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

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

«Wenn die Gabel nicht mehr gabeln will» – Funktionslogiken gestaltend auf die Spur kommen

Praxisbericht aus einem interdisziplinären FabLab-Workshop für
Grundschüler:innen

Elisa Dittbrenner¹  und Linya Coers² 

¹ Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

² Universität Bremen

Zusammenfassung

Die Vereinbarkeit mit und Anschlussfähigkeit von lern- und bildungsorientierten FabLab-Aktivitäten an schulisches Lernen, z. B. auf curricularer und fachdidaktischer Ebene, stellen derzeit sowohl eine konzeptionelle Herausforderung als auch Forschungslücke dar. Um den Möglichkeitsraum zwischen Grundschule und FabLabs zu erkunden, wurde 2021/22 eine mehrteilige Bildungsmodul-Reihe für Grundschulen im FabLab konzipiert und umgesetzt, aus der der Workshop «Wenn die Gabel nicht mehr gabeln will» (2022) vorgestellt wird. Der Praxisbericht geht sowohl auf die Entwicklung, Fundierung und Verortung als auch auf die praktischen Erfahrungen, Effekte und Anschlüsse des Workshops ein. Die gestalterische Auseinandersetzung mit Funktionslogiken von Grundschüler:innen in FabLabs, die hier inhaltlich verfolgt und umgesetzt wurde, steht dabei exemplarisch für eine explorative Auseinandersetzung mit möglichen Bildungsformaten in FabLabs als vermittelnder Ansatz ästhetischer und technischer Literalität. Als Brücke zwischen ästhetischem und sachunterrichtlichem, aber auch schulischem und making-orientiertem Lernen zeigt sich die Dekonstruktion und Weitergestaltung von Gebrauchsgegenständen, in denen sowohl Eigenlogiken (digitaler) Produktion als auch Gebrauch als Form der Gestaltung in ihrer Verwicklung thematisiert werden können.

«When the Fork Is No Longer Forking» – Explorations of Functional Logics. Practice Report of an Interdisciplinary Workshop for Elementary School Students in Fablabs

Abstract

Compatibility and connectivity between educational making activities in fablabs and school education are still lacking research and conceptual ideas (e.g. as a curricular or didactic question). To explore the possibilities between elementary school and fablabs, an educational workshop series for children has been conducted from 2021–2022 in a club operated fablab. This paper presents one workshop of this series titled «When the fork is no longer forking» (2022). It addresses the workshop’s development as well as practical insight and effects. It also discusses the foundation and localization within elementary school education. The creative engagement with functional logics in fablabs can be understood as an example for the exploration of possible educational formats that merge aesthetic and technical literacy. The deconstruction and creative evolution of everyday design objects exposes logics of production and use. This approach establishes a connection between aesthetic and technical perspectives on making and examines the compatibility of maker practices and school education.

1. Grundschulen im FabLab?¹

«Alle Bildungssektoren haben Gefallen an Making und Makerspaces gewonnen» (Schön und Ebner 2020, 33) kommentieren Schön und Ebner die sich um Making und Makerspaces, FabLabs und offene Werkstätten ausbauende Bildungslandschaft. Dass Schulen sowohl eigene FabLabs aufbauen als auch FabLabs als neue Lernorte wahrnehmen, ist eine sich seit zehn Jahren ausbreitende Entwicklung, die dem Leitspruch «Making ist das neue Lernen» (Kleeberger und Schmid 2019, 103) folgt. Wenngleich der Entwicklung, FabLabs und Makerspaces als Lernwelten zu begreifen und im Rahmen von pädagogischem Making an und mit Schulen zu forcieren, ein enormes Potenzial zugesprochen wird (vgl. z. B. Sharples et al. 2013; Demmler und Schorb 2019), sind derzeit noch eine Reihe von offenen Fragen und Forschungslücken auszumachen: Nicht nur sind die zugesprochenen Potenziale wie z. B. die Übertragbarkeit der in FabLabs erlernten Fehlerkultur oder die Möglichkeiten zur Förderung der 4Ks (vgl. Siewert 2021) noch empirisch nachzuweisen (vgl. Heinzel und Seidl 2020, 17). Auch die Unterscheidung verschiedener Zielgruppen wie Grund- und

1 FabLabs (von «fabrication laboratory») werden, zusammen z. B. mit offenen Werkstätten oder Kreativräumen, oftmals unter dem Überbegriff «Makerspace» erfasst (vgl. Heinzel und Seidl 2020). Maker:innen-Aktivitäten, die in Makerspaces wie einem FabLab stattfinden, folgen dem «Do-it-yourself»-Motto, bei denen also jeder «selbst aktiv wird und ein Produkt, ggf. auch digital, entwickelt, adaptiert, gestaltet und produziert und dabei (auch) digitale Technologien zum Einsatz kommen» (Schön und Ebner 2017, 257).

Sekundarschüler:innen oder aber die Anschlussfähigkeit von FabLabs an Schule auf der Ebene curricularer Ziele sind weitgehend unbeforscht. Noch offensichtlicher als im Bereich der weiterführenden Schule klafft im Bereich der Grundschulbildung eine Lücke an Studien und Konzepten für eine bildungsorientierte und schul-kompatible Arbeit in und mit FabLabs – gerade in Bezug auf solche, die über den MINT-Bereich und die Fokussierung auf das Programmieren hinausgehen. Für die Lernbereiche des Sachunterrichts und der Ästhetik in der Grundschule sind bspw. nahezu keine spezialisierten Konzepte für und in FabLabs auszumachen. Auch wissenschaftliche Begleitungen und Studien über und mit Grundschüler:innen in FabLabs haben im deutschsprachigen Raum noch nicht stattgefunden. Man kann daher weniger von einer einzigen Forschungslücke sprechen, die sich im Schnittfeld Grundschule und FabLabs zeigt. Vielmehr können Grundschulen in FabLabs als ein Stück unerforschtes und auf der Ebene von Angebotskonzeptionen als unbearbeitetes Terrain beschrieben werden, zu dem erste explorative Kartierungen vorgenommen werden können. Der folgende Ansatz, Anschlüsse zwischen Grundschule und FabLabs zu erkunden und durch ein gezieltes Bildungsangebot herzustellen, hat daher weniger lückenschliessenden denn explorativen Charakter.

2. Hintergrund

Das in Folge vorzustellende Bildungsmodul «Wenn die Gabel nicht mehr gabeln will» ist Teil des zweiten Zyklus einer dreiteiligen Design-based-Research²-Studie im Rahmen eines drittmittelfinanzierten Verbundprojekts.³ Ziel des DBR-Projekts war es, Möglichkeitsräume zwischen FabLabs und Schulen zu erschliessen und sich damit der Frage des Bildungspotenzials von FabLabs zu nähern. Die hier relevante Teilprojektstudie widmete sich insbesondere der Entstehung und Begleitung von

2 «Design-based research, which blends empirical educational research with the theory-driven design of learning environments, is an important methodology for understanding how, when, and why educational innovations work in practice» (Design-Based Research Collective 2003, 5). In diesem Sinne wird in Form von praktischen Interventionen – sei es die Prozessgestaltung eines Klassenrats oder aber eine materielle Veränderung eines Klassenraums – nicht nur die Veränderung (und Verbesserung) eines Kontexts angestrebt, sondern auch das Ableiten von Erkenntnissen über das zu gestaltende Phänomen und dessen Eingebundenheit in seine lokalen und praktischen Bezüge (vgl. z. B. Reinmann und Sesink 2014). Dabei werden nicht nur neue Theorien über bspw. die didaktischen Praktiken von FabLabs entwickelt, sondern auch empirisch fundierte Aussagen über das Verhältnis von Problem (Fragen und Herausforderungen der Praxis) und Lösungen (Designs) in Form von «Designprinzipien» (vgl. Euler 2014) getroffen. Es wird davon ausgegangen, dass Designprinzipien in ihrer Kontextabhängigkeit nicht durch einmalige Erhebungen entwickelt werden können, sodass jeder DBR-Prozess mindestens drei aufeinanderfolgende Zyklen aufweist, in denen Gestaltungsannahmen und -entscheidungen revidiert, angepasst und fokussiert werden können.

3 FaBuLoUS (FabLabs als Bildungs- und Lernorte zur Unterstützung von Schulen) ist ein BMBF-gefördertes Verbundprojekt (Laufzeit 2020-2023) des Förderbereichs «Forschung zur Gestaltung von Bildungsprozessen unter den Bedingungen des digitalen Wandels». Das diesem Artikel zugrunde liegende Projekt wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01JD1902A/B gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt der Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen.

Gestaltungsprozessen in digital geprägten Umgebungen. Auf Forschungsebene stand im Vordergrund zu erheben, in welcher Weise sich verschiedene Gestaltungsprozesse und -praktiken bei Grundschüler:innen in FabLabs ausbilden, forciert oder marginalisiert werden.⁴ Auf praktischer Ebene bestand das Interesse darin herauszufinden, welche Form der Begleitung (personell, strukturell, materiell, prozessual) die je spezifischen gestalterischen Auseinandersetzungen im FabLab benötigen, um im Sinne einer transaktionalen Bildung (vgl. Allert und Asmussen 2017, 35) Momente der «produktiven Verwicklung» (ebd., 27) und Auseinandersetzung mit Unbestimmtheit zu fördern (ebd.).

Das iterative Konzeptionieren und Durchführen von Bildungsmodulen basierte dabei auf der Formulierung und Weiterentwicklung von Designprinzipien.⁵ Innerhalb dieser werden theoretisch und empirisch fundierte Annahmen über das Verhältnis von Intervention und sich realisierender Effekte im Feld untersucht, reflektiert und weiterentwickelt. Diese dienen u. a. als Anhaltspunkte zur praktischen Gestaltung zukünftiger Kooperationen und Bildungsmodule. In diesem Sinne soll das o. g. Bildungsmodul anhand der strukturierenden Designprinzipien (4.), die aus dem ersten Zyklus hervorgegangen sind (3.2), zunächst beschrieben werden. Daran schließt eine Reflexion der Erfahrungen mit dem Bildungsmodul an (5.). Dabei werden die gesammelten Wahrnehmungen und Erkenntnisse aus interdisziplinärer Perspektive beleuchtet und für Anchlüsse im ästhetischen und sachunterrichtlichen Lernbereich diskutiert (6.).

3. Gestaltungsprozesse im Spannungsfeld ästhetischer und technischer Literalität

3.1 Gestalten – wo und wie?

Wie Lange et al. (2020), Baier et al. (2016) oder Meissner (2020) ausführen, sind FabLabs und Makerspaces «Projektionsflächen für verschiedene Konzepte, Arbeitsformen und Zielvorstellungen» (Heinzel und Seidl 2020, 9) sowie Teil verschiedener Governance- (vgl. Lange et al. 2020) und Praxisformen (vgl. Meissner 2020, 6). Diese diversen Zugänge bringen zugleich immer auch unterschiedliche Auslegungen davon mit, als was «Gestalten» vor dem Hintergrund digitaler Produktionsmöglichkeiten

4 Diese Teilstudie fragt nach Gestaltungspraktiken in FabLabs in Perspektive auf Bildung als Verpflichtung zur Nicht-Hierarchisierung von Einzelpraxen (vgl. Benner 2015).

5 «In design-oriented fields, design knowledge is often characterized by common examples, patterns, and principles, and by the expertise required to apply these generalities in specific settings.» (Design-Based Research Collective 2003, 8).

verstanden wird: Gestalten⁶ tritt im Diskurs u. a. auf als Critical Making, Design Thinking, Tüfteln, Werken 2.0, ästhetisches Ausgestalten, Computational Thinking, Bricolage oder Hacking. Aus bildungsorientierter Perspektive werden diese diversen Zugänge als äusserst relevant dafür angenommen, an welche Form von Literalität (vgl. Meissner 2022, 292) FabLabs anschlussfähig werden.

