung für die Förderung gesellschaftlicher Handlungsfähigkeit als unabdingbar (vgl. Abschnitt 2).

## 5.2 Medienpädagogisches Making in Schule und Unterricht

Technische und mediale Entwicklungen erlangten in der bisherigen Geschichte oft nicht nur Bedeutung in Arbeit und Wirtschaft, sondern auch in gesellschaftlichen und kulturellen Zusammenhängen (vgl. Ropohl 2009). Neue gesellschafts- und kulturprägende technische Möglichkeiten führten so nicht selten auch zu neuen Bildungsbedarfen. Die konzeptionellen Ausführungen (vgl. Abschnitte 1 und 2) sowie die vorgestellten Ergebnisse unserer Vorstudie zeigen, dass der kritisch-reflexive sowie selbstbestimmte kreativ-produktive Umgang mit Medien und digitaler Technik nicht (mehr) nur eine Domäne technikaffiner Interessierter sein soll oder gar optional zu denken ist. Eine gezielte pädagogische Förderung *aller* Menschen – zum Beispiel mittels der pädagogischen Ansätze *Tinkering*, *Coding*, *Making* oder *Hacking* – ist geboten. Ausgehend vom Bedarf, die (medien-)pädagogische Förderung allen Menschen zugänglich zu machen, rückt im Besonderen die Schule als zentrale gesellschaftlich organisierte Sozialisationsinstanz in den Blick. Wie Maker Education an Schulen umgesetzt werden kann, lässt sich inzwischen in zahlreichen konzeptionellen Ausarbeitungen und Studien nachlesen (vgl. u. a. Blikstein 2013; Lee 2015; Aufenanger, Bastian, und Mertes 2017; Cross 2017; Tan 2018; Ingold und Maurer 2019; Schaal 2020).

Neben der inhaltlichen Erweiterung des Fachunterrichts, in dem mittels Making ausser fachspezifischen Kompetenzen auch medien- und digitalisierungsbezogene Kompetenzen gefördert werden können (vgl. Ingold und Maurer 2019; Schaal 2020; Knaus und Schmidt 2020), bietet Maker Education vielfältige Möglichkeiten, die *Formen* des Lernens in der Schule zu erweitern: Durch handlungsorientierte Lernumgebungen, eine produktive Fehlerkultur und kollaboratives Arbeiten auf Augenhöhe – um nur einige Merkmale der Maker Education zu nennen (vgl. Schön und Ebner 2019, 13) – können Making-Angebote selbstgesteuerte Lernerfahrungen der Schüler:innen

anregen (vgl. Schelhowe 2007, 134). Wesentlicher Bestandteil von pädagogischen Making-Projekten ist daher im Sinne eines Lernens über Technik das aktive und sinnliche Erleben sowie die Reflexion darüber (vgl. Knaus und Schmidt 2020, 15f.).

Die konkrete Einrichtung schulischer Makerspaces beginnt oftmals mit Fragen zur (medien-)pädagogischen Gestaltung und fachspezifischen Eingebundenheit der Lern- und Making-Angebote: Welche Rolle soll Maker Education an der jeweiligen Schule und in der fachbezogenen oder fachübergreifenden Unterrichtspraxis spielen? Wie kann der Makerspace im Fach- oder Projektunterricht eingebunden werden? Solche Entscheidungen beeinflussen die räumliche Gestaltung des Makerspaces sowie Auswahl und Anzahl der Geräte, Werkzeuge und Materialien. So verbinden beispielsweise Schulen mit einem naturwissenschaftlichen Schwerpunkt oft andere Ziele mit der Arbeit im Makerspace als Schulen, bei denen die musikalisch-künstlerische Förderung der Schüler:innen im Zentrum steht. Die Ausstattung schulischer Makerspaces ist nicht selten auch von finanziellen, personellen und räumlichen Ressourcen abhängig (vgl. Ingold und Maurer 2021, 161ff.). Wenn die Einrichtung eines Makerspaces aufgrund eingeschränkter finanzieller oder räumlicher Ressourcen nicht möglich ist, bieten sich auch Ausflüge in nahegelegene ausserschulische Makerspaces an. Gleichermassen können sich Lehrer:innen entsprechende Materialien und Werkzeuge in medienpädagogischen Institutionen ausleihen und auf diese Weise mittels mobiler Making-Angebote ihren Unterricht bereichern (vgl. Knaus und Schmidt 2020, 34).

