

Murmann, Lydia

Bildungspotenziale Technischen Gestaltens am außerschulischen Lernort "FabLab"

Steinmann, Annett [Hrsg.]; Seidler-Proffe, Maximilian [Hrsg.]; Lange-Schubert, Kim [Hrsg.]: Mitwelt im Wandel wahrnehmen, verstehen und gestalten. Bildungspotenziale des technischen Gestaltens in Lehrer:innenbildung, Forschung und Schulpraxis. Bad Heilbrunn : Verlag Julius Klinkhardt 2025, S. 52-60. - (Beiträge zur Didaktik technisch-gestaltender Unterrichtsfächer)



Quellenangabe/ Reference:

Murmann, Lydia: Bildungspotenziale Technischen Gestaltens am außerschulischen Lernort "FabLab" - In: Steinmann, Annett [Hrsg.]; Seidler-Proffe, Maximilian [Hrsg.]; Lange-Schubert, Kim [Hrsg.]: Mitwelt im Wandel wahrnehmen, verstehen und gestalten. Bildungspotenziale des technischen Gestaltens in Lehrer:innenbildung, Forschung und Schulpraxis. Bad Heilbrunn : Verlag Julius Klinkhardt 2025, S. 52-60 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-347663 - DOI: 10.25656/01:34766; 10.35468/6199-05

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-347663>

<https://doi.org/10.25656/01:34766>

in Kooperation mit / in cooperation with:



<http://www.klinkhardt.de>

Nutzungsbedingungen

Dieses Dokument steht unter folgender Creative Commons-Lizenz: <http://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/deed.de> - Sie dürfen das Werk bzw. den Inhalt vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen, solange Sie den Namen des Autors/Rechteinhabers in der von ihm festgelegten Weise nennen und das Werk bzw. diesen Inhalt nicht bearbeiten, abwandeln oder in anderer Weise verändern.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

This document is published under following Creative Commons-License: <http://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/deed.en> - You may copy, distribute and transmit, adapt or exhibit the work in the public as long as you attribute the work in the manner specified by the author or licensor. You are not allowed to alter or transform this work or its contents at all.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.



Kontakt / Contact:

peDOCS
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation
Informationszentrum (IZ) Bildung
E-Mail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de

Mitglied der:


Leibniz-Gemeinschaft

Bildungspotenziale Technischen Gestaltens am außerschulischen Lernort „FabLab“

Zusammenfassung

Die Gelingensbedingungen und Bildungspotenziale von Kooperationen zwischen FabLabs und Schulen waren Forschungsgegenstand des BMBF geförderten Verbundprojektes FaBuLoUS - „FabLabs als Lern- und Bildungsorte zur Unterstützung von Schulen“. Der Beitrag fokussiert Bildungspotenziale derjenigen umgesetzten Formate, in denen Technisches Gestalten im Vordergrund stand. Er diskutiert außerdem Potenziale des Begriffspaares Technisches Gestalten für einen auf Technik bezogenen Bildungsdiskurs.

Summary

The collaborative research project FaBuLoUS, financed by the German Ministry for Science and Education, was concerned with preconditions of successful cooperations between FabLabs and schools. It also researched the educative potential of FabLab-workshops carried through in the project. The article describes those workshops that highlighted technical creation and design, and discusses the potential of the concept of “Technisches Gestalten” for a technology related discourse in education.

Schlagworte: FabLab / Makerspace, außerschulische Lernorte, Kooperation, Bildungsdiskurs