Die Frage, wie Kinder zu welchen Gestalter:innen werden und was das für die Strukturierung von Bildungsformaten heisst, ist im deutschsprachigen Raum auf unterschiedliche Diskursstränge verteilt,⁷ die ebenso unterschiedliche Denktraditionen und Weltzugänge offenbaren: Blickt man auf den Bereich der Primarbildung, spielt die Förderung von Gestaltungsprozessen (im Sinne eines transformativ ausgerichteten Zugangs zur Lebenswelt) vor allem im Sachunterricht und dem ästhetischen Lernbereich⁸ eine grosse Rolle. Im Sachunterricht werden Gestaltungsprozesse u. a. als Teil technischer Literalität (vgl. Landwehr et al. 2021) verstanden. In diesem Sinne ist nicht nur das Verstehen der technischen/technisierten Lebenswelt von Kindern und das kompetente Nutzen der Technik darin Teil didaktischer Überlegungen. Auch der «Prozess des Hervorbringens von Technik» (Graube 2018, 23), Technik bewerten, evaluieren sowie technische Konzepte und Prozesse nutzen (vgl. Landwehr et al. 2021) wird durch das Einführen in und Anwenden von problemlösendem Denken – z. B. Konstruieren von Brücken oder Erfinden von Fahrzeugen – gefördert. So sollen handelnd «Einsichten in technische Funktions-, Wirkungs- und Vorgehensweisen [ermöglicht], ebenso wie Erkenntnisse grundlegender Gesetzmässigkeiten und Zusammenhänge [...] sowie Wirkung und Folgen von Technik» (Mammes, Zoll, und Dölle 2022, 159) thematisierbar werden.

Im Gegensatz zu diesen planvoll-logisch aufgebauten Gestaltungsprozessen mit dem Ziel einer Problemlösung werden im ästhetischen Lernbereich stärker improvisierende und auf ästhetischen Erfahrungen (vgl. z. B. Zirfas 2018) aufbauende Gestaltungsprozesse mit starker Vollzugsorientierung (vgl. Seel 1996) gefördert. «Ästhetische Welterschliessung öffnet sich damit dem, was einer exklusiv operierenden begrifflich-rationalen Zugriffsweise verschlossen bleibt» (Badura 2011, 6). Der ästhetische Umgang mit Fragen der Technisierung, Modellierung, Algorithmisierung oder Automatisierung wird derzeit als Teil «Ästhetischer Vermittlung 2.0» diskutiert, die bei «konkreter epistemologischer und technologischer Um-Bildung und Konstruktion» (Leeker 2018, 10) ansetzt und Praktiken einer next art education (vgl.

6 «Unter Gestaltung verstehe ich einen Vorgang, der auf dem Vermögen beruht, Routinen zu verändern.» (Petruschat 2019, 229).

7 Im englischsprachigen Raum wird die Förderung gestalterischen Handelns i. d. R. im Diskursraum der «design education» (vgl. z. B. Baynes und Norman 2013) verhandelt, in die sowohl Perspektiven des Engineerings, des Co-Designs und der sozialen Teilhabe an gesellschaftlichen Gestaltungsprozessen als auch Design als ästhetische Praxis eingehen.

8 Verortet derzeit in Kunst, Sport, Musik und Darstellendem Spiel mit Fokus auf die Sensibilisierung, Differenzierung und das Experimentieren mit Wahrnehmungen und Zeichensystemen (vgl. Senator für Bildung und Wissenschaft Bremen 2001).

Meyer 2017) in Form von Displacements (vgl. Kraus 2013), des «Schmuggelns, Weg-/Neu-Sehens sowie des Verlernens/Neu-Lernens» (Lecker 2018, 23) oder der Zauderei (vgl. Vogl 2008) nahelegt. So sollen u. a. digitale Logiken erfahrbar und spürbar und damit als Gestaltetes und Veränderbares detektiert (vgl. Badura 2011, 8) sowie als solches lesbar gemacht werden: «Ästhetische Literalität heisst, die gestaltete Umwelt als solche lesen zu können» (Stiftung Sommerakademie im Zentrum Paul Klee 2016, o. S.).

Wo zwischen den diversen Praktiken von FabLabs und den unterschiedlichen Literaritäten in der Praxis Synergien entstehen und welche Formen von Gestaltungsprozessen und -praktiken sich dann bei Kindern tatsächlich ausbilden können, wird als wesentlich dafür eingeschätzt, ob und in welcher Weise die z. B. von der KMK (vgl. McGilchrist 2017) oder Horizon Report (Adams et al. 2018) skizzierten Subjektfiguren von Maker*innen oder Gesellschaftsgestalter*innen möglich und mit Leben gefüllt werden können.

3.2 «Das hat gut funktioniert!» – Ausgangsbeobachtungen

Im ersten Zyklus realisierten sich bei den Beteiligten vornehmlich Gestaltungsprozesse, die zwar auf einer Produktebene durchaus in den Bereich von «Kunst» fallen würden, aber auf Prozessebene vornehmlich funktionalistische Logiken offenbarten: Im Fokus des ersten Zyklus der Studie stand die Beschäftigung mit Baukastensystemen wie Kapla, Lego und PlusPlus. Es wurde ein exploratives Arbeiten von Drittklässler:innen angestrebt und angeleitet, in dem das Versprechen, dass man mit den o. g. Baukastensystemen «alles produzieren» könne,⁹ hinterfragt werden sollte. Die Kinder arbeiteten mit materialen Forschungsaufträgen, in deren Rahmen bspw. überprüft werden sollte, wie und ob man auf dem Körper, am Fenster oder auf Rollen bauen kann und welche neuen Bauweisen und Bausteine dies erfordern würde. Es war geplant, ebenjene neuen Bauweisen und Bausteine (z. B. in Form von Kapla-Adaptern) im FabLab zu konstruieren und zu drucken. Neben dem teilweisen Einfordern der Kinder, die «Aufgabenstellung» zugunsten einer freien Beschäftigung im FabLab zu verlassen, zeigten sich für die vertiefte Auseinandersetzung mit den Baukastensystemen Schwierigkeiten durch das Beharren der Kinder auf «Funktionsphrasen»: Prozesse, in denen das Bauen z. B. am Fenster «funktionierte»¹⁰ oder auf dem Körper «nicht funktionierte», waren für die Kinder mit diesen Erkenntnissen abgeschlossen. Eine Erweiterung ihrer Entdeckungen an der Stelle, die sie als «funktionierend» markiert hatten, wurde weder eingefordert noch selbstständig verfolgt.

9 Der Workshop greift folgende Slogans der Baukastensystemhersteller:innen auf: Lego: «Lego – I can build what I want»; PlusPlus: «Plusplus – One Shape – Endless Possibilities»; Kapla: «Was kann man alles bauen? Alles! Zumindest alles, was die Fantasie hergibt».

10 Diese und die in Kapitel 5 geschilderten Erfahrungen gehen auf Feldnotizen des Workshops zurück. Die Formulierungen der Beteiligten sind dabei mit halben Anführungszeichen markiert.

Das Nicht-Funktionieren wurde bspw. damit begründet, dass man «das nicht macht» (auf dem Körper bauen), und konnte somit weder hinterfragt noch durchbrochen werden. Gleichzeitig zeigte sich, dass die Kinder sich von den genutzten Technologien wie 3D-Druckern dazu angehalten fühlten, bestimmte Prozessschritte auszu-schliessen: So waren sie sicher, dass ihre «krakeligen» Handzeichnungen nicht als Vorlage für den Roboterarm oder den Lasercutter genutzt werden dürften – das «funktioniere» nicht. Die Logik und die Weise, in der mit den Maschinen zu produzieren sei – mit perfekten Modellen und dem Ziel guter, stabiler und nützlicher Dinge –, war scheinbar festgelegt. Mit den Maschinen zu tinkern (vgl. Knaus und Schmidt 2020, 19) und zu experimentieren war ebenso undenkbar wie einmalig als funktionierend/ nicht-funktionierend Deklariertes noch weiter – bspw. über den Einsatz einer Maschine – zu bearbeiten, zu hinterfragen oder zu überdenken. Aus Perspektive der transaktionalen Bildung fand damit keine tiefere «produktive Verwicklung» (Allert und Asmussen 2017, 27) mit den Bausystemen und Technologien statt, die zugrunde liegende Logiken erfahrbar oder aber situativ hinfällig machen konnten. Das nicht verbalisier- und durchbrechbare Funktionieren wurde somit zum Gatekeeper und Distanzhalter. Funktionalität als zugrundeliegende Struktur des beobachteten Handelns und der gestalteten Dinge braucht in bildungsorientierter Absicht offenbar eine bewusstere Zuwendung.

4. Funktion und Funktionieren gestaltend auf die Spur kommen?

4.1 «*Making als produktive Enttäuschung*» (Noll) – ein ästhetischer Zugang zu Funktionslogiken

Während sich im ersten Zyklus einige Synergien zwischen dem problemlösenden Interesse der Kinder und des FabLabs ergaben (nämlich Dinge als «Problem» aufzufassen und an dessen Lösung und effektiver «Erledigung» zu arbeiten), fielen Momente einer ästhetischen Erkundung der Gestaltungsgegenstände, um deren Kontingenzen in Erfahrung zu bringen, deutlich schwächer aus. Während sich also ein problemlösendes Vorgehen fast «wie von selbst» einstellte, scheint ein ästhetischer Zugang, der die funktionalen Annahmen rational-planender Zugänge erweitern und hinterfragen könnte, weitaus schwieriger realisierbar zu sein. Nolls (2021) Ziel eines kunstpädagogischen Makings – nämlich bewusst Enttäuschungen als Momente des Aufbrechens zugrunde liegender Strukturen (von Kulturalität, Medialität und Normativität) (vgl. Noll 2021) im Kontext der digitalen Produktionsmittel in FabLabs herzustellen – wird vor dem Hintergrund der Erfahrungen aus Zyklus I daher als besonders relevant eingeschätzt. Wie Noll ausführt, gelte es, das «oftmals rigide Paradigma der Funktionalität in der Auseinandersetzung mit digitalen Medien

und Kulturen zu unterwandern» (ebd., 125), um «Gestaltungsräume offenzuhalten und neue/alte/ausgeschlossene Lösungen und Möglichkeiten (neu) zu erschliessen» (ebd.). Er geht dabei auf Künstler:innen im Makingkontext ein, die als besonders anschlussfähig für das Aufbrechen der Funktion als Gatekeeper (s. 3.2) gehalten werden: Künstler:innen wie Simone Giertz und Kenji Kawakami dienen Noll als Beispiel für eine ästhetische Auseinandersetzung mit Funktionalitätsparadigmen digitaler Produktion. Indem die Künstler:innen danach fragen,

«welche Erfindungen oder Maschine es heute ganz dringend nicht braucht, an welchen eine Apparatur oder Maschine eher hinderlich sein könnte, (...) wird Funktionalität und ihr Paradigma der Optimierung selbst in kleinen Artikulationen, in Momenten des Schmunzelns der Beobachtenden sicht- und reflektierbar» (ebd., 128).

Nicht im reflektierenden Abstand zu Funktionsparadigmen, sondern im gestaltenden Handeln und Spielen mit ebendiesen werden Fragen gestellt, Unbestimmtheiten aufgespürt und ausgehalten. Die *unusable objects* Kawakamis (s. Abb. 1) z. B. sind damit keine Design-Objekte im engeren Sinne mehr, sondern werden vielmehr zu epistemischen Objekten (vgl. Rheinberger 2016), die Erkenntnisse über funktional bzw. innovativ orientierte Designprozesse generieren.