Ob und in welchem Umfang Maker Education den Fachunterricht sowie fachübergreifende Unterrichtsinhalte bereichern kann, hängt in nicht unwesentlichem Masse vom Interesse und der Bereitschaft der Leitung und des Kollegiums der Schule ab. Vorteilhaft ist es daher, wenn angehende Lehrer:innen bereits im Studium die Vorzüge und Potentiale von Making selbst erleben und mit Blick auf den späteren Schulalltag reflektieren konnten. Hieraus ergibt sich wiederum ein weiteres Argument für die Einrichtung von Makerspaces an (lehrer:innenbildenden) Hochschulen (vgl. Abschnitt 5.1). In Anlehnung an die pädagogisch-didaktische Ausrichtung des Makerspaces, in dem die Interviews durchgeführt wurden (vgl. Abschnitt 3.2.2), und auf Grundlage der ausgewerteten Aussagen der befragten angehenden Lehrer:innen lassen sich drei Intentionen für die Arbeit im Makerspace festhalten: Zunächst die Förderung *eigener* Artikulationsfähigkeiten (vgl. Kapitel 4.3), die Befähigung, die Artikulationsfähigkeiten ihrer künftigen Schüler:innen gezielt zu fördern, sowie nicht zuletzt auch die Möglichkeiten, fachspezifische Themen sowie fach- und mediendidaktische Fragen im Kontext des eigenen Fachs zu besprechen und zu erproben. Den angehenden Lehrer:innen war es nicht nur ein Anliegen, selbst die Geräte auszuprobieren und etwas über diese zu lernen, sondern auch ihren künftigen Schüler:innen

die Making-Erfahrungen zu ermöglichen, die sie selbst erfahren durften. So erzählte eine Studentin, ihr sei es wichtig, dass Schüler:innen aktiv und spielerisch programmieren lernen:

«[dass] auch das Programmieren den Kindern nahegebracht wird (.) das [...] spielerische Programmieren lernen [...] dass man natürlich auch hierher kommt [in den Makerspace] und die Schüler das selber machen lässt» (P5/59).

Der schulische Fachunterricht kann nach Einschätzung der Studierenden überdies umfänglicher durch den praktischen Einsatz selbsterstellter Making-Artefakte bereichert werden: Ein Student fertigte mit dem 3D-Drucker Ausdrücke an, die im schulischen Biologieunterricht im Themenfeld der Mikrobiologie eingesetzt werden sollen:

«unser Ziel ist es, einfach den Biologieunterricht in dem Bereich greifbarer (.) und anschaulicher zu machen» (P9/6).

Ein ähnliches Ziel hatte auch eine Gruppe von Geografie-Studierenden, die ein Deutschland-Puzzle mit dem Laser-Cutter gestaltet haben:

«O.K. wir gucken, dass wir irgendetwas finden, dass wir das [Fach Geografie] den Schülerinnen und Schülern ein bisschen schmackhafter machen können» (P4/6).

Nicht wenige Studierende, die ein Lehramt anstreben, sahen die Potentiale von Making-Artefakten auch darin, fachspezifische Fragen und Aspekte für Schüler:innen zu veranschaulichen und über die didaktische Visualisierung und Materialisierung Lernprozesse gezielt zu unterstützen.

## 6. Ausblick

Die theoretisch-konzeptionelle Auseinandersetzung zeigte, dass digitale Medien und Technik menschliche Artikulationsformen erweitern können. Konkret bedeutet dies, dass Individuen Erfahrungen nicht mehr nur über klassische «Codes» – wie Sprache, Schrift, Musik, Tanz und bildende Kunst – oder auch technische Medien wie Bilder und Bewegtbilder ausdrücken können, sondern *auch* mittels der kritischen und gestalterischen Auseinandersetzung mit digitalen Medien und (digitaler) Technik. Diese Erkenntnis zeigt die mit digitalen Medien und Technik einhergehende «Komplexitätssteigerung», die der Soziologe Dirk Baecker bereits 2007 der «nächsten Gesellschaft» attestierte: Neue Handlungsoptionen der Medien- und Technikgestaltung eröffnen weitreichendere Artikulationsmöglichkeiten; sie haben ausserdem Auswirkungen darauf, wie sich menschliche Artikulationsformen konstituieren, wie Individuen eigene und fremde Artikulationen wahrnehmen, diese zur Orientierung