1 Einführung

Bei FabLabs handelt es sich um Do It Yourself-Werkstätten deren Idee und Anspruch es ist, sowohl Räume und Werkzeuge als auch Wissen zu teilen (MIT Fab Lab, 2012; Fablabs.io, 2025; FabLab Bremen e.V., 2025). FabLabs sind Teil einer Bewegung offener Werkstätten und als solche potenziell geeignet, als außerschulische Lernorte für Schüler:innen zu fungieren. Die Bezeichnungen FabLab, kurz für Fabrication Laboratory, oder Makerspace stehen dafür, dass die Ausstattung dieser Werkstätten digitale High-Tech-Werkzeuge einschließt,

es darf also mit 3D-Druckern, Lasercuttern, Plottern und Kleinelektronik mit Aktuatoren und Sensoren gerechnet werden. Zweck und Idee dieser Orte ist dabei die gemeinsame und selbstbestimmte Nutzung von Ressourcen, die sinnvoller Weise nicht in jedem Haushalt und auch nicht vollumfänglich in jeder Schule vorgehalten werden sollten, aber in FabLabs für alle zugänglich und verfügbar werden. Eine vergleichbare gemeinsame Nutzung von Ressourcen findet auch in öffentlichen Bibliotheken oder Schwimmbädern statt, die für Schulen selbstverständliche Kooperationspartner:innen darstellen. Die meisten FabLabs werden allerdings bislang von Vereinen, Initiativen oder von Hochschulen getragen und sind (noch) nicht Teil einer erwartbaren öffentlichen Infrastruktur. Während es üblich ist, dass Museen oder Bibliotheken auf Schulen zugeschnittene Angebote entwickeln und bereithalten oder Schwimmbäder für das Schulschwimmen Zeiten reservieren, sind Kooperationen zwischen Schulen und öffentlichen Werkstätten noch kaum etabliert.

Das Projekt FaBuLoUS¹ versteht FabLabs als Teil der Mitwelt (von Schulen), als Ausdruck einer Kultur des Selbermachens, des Netzwerkens und als eine gesellschaftliche Erscheinungsform im Kontext von Digitalisierung und Nachhaltigkeitsdiskursen. Ausgangspunkt des Projektes war die Annahme, dass FabLabs als Orte, an denen Ressourcen für technisches Gestalten öffentlich zugänglich sind, sich eignen als außerschulische Lernorte Kooperationsbeziehungen mit Schulen einzugehen. Dies nicht zuletzt durch die Anwesenheit kompetenter Mitarbeiter:innen, die die Nutzung der digitalen Werkzeuge anleiten und deren Funktionsfähigkeit gewährleisten können.

2 Kooperation zwischen Schulen und FabLabs

Im Projekt FaBuLoUS wurden exemplarisch im FabLab Bremen e.V. adressatenspezifische Bildungsformate für die Bereiche „Informatische Bildung“, „Ästhetische Bildung“, „Sachunterricht“ und „Gesellschaftswissenschaften“ entwickelt und umgesetzt. Dies geschah in enger Zusammenarbeit der vier wissenschaftlichen Teilprojekte mit dem FabLab Bremen e.V. in einem Design-Based-Research-Setting (DBR). Forschungsmethodisch folgen in DBR-Projekten auf die Umsetzung theoretisch fundierter Praxisdesigns mehrere Evaluations- und Designzyklen, in die praktische und theoretische Perspektiven einfließen und anhand derer Praxisfragen und theoretische Fragen bearbeitet werden können und sollen (Prediger, 2015; Bakker, 2018; Moser, 2018; Herzberg, 2022; Poltze

1 FKZ 01J1902 (A-D), 2020-2023. Als Projektpartner:innen beteiligt waren die Universität Bremen (Murmman, Coers, Berner, Schelhowe & Bockermann), das Georg-Eckert-Institut Braunschweig (Macgilchrist & Poltze), die CAU Kiel (Allert & Dittbrenner) und das FabLab Bremen e.V. (Moebus & Demuth), unterstützt von einigen Hilfskräften und weiteren temporär beteiligten Kolleg:innen. Initiiert wurde das Projekt von Heidi Schelhowe, die im August 2021 verstarb.

et al., 2022). Im FaBuLoUS-Projekt dienten die praktischen Entwicklungen und Erprobungen vorrangig der empirisch fundierten Bearbeitung verschiedener theoriebezogener Fragestellungen der Teilprojekte, weniger der Optimierung von Konzepten. Die übergeordnete Fragestellung des Verbundes bezog sich auf Bildungspotenziale und Gelingensbedingungen der Kooperation von Schulen mit FabLabs anhand des exemplarischen Lernorts FabLab Bremen e. V.