Ein solches Vorgehen erscheint nicht nur im Anschluss an die in 3.1 benannten Ziele der Wahrnehmungsförderung und -sensibilisierung als anschlussfähig an Ansätze ästhetischer Literalität, sondern die *invention dropouts*¹¹ erscheinen auch im Sinne eines Verstehens und Evaluierens technischer Lebenswelten (vgl. Landwehr et al. 2021) als interessante Lerngegenstände.

11 «The one big difference is that while most inventions are aimed at making life more convenient, chindogu have greater disadvantages than precursor products, so people can't sell them. They're invention dropouts» (Kawakami, zit. n. Leleu 2020, o. S.).



Abb. 1: Butterstick: Why dirty a knife? (Bild und Beschreibung aus The Big Bento Box of Unuseless Kapanese Inventions, © by Kenji Kawakami).

4.2 «Wenn die Gabel nicht mehr gabeln will»

Ausgehend von den o.g. Erfahrungen wurde in interdisziplinärer Zusammenarbeit zwischen einer Sachunterrichtsdidaktikerin und einer Medienpädagogin mit Schwerpunkt Ästhetische Bildung ein zweitägiges Workshop-Angebot für Grundschüler:innen der dritten und vierten Klasse entwickelt, welches durch drei FabLab-Mitarbeiter:innen mit einem dritten Grundschuljahrgang durchgeführt wurde. Im Folgenden soll zunächst das Konzept vorgestellt werden, das als Ableitung und Konkretisierung der durch den ersten Zyklus entstandenen Erkenntnisse (s. Kap. 3.2) und Designprinzipien (s. Kap. 4.2.3) zu verstehen ist.

4.2.1 Konzept

Der Workshop «Wenn die Gabel nicht mehr gabeln will» basiert auf der Ausgangsbeobachtung, dass die Funktionalität der Alltagsdinge, die unsere alltäglichen Routinen stützen oder überhaupt ermöglichen, besonders dann sichtbar wird, wenn sie nicht (mehr) funktionieren (vgl. Hörning 2012, 35). Das Nichtfunktionieren, das

uns im Alltag manchmal plötzlich erwischt und uns Fragen stellen lässt, soll hier als Hauptintervention zum Erschliessen der Funktion und des Funktionierens genutzt werden. In Anlehnung an Katerina Kampranis Serie «The Uncomfortable» (www.theuncomfortable.com) werden die Kinder dazu aufgefordert, Varianten von Gabeln zu formen, die in ihrer Funktion und ihrem Funktionieren widerständig werden. Um dies den Kindern zugänglich zu machen, wird die Gabel als ein willensvolles Objekt eingeführt, welches die eingetretenen Pfade des Gabelseins verlassen möchte: Die eine Gabel möchte nun endlich in Rente gehen, die andere möchte weniger gabeln, eine weitere braucht einen Tapetenwechsel. Wie kann die Gabel dies nun – sie kann ja leider nicht sprechen – durch ihre Form ausdrücken? Muss sie sich z. B. schwerer, klobiger, instabiler oder runder machen?



Abb. 2: Objekte aus «The Uncomfortable», © by Katerina Kamprani.

Ziel der Formtransformationen und Eingliederung in neue Nutzungskontexte ist es, Sprechansätze und Kontaktaufnahmen mit der Gabel und ihren technischen, ästhetischen und familien- sowie ess-kulturellen Codes zu ermöglichen: Auf welche «Normalitäten» einer «funktionierenden» Gabel verweist deren Entrückung in Kontext und Form? Welche Konstruktionsprinzipien, Tischrituale, Komfortbedürfnisse werden sichtbar? In welchem Verhältnis stehen schliesslich die Form der Gabel, die Konsistenz von Essen und Frühstücksgewohnheiten, wenn alles reibungslos am Frühstückstisch «funktioniert»?



Abb. 3: Objekte aus «The Uncomfortable», © by Katerina Kamprani.



Abb. 4: Eine Riesengabel aus dem Lasercutter als Vorbereitung (Requisite) für das Bodystorming.¹²

¹² Sofern nicht anders angegeben: alle Fotos: Elisa Dittbrenner

Die Kinder erarbeiten sich in einem Bodystorming¹³ und in 3D-Modellen (TinkerCAD)¹⁴ neue Gabelformen, um damit Sprechanlässe und Untersuchungsmöglichkeiten für die in Form und verschiedenen Tischpraktiken eingewobenen Funktions- und Funktionalitätsvorstellungen zu erhalten. Indem die Kinder am zweiten Workshoptag die selbst erstellten Gabeln innerhalb verschiedener Kontexte inszenieren und damit ausprobieren, soll eine Vertiefung der ersten Erkenntnisse des Vortages erreicht werden. In einer Ausstellung aller Gabelmodelle wird zusammenfassend ein gemeinsamer Blick und Ausblick auf die Gabeln gerichtet. Eine ‹Funktions-prüfer:in› – eine externe pädagogische oder didaktische Fachkraft – spricht in der Ausstellung die Kinder als Experter:innen für Gabeln an und interessiert sich explizit – aus ihrer Rolle der Funktionsprüfer:in heraus – für die in den Objekten eingewobenen Funktionsbegrifflichkeiten: Inwiefern ‹funktionieren› die ausgestellten Gabeln (noch) bzw. wann? Was macht eine Gabel eigentlich aus? Was konntet Ihr über Eure Tischrituale lernen? Welchen Gabeln würdet ihr gern helfen, ihre Dienste zu verändern, weil es besser zu eurem Alltag passen würde? Und: Wer bestimmt überhaupt, wann eine Gabel ‹funktioniert›?



Abb. 5: Formversuche aus der konzeptionellen Entwicklung der Workshops.

13 Das Bodystorming hat sich in der partizipativen Gestaltung/-sforschung als ein Ansatz entwickelt, der als Pendant zum Brainstorming mithilfe körperlicher Interaktionen zur Ideenfindung beitragen will. Statt über mögliche Ideen und Interaktionsformen nachzudenken, werden Situationen mit adhoc-Aufbauten und Requisiten nachgestellt und nachgespielt und dabei Ideen gesammelt. «Embodied storming enables rapid communication between people, as well as the speedy generation of unjudged, uncompromised design proposals and scenarios.» (Schleicher et al. 2010, 48).

14 <https://www.tinkercad.com>.

4.2.2 Designprinzipien

Von Dingen lernen, die (noch) nicht (mehr) funktionieren

Wie Hörning (2012) beschreibt, erlangt der:die Praktiker:in insbesondere ihr:sein «praktisches Wissen, das sich in ihm besonders entfaltet, wenn die Dinge «verrückt» spielen, d. h. Probleme aufwerfen, Funktionsversprechen nicht einhalten, Irritationen und Orientierungsunsicherheiten provozieren» (vgl. Hörning 2012, 35). Es wird angenommen, dass neben nicht-intendierbaren Prozessen des Scheiterns oder unerwarteten Produktions«fehlern» in FabLabs auch Formen der bewussten Verschiebung (Displacement) von Dingen – in ihrer Form, in einen anderen Kontext, ihrer Zeitlichkeit (vgl. Brohl 2003; Kraus und Palm 2017) – die Dinge verrückt spielen lassen können. *Führe bewusst Situationen herbei, in denen die Dinge verrückt spielen und somit Fragen aufwerfen.*¹⁵

(Technische) Alltags-Dinge befragen, deren Funktionieren im Alltag unsichtbar geworden ist

Für die Wahrnehmung, Erschließung und Gestaltung kindlicher Lebenswelten spielen Alltagsgegenstände sowie deren inkorporierte Funktionen und Funktionalitäten eine wichtige Rolle (vgl. Schachtner 2014). Gabeln, Kugelschreiber, Lichtschalter, Brillen oder Türklinken kommen in jedem Alltag vor. Wir benutzen sie täglich und selbstverständlich, dadurch verdecken sich neben ihrem Gestaltsein oft auch ihre technischen Funktionsweisen: Auch wenn z. B. die Gabel ein Alltagsgegenstand ist, den jedes Kind kennt, ist davon auszugehen, dass sie aus der Perspektive von Kindern nicht als technisches Objekt verstanden wird, nicht als etwas, das «funktioniert», weil sie nichts «tut», keine Maschine ist, weder Batterie noch Akku benötigt etc. *Mache Dinge zum Ausgangspunkt, die zunächst als eindeutig, untechnisch oder minderkomplex erscheinen und im Verlauf «entfaltet/enttarnt» werden können.*

Erkenntnisse als «Produkte» salonfähig machen

Ist nicht (nur) ein (schönes) Produkt aus dem 3D-Drucker oder z. B. eine CO₂-Messstation für die Klasse das Ergebnis eines Prozesses im FabLab, sondern stehen die Erfahrungen mit und die Wahrnehmung von gestalteten, entfalteten oder noch zu gestaltenden Dingen im Vordergrund, müssen adäquate Formate gefunden werden, Erkenntnisse als gleichwertige «Produkte» von FabLabs salonfähig zu machen. *Nutze*

¹⁵ Die Dinge treten plötzlich im Sinne eines didaktischen «Problems» hervor (vgl. Beinbrech 2022), aktivieren zu einer fragend-konstruktiven Auseinandersetzung und lassen sich schliesslich «enttarnen».

mit den Kindern gestaltete Produkte als Ausgangspunkt für Sprechanlässe und suche von dort aus nach geeigneten Formen, Erkenntnisse kommunizierbar zu machen und als Ergebnis anzuerkennen.

4.2.3 Reverse Design

Als Konkretisierung der o. g. Designprinzipien wurde das Konzept des «Reverse Designs» entwickelt, das die Ansätze von Reverse Engineering und Anti-Design im Sinne einer produktiven Enttäuschung (vgl. Noll 2021) verbindet.



Abb. 6: Explorative Vorbereitungen im Team: Was entbirgt ein solcher Eingriff in die Gabel?

Reverse-Engineering (vgl. Baxter und Mehlich 1997) hat die Absicht, durch Nachbauen, Nachempfinden und Rückbauen eines Systems dessen Funktionen zu verstehen und ggf. zu verbessern. Das Ziel von Anti-Design ist, funktionalistische Annahmen durch Sabotage, Dekontextualisierung und humoristische Einsätze sichtbar und diskutierbar zu machen. «Zuerst wähle ich den Gegenstand, den ich neu gestalten, dann analysiere ich seine Funktion und sabotiere sie an einer Stelle» (Faltermaier 2018, o. S.), zitiert Antonia Faltermaier die Künstlerin Kamprani, die ihren Zugang als gegenstandsgeleiteten Prozess beschreibt, der durch Funktionsanalyse zur Sabotage gelangt und im finalen Design sichtbar gemacht werden kann. Im Gegensatz dazu verstehen wir in unserem Ansatz des «Reverse Design» – als vermittelnder Zugang zwischen Reverse-Engineering und Anti-Design¹⁶ – das nachempfindende Gestalten bis zu dem Punkt, wo eine Sabotage grösstmöglichen Schaden anrichtet, selbst als eine Form der Wissensproduktion, die die Funktionalität des Gegenstandes erkundet, nicht voraussetzt. Reverse Design wird daher im Folgenden als ein Vorgang «forschender Ent-staltung» verstanden, der einen gestalteten Gegenstand/ eine gestaltete Situation in seiner Gestaltungshistorie und Machart so weit rückbaut, bis für seine/ihre Funktionalität essenzielle Mechanismen und materielle Entscheidungen gefunden wurden. Startet ein (funktionaler) Entwicklungsprozess in der Regel mit der Frage, wie etwas funktionieren könnte, fragt der Reverse Design-Ansatz zunächst danach, was einen Gegenstand/ eine Situation so weit verändert, dass er/sie nicht mehr «funktioniert», ohne ihn/sie gleichsam einfach zu «zerstören».