in einer digital geprägten Welt heranziehen und welche Bedeutung diese Artikulationen hinsichtlich der gemeinschaftlichen Gestaltung von Gesellschaft und Kultur zukommt. Die Einordnung der digitalen Artefakte und der Artikulationen über die drei Perspektiven des Frankfurt-Dreiecks evozierte auch erste Hinweise darauf, dass die technisch-medialen Strukturbedingungen wie Medialität und Materialität sowie weitere *Prinzipien des Digitalen* den Rahmen bilden, innerhalb dessen sich die neuen Artikulationsformen konstituieren. In diesem Wechselspiel zwischen medialen und digitalen Strukturen und Prinzipien sowie individuellen Ideen konstituieren sich auch persönlichkeitsbildende und gesellschaftsprägende Aspekte, die wiederum das digitale Artefakt, aber auch die Individuen selbst und ihre Umwelt prägen.

Die pädagogische Förderung medialer und technischer Artikulationsformen trägt damit nicht zuletzt auch dazu bei, gesellschaftliche Handlungsfähigkeit zu fördern – gesellschaftliche Handlungsfähigkeit, die nicht nur eine kritische Teilhabe an gesellschaftlichen Vollzügen ermöglicht, sondern auch dazu befähigt, Gesellschaft aktiv *mitzugestalten*. Dieses Wissen über die grundsätzliche Gestaltbarkeit medialer und digitaler Artefakte begeisterte auch die befragten Studierenden im Makerspace: «Es gibt einem ja immer ein besseres Gefühl, wenn man Dinge irgendwie selber gemacht hat [...]» (P7/27), berichtete eine Studentin. Eine weitere Studentin erzählte uns von ihrem Stolz, ein selbstdesigntes Accessoire zu tragen:

«ich [bin] dann immer so: [...] guck mal das habe ich selber gemacht (lacht) [...] eine schöne Sache» (P5/75).

Dabei bezog sich die Begeisterung nicht nur auf einzelne Artefakte, sondern auch auf die vielfältigen Möglichkeiten, die der Makerspace im Allgemeinen bietet: «Das ist schon faszinierend, was einem da [...] für Wege offenstehen» (P4/16), erzähle uns eine Studentin. Die Studierenden haben durch die Gestaltung eigener Artefakte gelernt, dass sie ihre Welt gestalten können – wie es auch Pippi Langstrumpf machen würde: «Ich mach' mir die Welt, widdewidde wie sie mir gefällt» (vgl. Narr 2018). Denn nicht nur Medien und Technik sind grundsätzlich gestaltbar – unsere Gesellschaften sind es auch.

## Literatur

Aufenanger, Stefan. 1997. «Medienpädagogik und Medienkompetenz. Eine Bestandsaufnahme». *Enquete-Kommission Zukunft der Medien in Wirtschaft und Gesellschaft. Deutschlands Weg in die Informationsgesellschaft. Medienkompetenz im Informationszeitalter*, herausgegeben von Deutschen Bundestag, 15–22. Bonn.

Aufenanger, Stefan. 2011. «Interview». *Qualitative Methoden der Medienforschung*, herausgegeben von Ruth Ayass und Jörg Bergmann, 97–114. Mannheim: Verlag für Gesprächsforschung.