Poltze und Macgilchrist (2024a, S. 43) stellen hierzu fest: „Um eine Verbindung zwischen FabLab und Schule herzustellen, bedarf es einer Schnittstelle die sorgfältig gestaltet werden muss.“ Dies hat zum einen mit den zunächst noch nicht etablierten, ungeklärten Kooperationsmöglichkeiten und -formen zu tun, die ein aktives Aufeinanderzugehen erfordern, um überhaupt zu entstehen. Eine der zentralen Erkenntnisse im Forschungsprojekt betrifft allerdings die mitunter wirkmächtige Unterschiedlichkeit der Lernkulturen in FabLabs und Schulen, die für eine gelingende Kooperation sowohl gegenseitig wahrgenommen als auch in einen Dialog gebracht werden müssen, sich aber teilweise diametral gegenüberstehen. Die spezifische und einladende Kollaborations-Kultur in FabLabs, die bereits in der FabCharta (MIT Fab Lab, 2012) zum Ausdruck kommt, schließt das offene Bereitstellen von Räumlichkeiten, Werkzeugen und Wissen ein (u. a. Verbund offener Werkstätten, 2023). Kultiviert wird also neben der Produktorientierung („Fabrication“, „Making“) ausdrücklich auch das Lernen im Tun und die gegenseitige Unterstützung der Nutzenden, was für Schulen sehr attraktiv sein kann. Diese offene Lernkultur widersetzt sich jedoch – auch ausdrücklich und bewusst – der Erwartung, in kurzen Zeitfenstern ergebnisorientiert (Lern-)Produkte zu erzeugen oder Inhalte in Kursformaten anzubieten. Wenn Lehrer:innen – oder auch Schüler:innen – an geschlossene (und differenzierte) Aufgaben gewöhnt sind, können sie die Potenziale einer offenen Werkstatt sowie ihrer Zeit- und Raumstrukturen möglicherweise weniger ergiebig wahrnehmen, wertschätzen und genießen, als wenn auch innerhalb der Schule eine offene und Selbstständigkeit fördernde Lernkultur gepflegt wird (Moebus & Macgilchrist, 2024; Dittbrenner & Coers, 2024).

3 Technisches Gestalten im FabLab

3.1 *Technisches Gestalten* – ein ungewöhnliches Begriffspaar

Bevor ich anhand von Beispielen aus dem FaBuLoUS-Projekt auf konkrete Möglichkeiten des technischen Gestaltens im FabLab eingehe, möchte ich zunächst das Begriffspaar „Technisches Gestalten“ als solches näher beleuchten. Es erscheint mir sowohl ungewöhnlich als auch potenziell ergiebig und fruchtbar. Ungewöhnlich, weil technikbezogene Kompetenzen und -didaktische

Zielsetzungen in Bezug auf allgemeinbildende Technik-Curricula bislang selten mit dem Begriff des Gestaltens verknüpft wurden.

Laut Wörterbuch bedeutet etwas zu gestalten zunächst, „einer Sache eine bestimmte Form geben“ (Ritter, 2007) oder „einer Sache eine bestimmte Form oder ein bestimmtes Aussehen geben“ (Duden, o.J.). Der Begriff des Gestaltens verbürgt also die praktische Realisierung von Vorstellungen und ein bewusstes Treffen von Entscheidungen. Demnach bedeutet *Technisches Gestalten*, dass eine Formgebung mit technischen Mitteln geschieht oder dass etwas Technisches gestaltet wird.