16 Wie in Kap. 6 noch weiter ausgeführt wird, erinnert dieses Vorgehen an den im technischen Lernen verbreiteten Ansatz des Enttarnens bzw. Dekonstruierens (Graube 2018), der in gewisser Nähe zu Vorgehensweisen des Displacements im ästhetischen Lernbereich steht (Kraus 2013). Zentral beim Erkenntnisweg des Dekonstruierens/Enttarnens ist es, eigene oder fremde Konstruktionen infrage zu stellen: «Es könnte anders sein! Wir sind die Enttarnen unserer Wirklichkeit!» (Graube 2018, 26). Das Dekonstruieren erzeugt Chaos und verstört das System (vgl. Reich 2005), wobei es nicht nur um das Zweifeln und Fragen stellen geht, sondern «vor allem um mögliche andere Blickwinkel, die in der Konstruktion des anderen nicht gesehen werden» (ebd., 121).

4.2.4 Feinkonzept und Sequenzen

Thema/Sequenz	Ziel	Beschreibung	Material/ Vorbereitung
Tag 1			
«MFG, DEINE GABEL»	Warm-Up/ Einführung/ Erstbegegnung	Die Kinder werden an einen gedeckten Tisch gebeten, um dort auf ausgelassenen Sprechblasen zu formulieren, was eine Gabel schon immer einmal mitteilen wollte.	<ul style="list-style-type: none"> für jedes Kind Teller, Serviette und Gabeln eindecken Holzsprechblase und Stifte dazu legen
BODYSTORMING	Auseinandersetzung mit verschiedenen Gabeltypen, -praktiken und -interaktionsformen und Sammlung von ersten Ideen	Mit verbiegbaren Gabeln, Bambusgabeln, Tape als auch dreh- und ausfahrbaren Gabeln nehmen die Kinder a) ihr Frühstück ein und entwickeln b) auf ihren Erfahrungen basierend weitere Gabeln, die neue/ andere, erweiterte Aufgaben (auch in neuen Kontexten) übernehmen können.	<ul style="list-style-type: none"> verschiedene Gabeltypen besorgen und/ oder sammeln Für jedes Kind eine verbiegbare Gabel bereit legen Bambusgabeln (100-200 Stück) und Tape bereit legen
ALT, ALLEIN, GELANGWEILT! EIN NEUES LEBEN FÜR DREI GABELN	Rekapitulation der Erkenntnisse aus dem Bodystorming, schriftliche Fixierung der entwickelten Ideen und Konkretisierung dieser für drei „neue“ Gabel-Typen	Auf einem Arbeitsbogen rekapitulieren die Kinder die Ergebnisse ihres Bodystormings und übertragen ihre Erkenntnisse für drei Arbeitsaufträge: <ul style="list-style-type: none"> <i>Rentengabel: Wie kann eine Gabel zeigen, dass sie müde ist und ihren Dienst quittiert?</i> <i>Gelangweilte Gabel: Wie kann eine Gabel sich verändern, damit sie auch andere Aufgaben erledigen kann?</i> <i>Einsame Gabel: Wie kann eine Gabel sich verändern, damit sie ihre Arbeit nicht mehr alleine verrichten muss?</i> 	<ul style="list-style-type: none"> Arbeitsbogen vorbereiten
TINKERCAD, DIE ERSTE	Auseinandersetzung mit einzelnen Bestandteilen der Gabel, ihren jeweiligen Funktionen und möglichen Erscheinungsformen	Die Kinder wählen eine der Gabeln aus (Rentengabel, gelangweilte Gabel, einsame Gabel) und suchen in TinkerCAD auf Basis eines Gabelmodells nach einer geeigneten Erscheinung für diese Gabel (Reverse-Design).	<ul style="list-style-type: none"> Laptops verformbares Gabelmodell in TinkerCAD bereit stellen TinkerCAD-Klasse anlegen
TINKERCAD, DIE ZWEITE	Vertiefung und Konkretisierung der Entwicklung einer «neuen» Gabel (s. Gabel-Typen oben)	Die Kinder überarbeiten und/ oder erweitern ihre Entwürfe der vorigen Einheit mithilfe einer Form-Bibliothek.	<ul style="list-style-type: none"> Formen-Bibliothek anlegen 3D-Drucker (die Modelle der Kinder müssen bis zum zweiten Workshop-tag gedruckt sein)
Tag 2			
GABEL-INSZENIERUNG		Die Kinder «inszenieren» ihre Gabel (im richtigen Kontext präsentieren, die Nutzung präsentieren) und machen ein Video/Foto davon.	<ul style="list-style-type: none"> Ipads bereithalten Zugang zu Drucker ermöglichen
FUNKTION UND FUNKTIONIEREN – EINE AUSSTELLUNG MIT FUNKTIONSPRÜFER:IN		Die Kinder bauen zusammen eine Ausstellung ihrer verschiedenen Gabeln auf und geben ihrer Ausstellung einen Namen. Sie legen fest, wo und wie welche Gabeln gezeigt werden sollen. Nach Aufbau kommt eine «Funktionsprüfer:in» (eine erfahrene Pädagog:in oder Didaktiker:in), die mit den Kindern die im Material sichtbar werdenden Begriffe von Funktion und die gebrochen und erweitern Funktionalitäten bespricht.	<ul style="list-style-type: none"> Fragen vorbereiten, z. B.: Wer bestimmt eigentlich, wie eine Gabel funktionieren soll? ... Personalüberlegungen anstellen (Wer übernimmt die Rolle der:des Funktionsprüfenden?)

Abb. 7: Feinkonzept (eigene Grafik).

5. Praxiseinblicke

Durch die im Feinkonzept eingebrachten Weichenstellungen (Material, Methoden und Art der Lernbegleitung) entstanden durch die Aneignungsprozesse der Kinder verschiedene Formen von Gestaltungsprozessen, die durchaus ihre eigenen Kontaktmöglichkeiten zu Funktion und Funktionieren suchten und als richtungweisend für eine weitere Bearbeitung des Themenfelds angenommen werden. Da es an dieser Stelle nicht möglich ist, in alle Prozessphasen Einblicke zu geben, wird die Aufmerksamkeit im Folgenden auf die Gestaltungsimpulse und -prozesse gerichtet, die vor dem Hintergrund der produktiven Verwicklung mit Funktionslogiken als besonders relevant erachtet werden.

5.1 *Ent-staltungen: Funktion & Kontext*

Als besonders fruchtbar für die Auseinandersetzung mit dem Themenfeld des Funktionierens war das Bodystorming, wobei das Bereitstellen schon transformierter Gabeln und die Integration des Bodystormings ins ohnehin stattfindende Frühstück besonders starke Impulse gaben: Eine im FabLab hergestellte «Riesengabel» (s. Abb. 4) und eine Teleskopgabel gaben den Anlass, neue Formen des Essens und der sozialen Situation des Essens auszuloten. So flochten z. B. einige Kinder Naschi-Schnüre um die grossen Zinken der Riesengabel (s. Abb. 8) und assen sie dann als Lolli. Dabei kommentierten sie immer wieder, inwiefern das Essen dadurch ein «ganz anderes» würde. Andere stachen mit der grossen Gabel in ihr Essen und gaben nach mehrmaligem Ausprobieren als Expert:innen gute Tipps zum Umgang mit der «komischen Gabel». Die Teleskopgabel gab Anlass dafür, unbemerkt beim Nachbarn essen zu stibitzen oder nicht um das Anreichen einer weiter entfernten Speise bitten zu müssen (was auch dazu führte, sich fürs Nicht-Fragen erklären zu müssen). Immer wieder kommentierten die Kinder, für welche Situation welche der schon transformierten Gabeln akzeptabel, verstörend oder sinnvoll wäre: So wurden Familiensituationen nachgespielt, in denen eine Teleskopgabel sinnvoll wäre (Baby füttern) oder das Verdrehen von Zinken die Präsentation und Aufnahme von unterschiedlichen Speisen auf einer Gabel möglich machte. Sie schlossen in der folgenden Phase, in der mit Bambusgabeln gebaut wurde, an diese Gabeln an, indem sie z. B. Multifunktionsgabeln entwickelten oder Gabeln, deren Zinken man ein- und ausfahren kann. Das Setting des Frühstücks führte immer wieder dazu, die Experimente klar auf das Themenfeld des Essens und damit verbundene, eingeübte Praktiken zu fokussieren. So führte bspw. das Experiment, das Müsli mit der Gabel zu essen, dazu, dass in der Bauphase ein Göffel entwickelt wurde, der die Vorteile beider Bestecke kombinierte. Das Bodystorming und das unmittelbare Hineingesetztsein in eine leicht verschobene Frühstückssituation regte die Kinder an, die Gestaltung einer Gabel auf den miteinander verwobenen Ebenen von Nutzungskontexten, Formfragen, Akteur:innen,

Arten des Genusses und Routinen zu diskutieren, indem sie ihre aktuelle Situation stets mit schon bekannten Gabelsituationen verglichen («Das mache ich sonst anders»). Es liessen sich hier durchaus Anschlüsse finden, Gebrauch als Form der Gestaltung (vgl. Bredies 2014) vertiefend mit Kindern zu untersuchen.

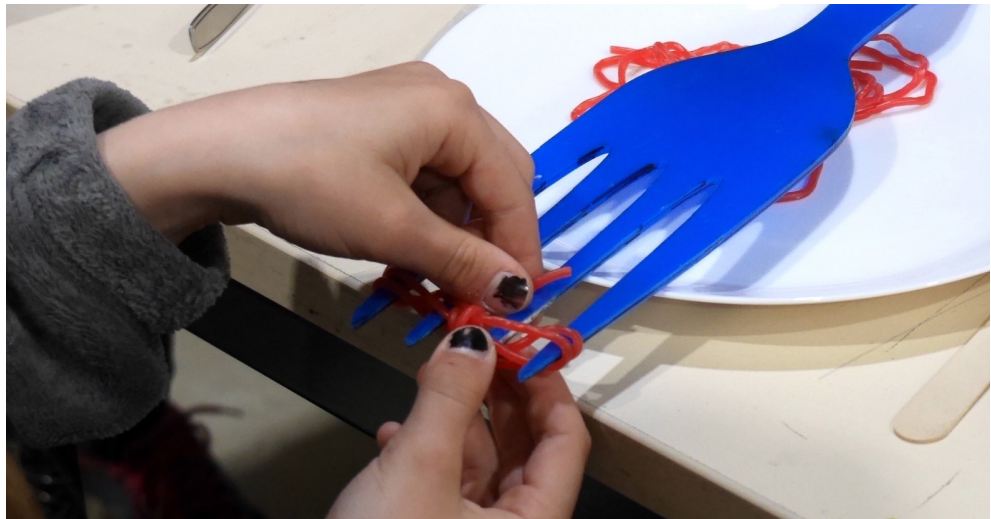


Abb. 8: Essen einflechten und als Lolli geniessen.



Abb. 9: Verbiegbare Gabeln inspirieren ein Gabelturmspiel und ein Gespräch zum Thema Warten.

Für die Kinder stellte sich dennoch das Bodystorming als abgeschlossener Prozess dar; sie fingen nach ihren ersten Erfindungen an zu planen, was nun geschehen sollte: «Ich mach was zu Minecraft.» Die Kinder waren zudem zwar in der Lage, entstaltende und weitergestaltende Entwürfe eigenständig zu verfolgen; sie waren allerdings nicht in der Lage, ihre Entdeckungen eigenständig einzuordnen und für den weiteren Prozess fruchtbar zu machen. Da die Mitarbeiter:innen aus organisatorischen Gründen nicht immer in der Lage waren, alle Momente der Ideenentwicklung mit der gleichen Aufmerksamkeit zu verfolgen, gingen einige Ideen im Verlauf verloren. Für weiterführende Workshops wäre es hilfreich, FabLab-Personal so zu entlasten, dass auch beiläufig erscheinenden Gesprächen und Kommentaren beigewohnt werden kann, um diese für die Kinder in ihren Ideenentwicklungen wieder sichtbar machen zu können.