- Aufenanger, Stefan, Jasmin Bastian, und Kathrin Mertes 2017. «Vom Doing zum Learning. Maker Education in der Schule». *Computer + Unterricht*, 105: 4–7.
- Baacke, Dieter. 1996. «Medienkompetenz – Begrifflichkeit und sozialer Wandel». *Medienkompetenz als Schlüsselbegriff*, herausgegeben von Antje von Rein, 112–24. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Bachmann, Götz, und Andreas Wittel. 2006. «Medienethnographie». *Qualitative Methoden der Medienforschung*, herausgegeben von Ruth Ayass und Jörg Bergmann, 183–219. Reinbek: Rowohlt.
- Baecker, Dirk. 2007. *Studien zur nächsten Gesellschaft*. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Bergmann, Jörg. 2008. «Medienethnographie». *Handbuch Medienpädagogik*, herausgegeben von Uwe Sander, Friederike von Gross und Kai-Uwe Hugger, 328–34. Wiesbaden: VS. <https://doi.org/10.1007/978-3-531-91158-8>.
- Bettinger, Patrick. 2023. «Sozio-Medialität in der ethnografischen Forschung. Skizze eines medienpädagogischen Zugangs» *Ethnographie und Videographie pädagogischer Praktiken. «Ein-Blicke» in Projekte der Schul- und Unterrichtsforschung in einer Kultur der Digitalität*, herausgegeben von Mandy Schiefner-Rohs, Carina Heymann und Isabel Neto Carvalho, 68–83. Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt. <https://doi.org/10.25656/01:27000>.
- Bettinger, Patrick, Saskia Draheim, Simon Meier, und Ellen Witte. 2020. ««Making» the subject. Eine materiell-diskursive Perspektive auf Lernprozesse in Makerspaces und FabLabs». *MedienPädagogik 17* (Jahrbuch Medienpädagogik), 617–45. <https://doi.org/10.21240/mpaed/jb17/2020.05.24.X>.
- Blikstein, Paulo. 2013. «Digital fabrication and «making» in education: The democratization of invention». *FabLabs: Of machines, makers and inventors*, herausgegeben von Julia Walter-Herrmann and Corinne Büching, 203–22. Bielefeld: transcript. <https://doi.org/10.14361/transcript.9783839423820.203>.
- Boy, Henrike, und Kristin Narr. 2019. «Medienpädagogik und Making. Grenzen, Erfahrungen und Perspektiven». *merz 19* (4): 17–27. <https://doi.org/10.21240/merz/2019.4.8>.
- Breidenstein, Georg, Stefan Hirschhauer, Herbert Kalthoff, und Boris Nieswand. 2020. *Ethnografie. Die Praxis der Feldforschung*. München: UVK.
- Brinda, Torsten, Niels Brügger, Ira Diethelm, Thomas Knaus, Sven Kommer, Christine Kopf, Petra Missomelius, Rainer Leschke, Friederike Tilemann, und Andreas Weich. 2020. «Frankfurt-Dreieck zur Bildung in der digital vernetzten Welt. Ein interdisziplinäres Modell». *Schnittstellen und Interfaces – Digitaler Wandel in Bildungseinrichtungen (Band 7 der fraMediale-Reihe)*, herausgegeben von Thomas Knaus und Olga Merz, 157–67. München: kopaed. <https://doi.org/10.25656/01:22117>.
- Buckingham, David. 2007. «Digital Media Literacies – Rethinking Media Education in the Age of the Internet». *Research in Comparative and International Education 2*: 43–55. <https://doi.org/10.2304/rcie.2007.2.1.43>.