Der Gemeinsame Referenzrahmen Technik (GeRRT) nutzt andere Verben um Kompetenzbereiche Technischer Bildung zu charakterisieren, nämlich *Technik verstehen, nutzen, entwickeln, bewerten und kommunizieren* (VDI, 2021). Auch in einer älteren Publikation des VDI zählte gestalten nicht explizit zu den techniktypischen Denk- und Handlungsformen, sondern Technik *analysieren und bewerten, technische Probleme erfassen und lösen, techniktypisch kommunizieren, sowie technische Systeme planen, konstruieren, herstellen, nutzen und erhalten, außer Betrieb nehmen, entsorgen, analysieren und bewerten* (VDI, 2004, 6f.). Ähnliches gilt für den 2013 veröffentlichten Perspektivrahmen Sachunterricht (GDSU, 2013), wo die Verben *konstruieren und herstellen, erkunden und analysieren, nutzen, bewerten und kommunizieren* (GDSU, 2013, S. 64) als spezifisch technische Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen benannt sind. Der aktuelle Entwurf der kommenden Auflage verwendet zur Beschreibung techniktypischer Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen die Verben *nutzen, erschließen und (ein-)ordnen, entwickeln und herstellen, kommunizieren sowie reflektieren und bewerten* (GDSU, 202X).

Hinsichtlich des Bildungspotenzials der technischen Perspektive wird im Perspektivrahmen das Lösen technischer Probleme sowie das Denken, Bewerten und Kommunizieren von Technik betont (GDSU, 2013, S. 63).

Die für technisches Handeln durchaus konstitutiven Momente der Kreativität und Gestaltung scheinen im Perspektivrahmen nur sachte in dem Ziel auf, „den produktiv-schöpferischen Charakter der Technik“ zu erfahren (GDSU, 2013, S. 64).

Ich denke, es ist fachlich unstrittig, dass *Gestalten* – im Wortsinne des Formgebens – dem Entwickeln, Konstruieren oder Herstellen von Technik immanent ist. Auffällig ist daher, dass das Gestalten von Technik ausgerechnet in technikdidaktischen Kompetenzbeschreibungen und Konzeptionen, d.h. in Bildungskontexten, kaum thematisiert wird. Gestaltung betont gegenüber den rationalen Anteilen des Problemlösens, der Funktionalität und der Optimierung des technischen Handelns den schöpferisch-kreativen Aspekt der Formgebung sowie der Entscheidung zwischen mehreren Entwicklungs- oder Konstruktions- bzw. Herstellungs-Optionen.

Mit „Gestaltungskompetenz“ (de Haan, 2008) wurde im deutschsprachigen Bildungsdiskurs allerdings die übergeordnete Zielkompetenz in der UN-Dekade *Bildung für Nachhaltige Entwicklung (BNE)* (2004-2015) benannt. In diesem Zusammenhang ging es darum, „mit anderen gemeinsam Zukunft nachhaltig zu gestalten“ bzw. um die „Gestaltung der Gesellschaft“ (de Haan, 2008, S. 28), d. h. um politisches Gestalten. *Gestalten* steht hier im Kontrast zu *Reagieren* und es steht für bewusstes und besonnenes Handeln.

3.2 Technisches Gestalten im FaBuLoUS-Projekt

Das Bildungspotenzial Technischen Gestaltens kann sich in einer Werkstatt unterschiedlich entfalten: Technik kann thematischer Inhalt sein oder als Medium der Realisierung von Gestaltungsideen fungieren. FabLabs – Fabrication Laboratories – bieten als High-Tech-Werkstätten für beides außerordentlich vielfältige Möglichkeiten.

Das technische Gestalten spielte in den meisten Bildungsformaten im Projekt FaBuLoUS eine zentrale Rolle:

Drei Bildungsformate für den Bereich Informatische Bildung in der Sekundarstufe enthielten als zentrales Moment jeweils das Erschließen einer bestimmten Produktionstechnik, mittels derer die Schüler:innen ihre Gestaltungsvorhaben umsetzten (Bockermann, 2024). Dies schloss immer digitale Bildverarbeitung, die softwaregestützte Bedienung des jeweils verwendeten digitalen Werkzeugs (Schneidplotter, Lasercutter bzw. 3D-Drucker) und den Umgang mit verschiedenen Werkstoffen ein. Im Rahmen des Herstellungsprozesses personalisierter Taschen wurden z.B. zunächst gegenseitig Porträtfotos mit den eigenen Smartphones erstellt und mittels digitaler Bildverarbeitung weiterbearbeitet. Die auf wenige einfarbige Flächen reduzierten Porträts wurden schließlich mit einem Schneidplotter aus Folien ausgeschnitten und auf Stofftaschen aufgebracht. Im zweiten Modul wurden Acryl-Glas Gravuren erzeugt und zum Bedrucken von Büttenpapier verwendet, im dritten Modul modellierte 3D-Kopf-Modelle als 3D-Druck umgesetzt (Bockermann, 2024).