Abb. 10: Aus Bodystorming weiter entwickelter Prototyp «Schweizer Taschengabel».

5.2 Aus-gestaltungen: Funktion & Individualismus

Neben den in 5.1 benannten Annäherungen an die Gabel ergaben sich – vor allem im Rahmen der Arbeit im 3D-Programm und der Aussicht auf eine 3D-gedruckte Gabel – diverse Aus-gestaltungen der Gabeln. Wie in Zyklus 1 forderten einige Kinder in der durchaus herausfordernden Arbeit in TinkerCAD ein, keine Weiter- oder Engführung

ihrer schon erarbeiteten Ideen zu verfolgen, sondern machen zu können, «was sie wollen». Die freie Beschäftigung mit den Gabeln führte immer wieder dazu, dass die als Modell vorbereiteten Gabeln in TinkerCAD Grundlage für individuell gestaltete Gabeln wurden, auf denen die Kinder Namen und Lieblingssymbole platzierten und für die sie ihre Lieblingsfarbe auswählten (s. Abb. 11 und 12). «Das ist jetzt unsere Gabel», sagen zwei Kinder und umarmen sich freudig.



Abb. 11: Diverse Ausgestaltungen von Gabeln mit Namen (hier anonymisiert) und Lieblingssymbolen.

Die unmittelbar addierbaren oder durch einen Haken an- oder ausstellbaren Gestaltungsparameter nahmen in den computerbasierten Prozessen deutlich mehr Raum ein als Formveränderungen oder die Integration vorangegangener Überlegungen zu sozialen Prozessen am Tisch (s. Abb. 12). Diese schnellen Anpassungen der Gabel an eigene Vorlieben entsprechen weniger dem im Konzept avisierten Vorgehen, bieten aber gerade zur Hinterfragung post-industrieller digitaler Produktionsmechanismen einiges Potenzial. Obwohl eine rosa Gabel mit Herz wenig an der direkten Funktion verändert, greift das Vorliegen einer Gabel als frei veränderbares Modell, das jede:r an die eigenen Bedürfnisse und Geschmack anpassen kann, potenziell weitgreifend in Tisch- und Haushaltsroutinen in Familien, aber auch Überlegungen zu Konsum und serieller Produktion ein: Während ein:e Aussenstehende:r zuvor ‹fehlerfrei› den Tisch decken konnte, braucht es nun Insiderwissen, beim Tischdecken die Stammpplätze mit der ‹richtigen› individuellen Gabel einzudecken. Sichtbar wird nun auch bei wechselnden Abspülriten, ob und welche Gabeln schneller liegen gelassen wurden, wenn die Zeit knapp war. All diese und weitere Irritationen, die eine individuell gestaltete Gabel im Haushalt mit sich bringt, wären aus einer Perspektive einer ‹produktiven Verwicklung› mit den Kindern zu thematisieren. Am besten könnte dies über das Einbringen der gestalteten Gabeln in einen tatsächlichen Haushalt geschehen, um so – im Anschluss an die positiven Erfahrungen mit dem Bodystorming – konkrete Nutzungserfahrungen sammeln und befragen zu können. Dies fordern auch die Kinder ein: ‹Weisst du, was ich heute beim Mittagessen mache? Ich esse mit meiner selbst gemachten Gabel!› Dies erfordert dann, den Auseinandersetzungsprozess nach Abschluss der Produktion fortzusetzen, nicht etwa mit dem ‹fertigen› Produkt abzuschliessen.¹⁷ Steht die Erfahrung mit den im FabLab produzierten Dingen im Vordergrund, ist dies in der zeitlichen Planung eines Bildungsmoduls unbedingt zu berücksichtigen.

¹⁷ Vgl. hier Ehn (2008), der davon ausgeht, dass die Phase der Gestaltung nach der Produktion weiter geht.

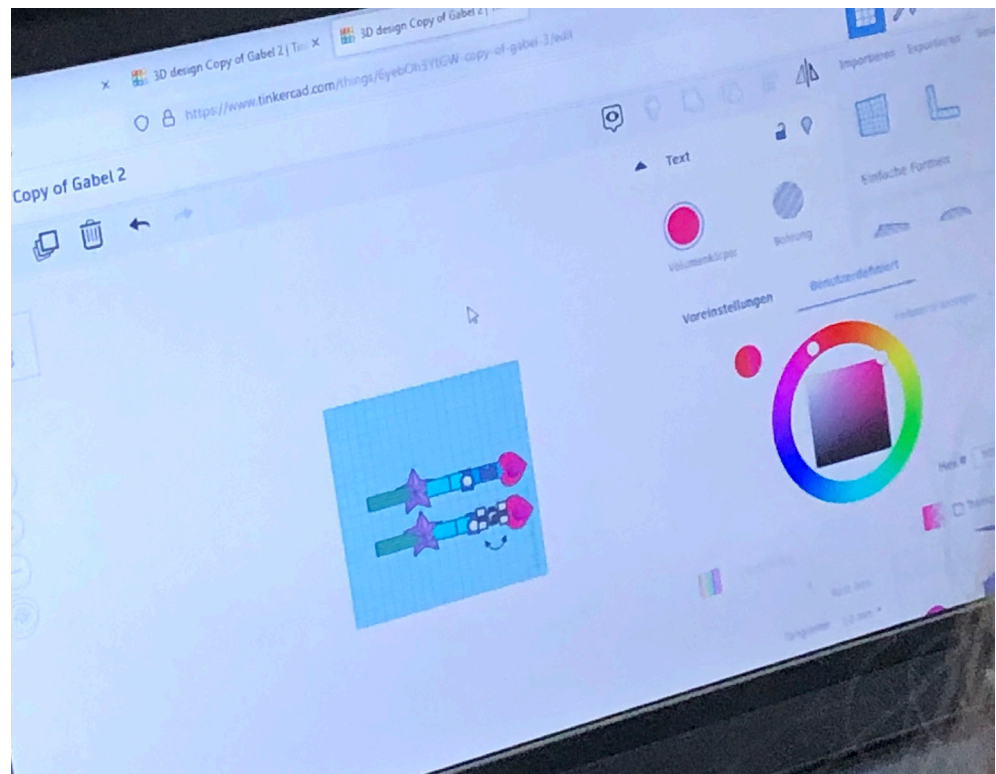


Abb. 12: Schnell zu greifende Gestaltungsparameter: Farbe und vor- konfektionierte Formen aus der Bibliothek.

5.3 Ver-unstaltungen: Funktion & Care

Auch wenn die Kinder sich in den Reverse-Design-Prozessen engagiert haben, waren in gewissem Ausmass Ablehnung und Unverständnis gerade gegenüber den Sabotage-Akten des de-konstruierenden Ansatzes vorhanden, was im Verlauf immer wieder Gespräche zu Reparieren, Recycling und Müll anregte.

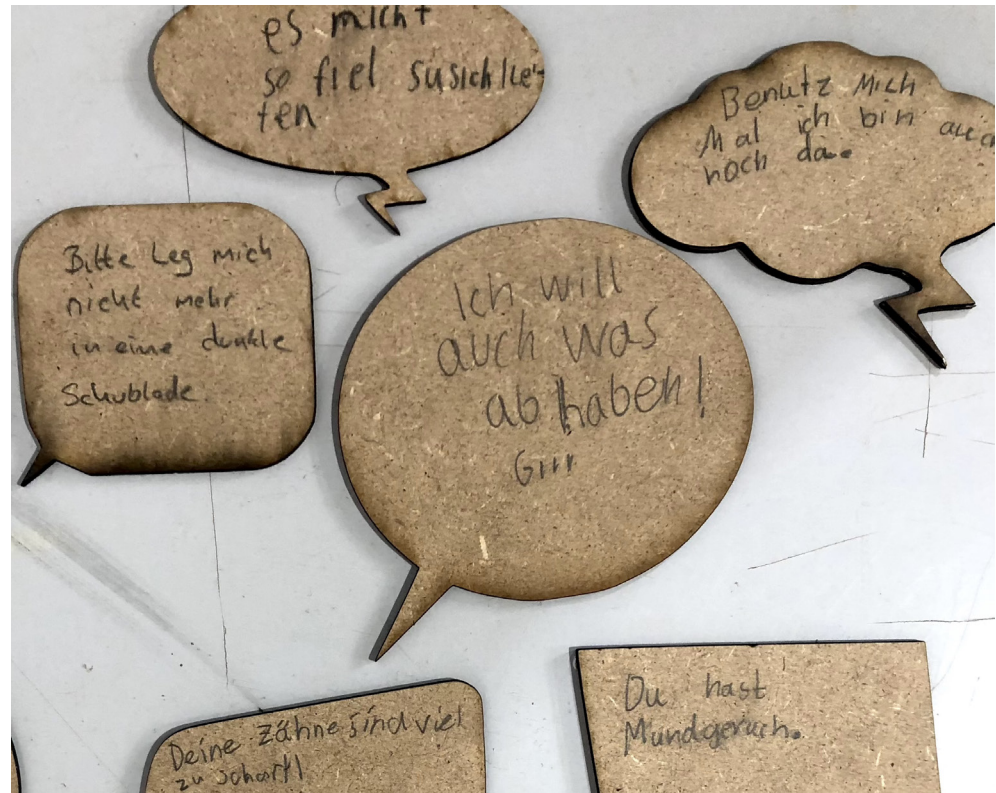


Abb. 13: Was deine Gabel dir schon immer mal sagen wollte. Beispiele aus dem Warm-Up.

Die empathische und respektvolle Einstellung gegenüber den Gabeln als Teil ihrer Lebenswelt, die schon im Warm-Up sichtbar wurde (s. Abb. 13), trug sich im ganzen Prozess fort und trat abschliessend in der Ausstellung besonders hervor. Wann beispielweise eine Gabel kaputt sei, wurde zu einer Frage, die heiss diskutiert wurde: «Ich bin Besitzer und entscheide, wann sie kaputt oder noch zu retten ist.»

Die Kinder beteiligten sich rege daran zu überlegen, was aus den «ver-unstalteten» Gabeln, die für ihr Frühstück nicht benutzt werden können, noch gemacht werden könne: Vorschläge waren bspw. recyceln («Gabel zertrümmern und an eine Fabrik verkaufen»), reparieren, als Angel oder für Stockbrot benutzen oder etwas daraus basteln. «Die grosse schwarze Gabel kann man als Schaufel benutzen.»

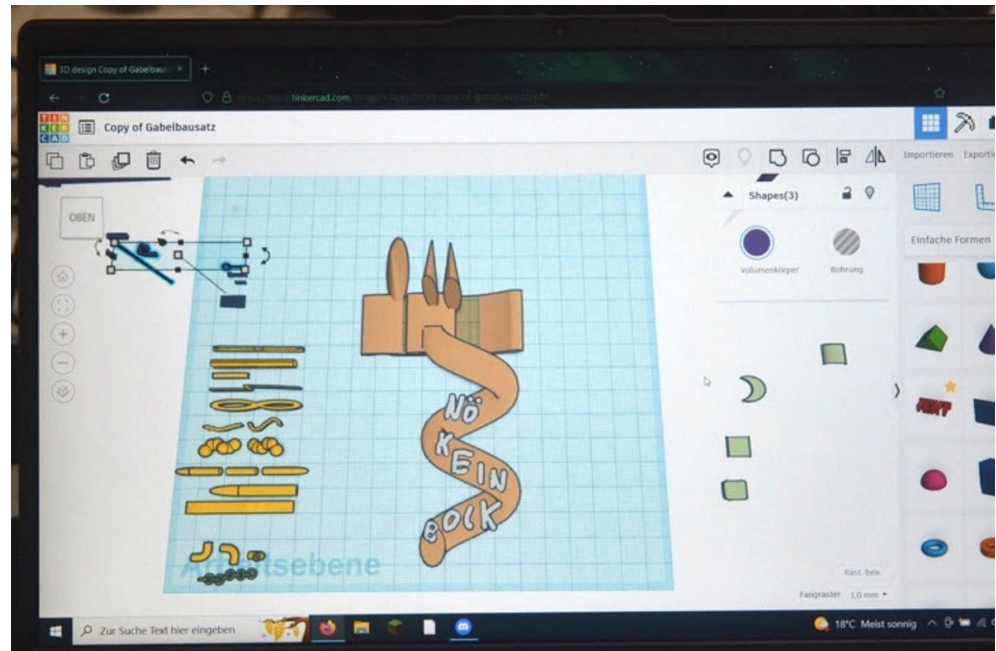


Abb. 14: Ver-unstaltet oder ent-staltet?.