- Butler, Judith. 2001. *Psyche der Macht – Das Subjekt der Unterwerfung*. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Christin, Angèle. 2020. «The ethnographer and the algorithm: Beyond the black box». *Theory and Society* 49: 897–918. <https://doi.org/10.1007/s11186-020-09411-3>.
- Cramer, Florian. 2015. «What Is «Post-digital?»» In *Postdigital Aesthetics*, herausgegeben von David M. Berry und Michael Dieter, 12–26. London: Palgrave Macmillan. [https://doi.org/10.1057/9781137437204\\_2](https://doi.org/10.1057/9781137437204_2).
- Cross, Elizabeth Ashley. 2017. *Tinkering in k-12: An exploratory mixed methods study of maker-spaces in schools as an application of constructivist learning*. Malibu: Pepperdine University. ProQuest. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.14564.88965>.
- Demmler, Kathrin, und Eike Rösch. 2012. «Aktive Medienarbeit in Zeiten der Digitalisierung. Kontinuitäten und Entwicklungen». *Medienpädagogik Praxis Handbuch*, herausgegeben von Eike Rösch, Kathrin Demmler, Elisabeth Jäcklein-Kreis und Tobias Albers-Heinemann, 19–26. München: kopaed.
- Dougherty, Dale. 2013. «The MakerMindset». *Design, Make, Play, Growing the Next Generation of STEM Innovators*, herausgegeben von Margaret Honey, 7–11, New York: Routledge
- Fuchs-Heinritz, Werner. 2009. *Biografische Forschung. Eine Einführung in Praxis und Methoden*. Wiesbaden: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-531-91979-9>.
- Gapski, Harald. 2001. *Medienkompetenz. Eine Bestandsaufnahme und Vorüberlegungen zu einem systemtheoretischen Rahmenkonzept*. Wiesbaden: Westdeutscher Verlag. <https://doi.org/10.1007/978-3-322-87335-4>.
- Genz, Julia, und Paul Gévaudan. 2016. *Medialität, Materialität, Kodierung. Grundzüge einer allgemeinen Theorie der Medien*. Bielefeld: transcript.
- Glaser, Barney G., und Anselm Strauss. 2010. *Grounded Theory. Strategien qualitativer Forschung*. Bern: Huber.
- Groeben, Norbert, und Bettina Hurrelmann. 2002. *Medienkompetenz. Voraussetzungen, Dimensionen, Funktionen*. Weinheim: Juventa.
- Hepp, Andreas. 2020. *Deep Mediatization*. London, New York: Routledge
- Hepp, Andreas, und Anne Schmitz. 2022. «The limits of the Maker ideology: local Maker-spaces, experimental practices, and COVID-19». *Continuum*, 36:2, 199–213, <https://doi.org/10.1080/10304312.2021.2003755>.
- Hobbs, Renee. 2011. *Digital and Media Literacy*. Corwin: Sage.
- Hug, Theo. 2007. «Medienpädagogik unter den Auspizien des mediatic turn – eine explorative Skizze in programmatischer Absicht». *Jahrbuch Medienpädagogik* 6, herausgegeben von Werner Sesink, Michael Kerres und Heinz Moser, 10–32. Wiesbaden: VS.
- Hurrelmann, Bettina. 2002. «Zur historischen und kulturellen Relativität des gesellschaftlich handlungsfähigen Subjekts als normative Rahmenidee für Medienkompetenz». *Medienkompetenz – Voraussetzungen, Dimensionen, Funktionen*, herausgegeben von Norbert Groeben und Bettina Hurrelmann, 111–26. Weinheim: Juventa.

- Ingold, Selina, und Björn Maurer. 2019. «Making in der Schule. Reibungspunkte und Synergieeffekte». *Chance Makerspace. Making trifft auf Schule*, herausgegeben von Selina Ingold, Björn Maurer und Daniel Trüby, 59–86, München: kopaed.
- Jörissen, Benjamin. 2015a. «Bildung der Dinge: Design und Subjektivation». In *Subjekt Medium Bildung*, herausgegeben von Benjamin Jörissen und Torsten Meyer, 215–33. Wiesbaden: Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-658-06171-5\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-658-06171-5_11).
- Jörissen, Benjamin. 2015b. «Transgressive Artikulation: Ästhetik und Medialität aus Perspektive der strukturalen Medienbildung». *Medienkultur und Bildung: Ästhetische Erziehung im Zeitalter digitaler Netzwerke*, herausgegeben von Malter Hagener und Vinzenz Hediger, 49–64. Frankfurt a. M.: Campus.
- Jörissen, Benjamin, und Lisa Unterberg. 2019. «Kulturelle Bildung: Bildungstheoretische Gedanken zum Potenzial Kultureller Bildung in Zeiten der Digitalisierung». *Kulturelle Bildung online*. <https://doi.org/10.25529/92552.505>.
- Jörissen, Benjamin, und Dan Verständig. 2017. «Code, Software und Subjekt. Zur Relevanz der Critical Software Studies für ein nicht-reduktionistisches Verständnis <digitaler Bildung>». *Das umkämpfte Netz. Medienbildung und Gesellschaft*, herausgegeben von Ralf Biermann und Dan Verständig, 37–50, Wiesbaden: Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-658-15011-2\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-658-15011-2_3).
- Jörissen, Benjamin, und Winfried Marotzki. 2009. *Medienbildung – Eine Einführung*. Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt.
- Jung, Matthias. 2005. ««Making us explicit» – Artikulation als Organisationsprinzip von Erfahrung». *Anthropologie der Artikulation. Begriffliche Grundlagen und transdisziplinäre Perspektiven*, herausgegeben von Magnus Schlette und Matthias Jung, 103–42. Würzburg: Königshausen und Neumann.
- Jung, Matthias. 2009. *Der bewusste Ausdruck: Anthropologie der Artikulation*. Berlin: De Gruyter.
- Kergel, David. 2018. *Qualitative Bildungsforschung. Ein integrativer Ansatz*. Wiesbaden: Springer.
- Knaus, Thomas. 2018. «[Me]nsch – Werkzeug – [I]nteraktion. Theoretisch-konzeptionelle Analysen zur <Digitalen Bildung> und zur Bedeutung der Medienpädagogik in der nächsten Gesellschaft». *MedienPädagogik* 31: 1–35. <https://doi.org/10.21240/mpaed/31/2018.03.26.X>.
- Knaus, Thomas. 2020a. «Von medialen und technischen Handlungspotentialen, Interfaces und anderen Schnittstellen. Eine Lesson in unlearning». *Schnittstellen und Interfaces. Digitaler Wandel in Bildungseinrichtungen* (Band 7 der fraMediale-Reihe), herausgegeben von Thomas Knaus und Olga Merz, 15–72. München: kopaed. <https://doi.org/10.25656/01:18452>.
- Knaus, Thomas. 2020b. «Technology criticism and data literacy – The case for an augmented understanding of media literacy». *Journal of Media Literacy Education – JMLE* 12 (3): 6–16. <https://doi.org/10.23860/JMLE-2020-12-3-2>.

- Knaus, Thomas. 2022. «Making in media education: An activity-oriented approach to digital literacy». *Journal of Media Literacy Education – JMLE* 14 (3): 53–65. <https://doi.org/10.23860/JMLE-2022-14-3-5>.
- Knaus, Thomas, Jennifer Schmidt, und Olga Merz 2023. «Aktive Medienarbeit als Vorbild – Handlungsorientierte Ansätze zur Förderung einer um digitaltechnische Dimensionen erweiterten Medienbildung». *merz* 23 (3): 42–49. <https://doi.org/10.21240/merz/2023.3.12>.
- Knaus, Thomas, Olga Merz, und Thorsten Junge. 2023. «50 Jahre Medienkompetenz und kein bisschen weiter? Von der Kommunikativen Kompetenz zu DigComp». *Ludwigsburger Beiträge zur Medienpädagogik – LBzM*, 23/2023: 1–20. <https://doi.org/10.21240/lbzm/23/01>.
- Knaus, Thomas, und Gerhard Tulodziecki. 2023. Thomas Knaus im Gespräch mit Gerhard Tulodziecki. *Ludwigsburger Beiträge zur Medienpädagogik – LBzM*, 23/2023: 1–23. <https://doi.org/10.21240/lbzm/23/22>.
- Knaus, Thomas, und Jennifer Schmidt. 2020. «Medienpädagogisches Making – ein Begründungsversuch». *MedienImpulse* 58 (4): 1–50. <https://doi.org/10.21243/mi-04-20-04>.
- Knaus, Thomas et Al. 2023. «Künstliche Intelligenz und Bildung: Was sollen wir wissen? Was können wir tun? Was dürfen wir hoffen? Und was ist diese KI? Ein kollaborativer Aufklärungsversuch». *Ludwigsburger Beiträge zur Medienpädagogik – LBzM*, 23/2023: 1–42. <https://doi.org/10.21240/lbzm/23/19>.
- König, Anika. 2020. «Digitale Ethnographie». *Methoden ethnologischer Feldforschung*, herausgegeben von Bettina Beer und Anika König, 223–41. Berlin: Dietrich Reimer. <https://doi.org/10.5771/9783496030355>.
- Krotz, Friedrich. 2016. «Wandel von sozialen Beziehungen, Kommunikationskultur und Medienpädagogik». *Kommunikationskulturen in digitalen Welten* (Band 52 der Schriften zur Medienpädagogik), herausgegeben von Marion Brüggemann, Thomas Knaus und Dorothee M. Meister, 19–42. München: kopaed.
- Krüger, Heinz-Hermann, und Winfried Marotzki. 2006. *Handbuch erziehungswissenschaftliche Biographieforschung*. Wiesbaden: VS. [https://doi.org/10.1007/978-3-531-90010-0\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-531-90010-0_1).
- Kuckartz, Udo. 2018. *Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung*. Weinheim/Basel: Beltz.
- Kümmel, Albert, Leander Scholz, und Eckhard Schumacher. 2004. *Einführung in die Geschichte der Medien*. Paderborn: Fink.
- Lee, Martin. 2015. «The Promise of the Maker Movement for Education». *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 5 (1): 30–39. <https://doi.org/10.7771/2157-9288.1099>.
- Lueger, Manfred, und Ulrike Froschauer. 2021. «Die Sprache der Artefakte». *Begegnen, Bewegen und Synergien stiften. Transdisziplinäre Beiträge zu Kulturen, Performanzen und Methoden*, herausgegeben von Marc Dietrich, Irene Leser, Katja Mruck, Paul Sebastian Ruppel, Anja Schwentesius und Rubina Vock, 289–304. Wiesbaden: Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-658-33632-5\\_16](https://doi.org/10.1007/978-3-658-33632-5_16).
- Maurer, Björn, und Selina Ingold. 2021. *Making im Schulalltag: konzeptionelle Grundlagen und Entwicklungsschritte*. München: kopaed.
- Mayring, Philipp. 2010. *Qualitative Inhaltsanalyse*. Weinheim: Beltz.