Das Entwickeln der nicht mehr als Gabeln funktionierenden Gabeln im mittleren Teil des Workshops erzeugte bei den Kindern immer wieder Irritationen: Es entstanden in dieser Phase u. a. Gabeln, die die Kinder als «kaputt» bezeichneten. Erst in der Abschlussrunde, die wieder lebensweltliche Bezüge aufwies und durch die «Funktionsprüfer:in» fragend und einordnend unterstützt wurde, konnten die Kinder den aus ihrer Sicht ver-unstalteten Gabeln etwas abtrotzen, ihnen neue Funktionen zuweisen und wollten sich um sie «kümmern», damit sie – wo sie nun in ihrer Form tatsächlich vor ihnen lagen – kein Müll sind. Dass sich an dieser Stelle epistemische und nachhaltige Perspektiven gegenüberstehen, muss ebenso mehr Beachtung finden wie Aspekte von Care als Lebensweltbezug und als notwendige Dimension von Gestaltungsprozessen (vgl. Imrie und Kullman 2016) (z. B. über Reparatur-Workshops usw.).

6. Diskussion

6.1 Anschlüsse und Herausforderungen für den Sachunterricht

Zum Fach Sachunterricht finden sich für das beschriebene Bildungsmodul und die darin gemachten Erfahrungen vor allem Anschlüsse an den Lernbereich der Technischen Bildung.

Technische Bildung zielt u. a. darauf, «über eine beabsichtigte, planvolle Auseinandersetzung mit Technik Kindern Wissen, Fähig- sowie Fertigkeiten für die Entwicklung und Anwendung von Technik [...] zu vermitteln» (Mammes, Zoll und Dölle 2022, 158).¹⁸ Der Umgang mit Dingen, das Erkunden und Verstehen ihrer Funktion(sweisen) und Konstruktion ist dabei didaktisch bislang stark auf spezifische, weniger alltägliche Objekte – auf physikalisch zu erschliessende Phänomene wie Brücken oder Türme – bezogen, anhand deren Konstruktion und Stabilität vor allem logisch-rationale Schlüsse zwischen Form und Funktion zu ziehen sind (vgl. z. B. Möller 2012; Zolg 2020; Dölle 2021). Schomaker (2018) verweist zwar darauf, dass Tätigkeiten des Bauens und Konstruierens auch das Erkennen von Funktionszusammenhängen sowie das individuelle Konstruieren und Dekonstruieren von Gegenständen umfassen. Dennoch wird die zentrale technische Denk-, Arbeits- und Handlungsweise «Technik konstruieren und herstellen» (GDSU 2013, 65) fast ausschliesslich auf das Prinzip des statisch-konstruktiven Bauens bezogen (vgl. z. B. bei Dölle 2021; Lanz 2021). Das hier beschriebene Bildungsmodul wählt einen anderen Zugang zu Funktion und Funktionieren technischer Artefakte, der vor allem ästhetisch-kreativ statt kognitiv-rational ist. Dabei werden aber – und hier zeigt sich bereits eine starke Anschlussfähigkeit an den Sachunterricht in der Schule – aktuelle Konzeptionen beispielsweise aus dem «Haus der Kleinen Forscher» berücksichtigt, die das Erfahrbar- und Einsehbar-machen von Funktionsweisen technischer Produkte und technologischer Systeme als Ausgangspunkt einer Didaktik (naturwissenschaftlich-)technischen Lernens sehen (vgl. Röhner 2021; Graube und Mammes 2015).

Durch den Ansatz des Reverse-Designs (s. 4.2.3) und die zugrundeliegenden Designprinzipien wurde versucht, genau diesem Anspruch Rechnung zu tragen und durch den Bezug auf einen Alltagsgegenstand sowie mittels Dekonstruktionsstrategien, also durch das Enttarnen von Funktionsweisen, selbige für die Kinder durch u. a. das Bodystorming erfahrbar und durch die Kommunikation über die Prozesse einsehbar zu machen. Damit lassen sich ohne Weiteres Ziele technischen Lernens in der Primarstufe verbinden und im Unterricht vertiefen wie das Anbahnen der Erkenntnis, dass technische Objekte Probleme lösen und Bedürfnisse befriedigen sowie Unterschiede im Hinblick auf Funktion und Handhabung aufweisen (vgl. Kosack, Jerentin-Kopf und Wiesmüller 2015). Gleichzeitig wird die Forderung berücksichtigt, für Kinder Gelegenheiten zu schaffen, um «einfache technische Funktions- und Handlungszusammenhänge zu verstehen» (GDSU 2013, 64) und «technische Funktionsweisen [...] zu erkunden» (ebd., 66).

¹⁸ Die hohe Relevanz technischen Lernens im Sachunterricht ergibt sich vor allem durch den starken Lebensweltbezug von Technik: Kinder wachsen in Lebensräumen mit einem hohen Grad an Technisierung auf, sie sind «umgeben von einer Welt der Technik» (Graube 2018, 24; vgl. auch Hackbarth 2021). Folglich kommen Kinder mit vielfältigen Technikerfahrungen in die Schule; sie erleben eine Techniksozialisation in einer technisierten Welt und haben i. d. R. «ein unmittelbares Interesse, hinter die Dinge zu schauen, ihre Funktions- und Wirkungsweisen zu verstehen und technische Produkte zu schaffen» (GDSU 2013, 63).

Exemplarisch zeigen auch die Momente der Ent-staltungen (s. 5.1) Potenziale für sachunterrichtliche Lernprozesse. Das Vorgehen im Bodystorming ermöglicht den Kindern ein freies Explorieren und Erfahren – Fähigkeiten, die es im Sachunterricht zu fördern gilt (vgl. ebd.).¹⁹ Das Bodystorming stellte für die Kinder einen Spielraum der Exploration dar, der sich auch im Klassenzimmer realisieren lässt und so einen niedrigschwelligen Zugang zu einem technischen Phänomen und dessen Funktionsweise für alle Kinder ermöglichen kann.

Durch die Gesprächsanlässe, die im Workshopkonzept inkludiert sind (z. B. Gespräch mit dem:der Funktionsprüfer:in) oder sich spontan gezeigt haben (z. B. Bodystorming/Ent-staltung) lässt sich die Denk-, Arbeits- und Handlungsweise «Technik kommunizieren» (ebd., 68) fördern, vor allem die Fähigkeit, Konstruktionsergebnisse, Herstellungsprozesse und Funktionszusammenhänge verständlich zu vermitteln und zu diskutieren (vgl. ebd.) – auch wenn der Workshop im Nachgang im Klassenraum ausgewertet wird und dabei Erkenntnisse gesammelt werden. Die Reflexion und Auswertung des Besuchs eines außerschulischen Lernortes wie dem FabLab ist auch wichtig, um die «Erfahrungs- und Lernmöglichkeiten ertragreich zu gestalten» (Baar und Schönknecht 2018, 90). Um die hier beschriebenen Anschlüsse ergiebig mit den Kindern nutzen zu können, sollte also eine gemeinsame Auswertung erfolgen, um die Erkenntnisse und Erfahrungen der Kinder aufzugreifen, zu verarbeiten und ggf. noch zu vertiefen.

6.2 Anschlüsse und Herausforderungen für den ästhetischen Lernbereich

Wie in 3.1 dargestellt, ist der ästhetische Lernbereich von einer starken Vollzugsorientierung geprägt. Die Auseinandersetzung mit Kunstwerken, Tanz, Theater oder Klängen richtet sich in diesem Sinne weniger auf die Erzeugung von Produkten wie Bildern, Szenen oder Musikstücken an sich, sondern stellt die Erfahrung mit Bild, Klang- und Bewegungswelten (rezeptiv und produktiv) in den Vordergrund. Ebenjene Vollzugsperspektive auch auf die Artefakte und Gestaltungsprozesse post-industrieller Produktionsmöglichkeiten zu richten, erscheint nicht nur vor einer aktuellen Ausdeutung des ästhetischen Curriculums als sinnvoll. Gerade in Anbetracht der gemachten Erfahrungen, dass es den Kindern deutlich leichter fällt, Probleme zu lösen als Probleme zu befragen oder zu eröffnen, ist eine stärkere Profilierung ästhetischer Perspektiven auf funktional orientierte Prozesse in FabLabs anzustreben. «Das gute Funktionieren der Geräte wird von der technischen Logik aus gedacht, ihre Sinnstiftung jedoch erst in der ästhetischen Perspektive des Andersmöglichseins erzeugt» (Geiger 2018, 111). Dabei die «Dinge des Gebrauchs» – «smart things» (Zirfas

¹⁹ Das Explorieren zeichnet sich dadurch aus, dass die Kinder selbstständig mit Material umgehen und Phänomene in einer weitestgehend selbstbestimmten Form der Auseinandersetzung erkunden (vgl. Schütte 2022).

2019), gedruckte Artefakte, Alltagsgegenstände – in den Mittelpunkt zu rücken, erwies sich als wichtige Entscheidung für den Primarbereich: Dass technische Dinge zugleich auch ästhetische Dinge sind – z. B. auch eine Gabel Teil vielfältiger kultureller Bezüge und ästhetischer sowie technischer Entscheidungen ist und dennoch in jeder Nutzung potenziell neu über ihren Sinn entschieden werden kann («Gebrauch als Design», Bredies 2014; «Non-Intentional-Design», Brandes und Erlhoff 2006) – blieb nicht abstrakt, sondern wurde im Gebrauch der Dinge sichtbar und anfassbar. Dass die Kinder sich selbst im Gebrauch der Dinge beobachten und erleben, wäre hinsichtlich der Wahrnehmungssensibilisierung im ästhetischen Lernbereich noch klarer auf die Nutzung der selbst hergestellten Dinge zu erweitern. Hier anzusetzen und die Qualität eines «making things tangible» neben Funktionalismus für weitere abstrakte Themen zu nutzen – z. B. an das Interesse der Kinder für Verantwortung und Care (s. 5.3) anzudocken –, wäre ein spannendes Beschäftigungsfeld, um auch den curricularen Forderungen zum Erlernen von «Kommunikation über verschiedene Arten von Zeichen» (Senator für Bildung und Wissenschaft Bremen 2001, 4) nachzukommen. Körperlich orientierte Methoden wie das Bodystorming bilden hierbei gute Brücken, um die Prototyping-Praxis (vgl. Dickel 2019) von FabLabs mit der Vollzugsorientierung des ästhetischen Lernbereichs zu verbinden und dabei «Fähigkeiten zum Improvisieren» (Senator für Bildung und Wissenschaft Bremen 2001, 4) zu unterstützen. Dennoch – so wurde sichtbar – braucht es dafür eine äusserst intensive Begleitung der Gestaltungsprozesse der Kinder, damit die Prozesse nicht als Spielerei, sondern als epistemische Prozesse wahrgenommen werden können (sich dafür selbst vorzubereiten, Prototypen zu entwickeln, s. Abb. 4-6, wird dafür als äusserst hilfreich eingeordnet). Die im Workshop angelegte Perspektive auch auf die digitalen Produktionsmittel wie den 3D-Drucker selbst zu richten (im Bildungsmodul nur instrumentell genutzt), wäre eine weitere Ebene, die gerade im Zusammenhang von Kunst und Automatisierung im Sinne einer *next art education* (vgl. Meyer 2017) im FabLab betreten werden kann.