- Meissner, Stefan. 2022. «Maker-Literacy. Komplexitätskompetenz durch Maker-Education». *MedienPädagogik* (Jahrbuch Medienpädagogik 18), 291–305. <https://doi.org/10.21240/mpaed/jb18/2022.02.28.X>.
- Narr, Kristin. 2018. «Ich mach mir die Welt, widewide wie sie mir gefällt. Making-Projekte mit Kindern». *Make, Create & Play. Medienpädagogik zwischen Kreativität und Spiel*, herausgegeben von Friederike von Gross und Renate Röllecke, 75–82, München: kopaed.
- Niesyto, Horst. 2017. «Visuelle Methoden in der medienpädagogischen Forschung – Ansätze, Potentiale und Herausforderungen». *Forschungswerkstatt Medienpädagogik. Projekt – Theorie – Methode*, herausgegeben von Thomas Knaus, 59–95. München: kopaed.
- Nohl, Arnd-Michael. 2011. *Pädagogik der Dinge*. Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt.
- Ropohl, Günter. 2009. *Signatures der technischen Welt – Neue Beiträge zur Technikphilosophie*. Münster: Lit.
- Röser, Jutta, Kathrin Friederike Müller, Stephan Niemand, Corinna Peil, und Ulrike Roth. 2018. «Medienethnografische Porträts als Auswertungsinstrument: Techniken der kontextsensiblen Rezeptionsanalyse». *Auswertung qualitativer Daten*, herausgegeben von Andreas M. Scheu, 193–207. Wiesbaden: Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-658-18405-6\\_13](https://doi.org/10.1007/978-3-658-18405-6_13).
- Schaal, Steffen. 2020. Making im Biologieunterricht – Spielerei oder echte Lernchance? *digital unterrichten BIOLOGIE* 8 (3).
- Schelhowe, Heidi. 2007. *Technologie, Imagination und Lernen. Grundlagen für Bildungsprozesse mit Digitalen Medien*. Münster: Waxmann.
- Schlör, Katrin. 2017. «Subjektorientierte medienpädagogische Forschung mit Familien in belasteten Lebenslagen – Chancen und Herausforderungen visueller Forschungsmethoden». *Forschungswerkstatt Medienpädagogik. Projekt – Theorie – Methode*, herausgegeben von Thomas Knaus, 287–316. München: kopaed.
- Schmidt, Jennifer. 2022. «Implementierung eines Makerspaces an der Pädagogischen Hochschule Ludwigsburg». *Ludwigsburger Beiträge zur Medienpädagogik*, 22: 1–10. <https://doi.org/10.21240/lbzm/22/23>.
- Schön, Sandra, und Martin Ebner. 2019. «Making – Eine Bewegung mit Potenzial». *merz* 19 (4): 9–15. <https://doi.org/10.21240/merz/2019.4.7>.
- Schön, Sandra, Martin Ebner, and Swapna Kumar. 2014. «The Maker Movement. Implications of new digital gadgets, fabrication tools and spaces for creative learning and teaching». *eLearning Papers* 39: 14–25.
- Schorb, Bernd. 2011. «Medienaneignung». *Grundbegriffe Medienpädagogik*, herausgegeben von Bernd Schorb, Anja Hartung-Griemberg und Christine Dallmann, 215–22. München: kopaed.
- Schreier, Margrit. 2014. «Varianten qualitativer Inhaltsanalyse: Ein Wegweiser im Dickicht der Begrifflichkeiten». *Forum Qualitative Sozialforschung / Forum: Qualitative Social Research*, 18. <https://doi.org/10.17169/fqs-15.1.2043>.
- Schütze, Fritz. 1983. «Biographieforschung und narratives Interview». *Neue Praxis* 13(3): 283–93.