Sollen Anschlüsse zwischen Grundschule und FabLab gelingen, stellen sich jedoch für den ästhetischen Lernbereich zwei Herausforderungen unabhängig vom konkreten Angebot: Ästhetisches Denken als Kontingenzdetektor (vgl. Badura 2011) anzunehmen, nicht aber mit einem Innovationsmotor für neue technische Lösungen gleichzusetzen, scheint insbesondere in dem bildungspolitisch als MINT-Lernraum profilierten Lernort FabLab nicht einfach. Beim Produzieren im FabLab nicht immer sofort auf Lösungen zu zielen, sondern Entwürfe auch als etwas zu verstehen, das die Bedingungen und Möglichkeiten digital imprägnierter Gestaltungsprozesse reflektieren (vgl. Fezer 2012, 41) kann, braucht nach den gemachten Erfahrungen sowohl vermehrte (design-)didaktische Überlegungen und eine bildungspolitische

Blickwende auf Effekte von Kreativitätsimperativen (vgl. z. B. Höfler 2018, 260) als auch ein Verständnis für einen Begriff des Ästhetischen, der über das ‹Schöne›²⁰ hinausgeht.²¹

7. Ausblick

Wenngleich für beide hier thematisierten Lernbereiche auf je unterschiedliche Weise Aspekte des gemeinsamen Tuns im FabLab anschlussfähig werden, lassen sich ästhetische und technische Zugänge zu und Aspekte von Dingen post-industrieller bzw. digitaler Produktion nur analytisch voneinander trennen. «Digitalität manifestiert sich nicht nur informationell-technisch, sondern gleichermassen ästhetisch-kulturell» (Jörissen und Unterberg 2019, 19). Das ästhetische Aufschliessen technischer Artefakte und deren digitale Weiterentwicklung, Farbe und Konstruktionsprinzipien, kulturelle Einbettung von Artefakten und die Wahl der produzierenden Maschinen bedingen sich gegenseitig – dies kann auch in Ansätzen schon für Grundschüler:innen in Erfahrung gebracht werden, was Beispiele wie die obigen zeigen. Dennoch würde eine engere Zusammenarbeit zwischen FabLabs und Grundschulen mit dem Wissen um die nicht trennbaren Sphären technischer und ästhetischer Gestaltung bedingen, einerseits über curriculare Lernbereichslogiken hinauszugehen, andererseits die Verschiedenheit von Gestaltungsprozessen (Tüfteln, Tinkern, Programmieren, Ausgestalten etc.) im FabLab als gleichwertig anzuerkennen.²² Design als «praktizierte Technikkritik in Form von gestalteten Dingen» (Geiger 2018, 111) und damit Design Education als verbindende Perspektive zwischen technischen und ästhetischen Fragen ins Spiel zu bringen (vgl. Dietzold 2016; Baynes 2008), könnte gerade für den auf lebensweltliche Bezüge angewiesenen Bereich der Primarbildung interessant sein. Designgegenstände als ästhetische Gegenstände zu rahmen und als Brücke zwischen Schule und FabLab, aber auch zwischen Sachunterricht und Ästhetik stärker in den Mittelpunkt zu stellen, könnte dann ggf. dabei helfen, neben dem Hineinwachsen in solutionistische Denkweisen (vgl. Nachtwey und Seidl 2020) auch zu kultivieren, «Probleme im Lichte ihrer Lösungen» (Feige 2018, 9) neu zu bestimmen.

20 «Wollt ihr noch etwas verschönern? Noch etwas drauftun?» (Mitarbeiterin, Protokoll 29.04.22, 4).

21 Schwierigkeiten in der Formulierung ästhetischer Perspektiven in Abgrenzung zum rein Schönen im Kontext von FabLabs sind z. B. zu finden bei May und Clapp 2017.

22 Solchen Herausforderungen zu begegnen, bedeutet nicht nur für Schulen und Mitarbeitende in FabLabs, aktiv zu handeln, sondern auch für die Forschend-Gestaltenden (DBR), mutige Designentscheidungen zu treffen und damit das Feld mitzugestalten.

Literatur

- Adams Becker, Samantha Malcolm Brown, Eden Dahlstrom, Annie Davis, Kristi DePaul, Veronica Diaz, und Jeffrey Pomerantz. 2018. *NMC Horizon Report: 2018 Higher Education Edition*. Louisville, CO: EDUCAUSE. <https://library.educause.edu/~media/files/library/2018/8/2018horizonreport.pdf>
- Allert, Heidrun, und Michal Asmussen. 2017. «Bildung als produktive Verwicklung». In *Digitalität und Selbst*, herausgegeben von Heidrun Allert, Michael Asmussen und Christoph Richter, 27–68. Bielefeld: transcript. <https://doi.org/10.14361/9783839439456-004>.
- Baar, Robert, und Gudrun Schönknecht. 2018. *Ausserschulische Lernorte: didaktische und methodische Grundlagen*. Reihe Bildungswissen Lehramt, Band 30. Weinheim, Basel: Beltz.
- Badura, Jens. 2011. «Ästhetische Dispositive». *Critica – Zeitschrift für Philosophie und Kunsttheorie*, Band II/2011, herausgegeben von Julia-Constance Dissel und Ferdinand Schwieger. 2–14.
- Baier, Andrea, Tom Hansing, Christa Müller, und Karin Werner. 2016. *Die welt reparieren: open source und selberrmachen als postkapitalistische praxis*. Bielefeld: transcript. <https://doi.org/10.14361/9783839433775>.
- Baynes, Ken. 2008. Design education: what's the point? *Design and Technology Education: An International Journal* 11 (3).
- Baynes, Ken, und Eddie Norman, Hrsg. 2013. *Design Education. A Vision for the Future*. <https://ojs.lboro.ac.uk/DATE/article/view/1880>. Shephed: Loughborough Design Press.
- Beinbrech, Christina. 2022. «Problemorientierter Sachunterricht». In *Handbuch Didaktik des Sachunterrichts*, herausgegeben von Joachim Kahlert, Maria Fölling-Albers, Margarete Götz, Andreas Hartinger, Susanne Miller, und Steffen Wittkowske, 3., überarbeitete Auflage, 417–22. Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt. <https://doi.org/10.36198/9783838588018>.
- Benner, Dietrich. 2015. *Allgemeine Pädagogik. Eine systematisch-problemgeschichtliche Einführung in die Grundstruktur pädagogischen Denkens und Handelns*. 8. Aufl. Weinheim u. a.: Beltz Juventa.
- Baxter, Ira D., und Michael Mehlich. 1997. «Reverse engineering is reverse forward engineering.» In *Proceedings of the Fourth Working Conference on reverse engineering*. IEEE. 104–13.
- Brandes, Uta, und Michael Erlhoff. 2006. *Non intentional design*. Köln: daab.
- Bredies, Katharina, 2014. *Gebrauch als Design: über eine unterschätzte Form der Gestaltung* (Vol. 5). Bielefeld: transcript. <https://doi.org/10.14361/transcript.9783839428801>.
- Brohl, Christiane. 2003. *Displacement als kunstpädagogische Strategie: Vorschlag einer heterotopie- und kontextbezogenen Diskurspraxis des Lehrens und Lernens*. Norderstedt: BoD.
- Demmler, Katrin, und Bernd Schorb, Hrsg. 2019. «Making und Medienpädagogik». *merz* 04/19. München: kopaed. <https://doi.org/10.21240/merz/2019.4.X>.

- Design-Based Research Collective. 2003. «Design-based research: An emerging paradigm for educational inquiry». *Educational researcher* 32 (1): 5–8. <https://doi.org/10.3102/0013189X032001005>.
- Dickel, Sascha. 2019. *Prototyping Society: zur vorauseilenden Technologisierung der Zukunft*. Bielefeld: University Press. <https://doi.org/10.14361/9783839447369>.
- Dölle, Swantje. 2021. «Stabilität bei technischen Gebilden: Die Funktion von Streben im Fachwerkgefüge». In *Die technische Perspektive konkret. Begleitband 5 zum Perspektivrahmen Sachunterricht*, herausgegeben von Kornelia Möller, Claudia Tenberge und Mareike Borhmann, 21–34. Bad Heilbrunn: Klinkhardt. <https://doi.org/10.25656/01:21532>.
- Ehn, Pelle. 2008. «Participation in design things». *Participatory Design Conference*, 92–101.
- Euler, Dieter. 2014. «Design Principles als Kristallisationspunkt für Praxisgestaltung und wissenschaftliche Erkenntnisgewinnung.» *Design-based research* 27 (1): 97–112. <https://doi.org/10.25162/9783515108416>.
- Faltermaier, Antonia. 2018. «Design Gone Wrong – so schön sind nutzlose Alltagsgegenstände». *AD-Magazin*. <https://www.ad-magazin.de/article/kamprani-uncomfortable-collection>.
- Feige, Daniel Martin. 2018. *Design: eine philosophische Analyse*. Berlin: Suhrkamp. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:101:1-201801305204>.
- Fezer, Jesko. 2012. «Experimentelles Design». *Lerchenfeld* 13: 39–41. http://www.design.hfbk-hamburg.de/upload/Lerchenfeld_13_201111_01.pdf.
- Geiger, Annette. 2018. *Andersmöglichsein. Zur Ästhetik des Designs*. Vol. 41. Bielefeld: transcript. <https://doi.org/10.14361/9783839444894>.
- GDSU (Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts). Hrsg. 2013. *Perspektivrahmen Sachunterricht*. Vollständig überarbeitete und Erweiterte Auflage. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Graube, Gabriele. 2018. «Erfinden, Entdecken, Enttarnen: Didaktische Leitfragen für die Auseinandersetzung für die Basiskonzepte der Technik». In *Technisches Lernen im Sachunterricht. Nationale und internationale Perspektiven*, herausgegeben von Ingelore Mammes, 22–44. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- Graube, Gabriele, und Ingelore Mammes. 2015. «Kinder in ihrer Auseinandersetzung mit ihrer natürlichen und technischen Lebenswelt. Ein didaktisches Konzept zur Unterstützung früher Bildungsprozesse». In *Wissenschaftliche Untersuchungen zur Arbeit der Stiftung «Haus der kleinen Forscher»*, herausgegeben von Graube, Gabriele, Maja Jeretin-Kopf, Walter Kosack, Ingelore Mammes, Ortwin Renn, und Christian Wiesmüller, 290–303, Bd. 7, Schaffhausen: SCHUBI Lernmedien AG.
- Hackbarth, Yvonne. 2021. «Technisches Lernen in der Grundschule. Eine Perspektive des Sachunterrichts». *Praxis Grundschule* 2/2021, 6–8.