- Schütze, Fritz. 1994. «Ethnographie und sozialwissenschaftliche Methoden der Feldforschung: eine mögliche methodische Orientierung in der Ausbildung und Praxis der Sozialen Arbeit?» *Modernisierung sozialer Arbeit durch Methodenentwicklung und -reflexion*, herausgegeben von Norbert Groddeck und Michael Schumann, 189–297. Freiburg i. Br.: Lambertus-Verlag.
- Schwemmer, Oswald. 2005. *Kulturphilosophie – eine medientheoretische Grundlegung*. München: Fink.
- Seaver, Nick. 2017. «Algorithms as culture: Some tactics for the ethnography of algorithmic systems». *Big Data & Society* 4 (2): 1–12. <https://doi.org/10.1177/2053951717738104>.
- Spieler, Bernadette, and Vesna Krnjic. 2021. «Creative, Engaging, and Playful Making-Activities with Smartphones and Embroidery Machines». *FabLearn Europe / MakeEd 2021 – An International Conference on Computing, Design and Making in Education (FabLearn Europe / MakeEd 2021)*, Association for Computing Machinery, New York: 20: 1–4. <https://doi.org/10.1145/3466725.3466745>.
- Stalder, Felix. 2016. *Kultur der Digitalität*. Berlin: Suhrkamp.
- Tan, Michael. 2018. «When MakerSpaces Meet School: Negotiating Tensions Between Instruction and Construction». *Journal of Science Education an Technology*, 28 (2). 75–89. <https://doi.org/10.1007/s10956-018-9749-x>.
- Thomas, Stefan. 2019. *Ethnografie: Eine Einführung*. Wiesbaden: Springer VS. <https://doi.org/10.1007/978-3-531-94218-6>.
- Tilley, Christopher, Webb Keane, Susanne Kuechler, Mike Rowlands, and Patricia Spyer. 2006. *Handbook of Material Culture*. Corwin: Sage.
- Tulodziecki, Gerhard. 2011. «Zur Entstehung und Entwicklung zentraler Begriffe bei der pädagogischen Auseinandersetzung mit Medien». *MedienPädagogik* 20: 11–39. <https://doi.org/10.21240/mpaed/20/2011.09.11.X>.
- Unterberg, Lisa und Benjamin Jörissen. 2021. «Algorithm trouble oder das Unbehagen in einer Kultur der Algorithmen. Postdigitale Kunstpraktiken, Kulturelle Bildung und Widerständigkeit». *Transdisziplinäre Begegnungen zwischen postdigitaler Kunst und Kultureller Bildung*, herausgegeben von Judith Ackermann und Benjamin Egger, 29–42. Wiesbaden: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-32079-9>.
- Verständig, Dan. 2022. «Code and Ethnographic Research: Linking Digital Spheres, Coding Practices and Education». *Going Public. Erziehungswissenschaftliche Ethnographie und ihre Öffentlichkeiten*, herausgegeben von Bettina Hünersdorf, Georg Breidenstein, Jörg Dinkelaker, Oliver Schnoor und Tanya Tyagunova, 169–86. Wiesbaden: Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-658-34085-8\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-658-34085-8_11).
- Waltinger, Michael. 2017. «Die MediaMap – Eine explorative Forschungsmethode zur Entwicklung einer kontextualisierten Mediennutzungsperspektive». *Forschungswerkstatt Medienpädagogik. Projekt – Theorie – Methode*, herausgegeben von Thomas Knaus, 253–86. München: kopaed.
- Zillien, Nicole. 2019. «Affordanz». *Mensch-Maschine-Interaktion*, herausgegeben von Kevin Liggieri und Oliver Müller, 226–28. Berlin: Metzler.