- Heinzel, Viktoria und Tobias Seidl. 2020. «Perspektiven der Makerbewegung. Historische Entwicklung und zentrale Dimensionen». In *Lernwelt Makerspace. Perspektiven im öffentlichen und wissenschaftlichen Kontext*, herausgegeben von Viktoria Heinzel, Tobias Seidl, und Richard Stang, 9–18. Berlin, Boston: Walter de Gruyter. <https://doi.org/10.1515/9783110665994-002>.
- Höfler, Carolin. 2019. «Provozieren. Unwiederholbare Experimente. Entwerfen zwischen Grenzziehung und Überschreitung». In *Experimentieren*, herausgegeben von Séverine Marguin, Henrike Rabe, Wolfgang Schäffner, und Friedrich Schmidgall, 247–62. Bielefeld: transcript. <https://doi.org/10.14361/9783839446386>.
- Hörning, Karl H. 2012. «Praxis und Ästhetik: Das Ding im Fadenkreuz sozialer und kultureller Praktiken». In *Das Design der Gesellschaft: Zur Kulturosoziologie des Designs*, herausgegeben von Stephan Moebius und Sophia Prinz, 29–47. Bielefeld: transcript. <https://doi.org/10.14361/transcript.9783839414835>.
- Imrie, Rob, und Kim Kullman. 2016. «Designing with care and caring with design». In *Care and design: Bodies, buildings, cities*, herausgegeben von Charlotte Bates, Rob Imrie und Kim Kullman, 1–17. John Wiley & Sons.
- Jörissen, Benjamin, und Lisa Unterberg. 2019. «Dikubi-Meta [Tp1]: Digitalität und Kulturelle Bildung». In *Forschung zur Digitalisierung in der Kulturellen Bildung*, herausgegeben von Benjamin Jörissen, Stephan Kröner, und Lisa Unterberg, 11–24. München: kopaed. <https://doi.org/10.25656/01:18486>.
- Kleeberger, Julia und Franziska Schmid. 2019. «Making ist das neue Lernen. Erfindergeist wecken mit digitalen Werkzeugen». In *Chance Makerspace. Making trifft auf Schule*, herausgegeben von Selina Ingold, Björn Maurer und Daniel Trüby, 103–18. München: kopaed. <https://doi.org/10.57668/phtg-000166>.
- Knaus, Thomas, und Jennifer Schmidt. 2020. «Medienpädagogisches Making: ein Begründungsversuch». *Medienimpulse* 58 (4): 50 Seiten. <https://doi.org/10.21243/mi-04-20-04>.
- Kosack, Walter, Maja Jeretin-Kopf und Christian Wiesmüller. 2015. «Zieldimensionen technischer Bildung im Elementar- und Primarbereich». In *Wissenschaftliche Untersuchungen zur Arbeit der Stiftung «Haus der kleinen Forscher»*, herausgegeben von Graube, Gabriele, Maja Jeretin-Kopf, Walter Kosack, Ingelore Mammes, Ortwin Renn, und Christian Wiesmüller, 30–157, Bd. 7, Schaffhausen: SCHUBI Lernmedien.
- Kraus, Anja. 2013. «Was zeigen uns die Dinge? Lernen als Displacement». *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft* 16: 153–70. <https://doi.org/10.1007/s11618-013-0418-9>.
- Kraus, Anja, und Lars Palm. 2017. «Displacement as a Didactical Strategy: How to use contemporary art methods in school education». In *ECER 2017: Reforming Education and the Imperative of Constant Change: Ambivalent roles of policy and educational research*, 22–25. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:se:lnu:diva-68593>.

- Landwehr, Brunhild, Ingelore Mammes, und Lydia Murmann. 2021. «Technische Bildung im Sachunterricht der Grundschule – elementar bildungsbedeutsam und dennoch vernachlässigt. Editorial». In *Technische Bildung im Sachunterricht der Grundschule –elementar bildungsbedeutsam und dennoch vernachlässigt?*, herausgegeben von Brunhild Landwehr, Ingelore Mammes und Lydia Murmann, 7–10. Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt. <https://doi.org/10.35468/5869>.
- Lange, Bastian, Suntje Schmidt, und Janet Merkel. 2020. «Governanceformen von Makerspaces». In *Lernwelt Makerspace*, 19–32. Berlin, Boston: De Gruyter Saur. <https://doi.org/10.1515/9783110665994-003>.
- Lanz, Bernhard. 2021. «Warum fällt der schiefe Turm von Pisa nicht um? Planen und Bauen von Türmen», *Praxis Grundschule*, H. 2, 10–17.
- Leeker, Martina. 2018. «(Ästhetische) Vermittlung 2.0. Von Kunst-/Vermittlung und Kritik in digitalen Kulturen». *Kunstpädagogische Positionen* 40/2018. https://kunst.uni-koeln.de/_kpp_daten/pdf/KPP40_Leeker.pdf.
- Leleu, Clemence. 2020. «Chindogu, the Genius of Unusable Objects». *Pen-Online*. <https://pen-online.com/design/chindogu-the-art-of-subverting-useful-objects/>.
- Mammes, Ingelore, Monika Zolg, und Swantje Dölle. 2022. «Technische Aspekte». In *Handbuch Didaktik des Sachunterrichts*, herausgegeben von Joachim Kahlert, Maria Fölling-Albers, Margarete Götz, Andreas Hartinger, Susanne Miller, und Steffen Wittkowske, 3., überarbeitete Auflage, 157-163. Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt. <https://doi.org/10.36198/9783838588018>.
- May, Sarah, und Edward Clapp. 2017. «Considering the role of the arts and aesthetics within maker-centered learning». *Studies in Art Education* 58 (4): 335–50. <https://doi.org/10.1080/00393541.2017.1368287>.
- Macgilchrist, Felicitas. 2017. «Die medialen Subjekte des 21. Jahrhunderts: Digitale Kompetenzen und/oder critical digital citizenship». In *Digitalität und Selbst*, herausgegeben von Heidrun Allert, Michael Asmussen und Christoph Richter, 145–88. Bielefeld: transcript. <https://doi.org/10.14361/9783839439456-008>.
- Meissner, Stefan. 2020. «Maker-Literacy: Welche Literalität evoziert die Makerkultur?». *Medienimpulse* 58 (4): 32-Seiten. <https://doi.org/10.21243/mi-04-20-23>.
- Meissner, Stefan. 2022. «Maker-Literacy. Komplexitätskompetenz durch Maker-Education». In *Medienpädagogik* 18 (Jahrbuch Medienpädagogik), 291–305. <https://doi.org/10.21240/mpaed/jb18/2022.02.28.X>.
- Meyer, Thorsten. 2017. «Next art education: Eight theses future art educators should think about». *International journal of education through art* 13 (3): 369–84. https://doi.org/10.1386/eta.13.3.369_1.
- Möller, Kornelia. 2012. «Was macht eine Balkenbrücke stabil? Technisches Konstruieren und Experimentieren mit Papier». *Sache – Wort – Zahl* 126: 22–26.

- Nachtwey, Oliver, und Timo Seidl. 2020. *The solutionist ethic and the spirit of digital capitalism*. 1-51. <https://doi.org/10.31235/osf.io/sgjzq>.
- Noll, Willy. 2021. «Ästhetische Erfahrung als produktive Enttäuschung–Entwurf eines (kunst-)pädagogischen Making». In *Algorithmic and Aesthetic Literacy: Emerging Transdisciplinary Explorations for the Digital Age*, herausgegeben von Lydia Schulze und Christian Fink, 117–33. Berlin, Toronto: Barbara Budrich. <https://doi.org/10.3224/84742428>.
- Petruschat, Jörg. 2019. «Prototyping». In *Experimentieren*, herausgegeben von Séverine Marguin, Henrike Rabe, Wolfgang Schäffner und Friedrich Schmidgall, 227–46. Bielefeld: transcript. <https://doi.org/10.14361/9783839446386>.
- Reich, Kersten. 2005. *Systemisch-konstruktivistische Pädagogik. Einführung in Grundlagen einer interaktionistisch-konstruktivistischen Pädagogik*. Weinheim u. Basel: Beltz.
- Reinmann, Gabi, und Werner Sesink. 2014. «Begründungslinien für eine entwicklungsorientierte Bildungsforschung». In *Jahrbuch Medienpädagogik 10*, herausgegeben von Anja Hartung, Bernd Schorb, Horst Niesyto, Heinz Moser, und Petra Grell, 75–89. Wiesbaden: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-658-04718-4_4.
- Rheinberger, Hans-Jörg. 2016. «Das Problem von Design in der Forschung». In *Eigenlogik des Designs*, herausgegeben von Gerhard Buurman und Marc Rölli, 133-138. Niggli.
- Röhner, Charlotte. 2021. «Frühe technische und informatorische Bildung im Elementar- und Primarbereich». In *Handbuch Kindheit, Technik und das Digitale*, herausgegeben von Rita Braches-Chyrek, Charlotte Röhner, Jo Moran-Ellis, und Heinz Sünker, 355–79. Opladen, Toronto: Barbara Budrich.
- Schachtner, Christina, Hrsg. 2014. *Kinder und Dinge. Dingwelten zwischen Kinderzimmer und FabLabs*. Bielefeld: transcript. <https://doi.org/10.14361/transcript.9783839425534>.
- Schleicher, Dennis, Peter Jones, und Oksana Kachur. 2010. «Bodystorming as embodied designing». *interactions* 17 (6): 47–51. <http://doi.acm.org/10.1145/1865245.1865256>.
- Schomaker, Claudia. 2018. «Bauen und Konstruieren – Problemlösendes Lernen im technischen Sachunterricht». *Grundschule Sachunterricht* 78: 2–6.
- Schön, Sandra, und Martin Ebner. 2017. «Die Maker-Bewegung macht Schule: Hintergründe, Beispiele sowie erste Erfahrungen». In *Handbuch Kompetenzentwicklung im Netz*, herausgegeben von John Erpenbeck, und Werner Sauter, 257–70. Stuttgart: Schäffer-Poeschel. <https://doi.org/10.34156/9783791037943>.
- Senator für Bildung und Wissenschaft Bremen, Hrsg. 2001. *Ästhetik– Rahmenplan für die Primarstufe*. <https://www.lis.bremen.de/schulqualitaet/curriculumentwicklung/bildungsplaene/primarstufe-15222>
- Schön, Sandra, und Martin Ebner. 2020. «Ziele von Makerspaces. Didaktische Perspektiven». In *Lernwelt Makerspace. Perspektiven im öffentlichen und wissenschaftlichen Kontext*, herausgegeben von Viktoria Heinzl, Tobias Seidl, und Richard Stang, 33–47. Berlin, Boston: Walter de Gruyter. <https://doi.org/10.1515/9783110665994-004>.

- Schütte, Florian. 2022. «Freies Explorieren als Umgangsweise mit Welt». In *www.widerstreit-sachunterricht.de* 27: 16 Seiten. <https://doi.org/10.25673/92543>.
- Sharples, Mike, Patrick McAndrew, Martin Weller, Rebecca Ferguson, Elizabeth FitzGerald, Tony Hirst und Mark Gaved. 2013. *Innovating Pedagogy 2013: Open University Innovation Report 2*. Milton Keynes: The Open University. https://ou-iet.cdn.prismic.io/ou-iet/ccc86d85-4101-4c12-aef3-26174411e489_innovating-pedagogy-2013.pdf.
- Siewert, Jörg. 2021. «4K– eine kritische Einführung». *Pädagogik* 12/21, 6–8. Beltz.
- Stiftung Sommerakademie im Zentrum Paul Klee. 2016. «Von der Kunst ins Leben und zurück». <http://www.sommerakademie.zpk.org/de/fruehere-akademien/2011/thema.html>.
- Vogl, Joseph. 2008. *Über das Zaudern*. Zürich: diaphanes.
- Zirfas, Jörg. 2018. «Ästhetische Erfahrung». In *Kritische Lebenskunst: Human-, sozial- und kulturwissenschaftliche Analysen und Strategien*. Herausgegeben von Günter Götde, und Jörg Zirfas, 134–42. Stuttgart: Metzler. https://doi.org/10.1007/978-3-476-04644-4_19.
- Zirfas, Jörg. 2019. «Smart Things. Über Design und Bildung». In *Pädagogik im Verborgenen: Bildung und Erziehung in der ästhetischen Gegenwart*, herausgegeben von Clemens Bach, 119–40. Wiesbaden: Springer VS. https://doi.org/10.1007/978-3-658-21891-1_6.
- Zolg, Monika. 2020. «Bauen – ein stabiles Thema im Sachunterricht. Mit Kindern statisch-konstruktive Grundprinzipien entdecken». *Sachunterricht Weltwissen* 3: 6–7.