Das Gestalten eines Produktes mittels einer bestimmten Technik, die dabei erlernt und erschlossen wird, schließt hier den Umgang mit digitaler Technik ein. Neben dem Einsatz unterschiedlicher Programme ist für die gewünschte Steuerung des Schneidplotters, Lasercutters bzw. 3D-Druckers auch das Speichern und Wiederfinden der eigenen Dateien nötig.

Die Bildungsformate für gesellschaftswissenschaftliche Fächer der Sekundarstufe nutzten das FabLab für Digital Storytelling (DST) bzw. Digital Storymaking (Poltze & Macgilchrist, 2024b). „In Fächern wie Geschichte, Politik oder Geographie werden oft abstrakte Konzepte, Ideen, Theorien, Entwicklungen oder soziale Phänomene behandelt, die zudem häufig interdisziplinäres Wissen und Perspektiven aus den unterschiedlichen Fächern erfordern. Es

[Digital Storytelling, DST] kann dazu beitragen, solche abstrakten, komplexen und gegebenenfalls auch interdisziplinären Konzepte und Zusammenhänge zu durchdringen, z. B. durch die konkrete Veranschaulichung mittels Hörens oder Selbstgestaltens von (z. B. historischen) Geschichten aus unterschiedlichen Perspektiven. Das DST kann es Schüler:innen ermöglichen, in die Rolle unterschiedlicher Akteur:innen oder historischer Figuren zu schlüpfen und so unterschiedliche Perspektiven und Standpunkte kennenzulernen bzw. kritisch zu reflektieren, [...]“ (Poltze & Macgilchrist, 2024a, S. 53). Anknüpfend an das Erzählen von persönlich bedeutsamen Geschichten, gestalteten die Neuntklässler:innen mit (oder ohne) Einsatz der digitalen FabLab-Werkzeuge Schaukästen im Schuhkarton-Format (Dioramen) als Bühnenbilder ihrer Geschichten. „Aus der Perspektive von Forschung und FabLab bestand ein zentrales Ziel der Angebote vor allem darin, ein ‚Versinken‘ in die Gestaltung und die Umsetzung unterschiedlicher Ideen zu gewährleisten – möglichst so, dass getroffene Gestaltungsentscheidungen auch reflektiert und begründet werden konnten. Der Ansatz des Angebots, eine Geschichte in einem dreidimensionalen Bühnenbild umzusetzen, was komplexe Gestaltungsentscheidungen und Reflexionen erfordert, förderte sowohl den gestaltenden Umgang mit Werkzeugen und Technologien und digitalen Medien als auch das Verständnis von Räumen, Bühnen, szenischer Darstellung usw.“ (Poltze & Macgilchrist, 2024b, S. 119).

Einige Bildungsformate, die Ästhetische Bildung und Inhalte des Sachunterrichts der Grundschule miteinander verbanden, basierten auf der Idee, „mit dem Entwerfen von Alltagsdingen Wissen über Existenz-, Erscheinungs- und Gebrauchsformen als auch -bedingungen ebenjener Alltagsdinge zu generieren und neue Existenz-, Erscheinungs- und Gebrauchsmöglichkeiten zu artikulieren.“ (Dittbrenner & Allert, 2024, S. 156). Dabei wurde vorrangig das „Entwerfen in seinen vielfältigen Verbindungen zu Herstellung und Produktion als eine bedeutsame Praxis für Bildungsangebote in FabLabs“ (Dittbrenner & Allert, 2024, S. 156) ins Zentrum gerückt: Kann man „Eine Gabel so umgestalten, dass man sieht, dass sie pensioniert ist? Einen Kaplastein so umformen, dass er sich auch mit Lego gut versteht? Oder das Deutschbuch so umbauen, dass dessen Hauptfiguren darin ein gemeinsames Tänzchen machen können?“ (Dittbrenner & Allert, 2024, S. 155). In der praktischen Umsetzung wurden die Entwurfsprozesse spielerisch angebahnt, um der Fantasie Raum zu geben. In drei Workshops, die jeweils zwei bis drei Tage à drei Zeitstunden umfassten, wurden folgende Themen bearbeitet:

A: Zu vorhandenen Bausteinen mittels Software zur Erstellung von 3D-Entwürfen und 3D-Druck eigene Verbindungen und Adapter gestalten (zur Idee des Verbindens siehe auch Murmann & Dittbrenner, 2022).

B: „Wenn die Gabel nicht mehr gabeln will“ (Dittbrenner & Coers, 2023). In diesem Workshop gestalteten Kinder (mit 3D-Entwurfssoftware) Gabeln um,

indem sie die Hauptelemente (Zacken, Base, Stiel) in ihrem Zusammenspiel und in ihrer einzelnen Erscheinungsform so veränderten oder neu kombinierten, dass sie widerständig, z. B. „schwerer, klobiger, instabiler oder runder“ (Dittbrenner & Allert, 2024, S. 163) wurden als es praktisch und funktional wäre.

C: Zu einem Buch, das allen bekannt ist (Deutschlektüre), produzierten einzelne Kinder einzelne Pop-Up-Seiten (Plotter) und 3-dimensionale Protagonist:innen (3D-Druck), aus denen insgesamt ein neues, beispielbares Pop-Up-Buch entstand, das für alle vervielfältigt wurde.

Als weiteres Bildungsformat für den Sachunterricht der Grundschule wurden zweitägige Programmier-Workshops mit Kleingruppen von Grundschüler:innen entwickelt und erprobt. Hier setzten Grundschüler:innen in Partner:innen-Arbeit ihre Ideen zur Gestaltung eines Roboters mittels Bastelmaterial und blockbasierter Programmierung eines Calliope mini um (Berner & Murmann, 2024).

4 Ausblick

Für Bildungskontexte und im Interesse der Thematisierung der allgemeinbildenden Potenziale Technischen Handelns scheint mir das Begriffspaar Technisches Gestalten besonders geeignet, um eine Kluft zu überwinden. Denn trotz der nicht nur alltäglichen, sondern auch gesellschaftlichen (und ökonomischen) Bedeutung von Technik, die unsere Selbst- und Weltverhältnisse überdeutlich prägt – einschließlich der persönlichen Entwicklung von Kindern und Jugendlichen – schließen wirkmächtige humanistische Bildungsideale technische Bildung nicht nur nicht ein, sondern ihre Vertreter:innen kultivieren nach wie vor eine Distanz zu Technik (Heidegger, 1962; Klems, 1988; Buhr, 2008; Euler, 2008; Murmann, 2021). Das gilt auch für die universitären Ressourcen im Bereich der Lehrer:innenbildung für allgemeinbildende Schulen (GDSU, 2018).

Die Begrifflichkeit *Technisches Gestalten* kann womöglich eine Brücke schlagen zwischen technikdidaktischen Orientierungen auf Problemlösung, funktionelle Optimierung und Reflexion einerseits und einem humanistischen Bildungsverständnis andererseits. Denn gestaltendes Handeln, als Medium allgemeiner Bildung, ist einem humanistischen Bildungsverständnis, das die persönliche Entwicklung als transformatorische Verarbeitung persönlicher, auch krisenhafter, Erfahrungen (Koller, 2023) ohne Verzweckung und Verwertungsabsichten hochhält, sehr zugänglich. Es ist jedoch dasselbe humanistische Bildungsverständnis, das traditionell und folgenreich den allgemeinbildenden Wert einer praktisch handelnden (und nicht primär kritischen) Beschäftigung mit Technik negiert bzw. ignoriert.

Literatur

- Bakker, A. (2018). What is design research in education? In A. Bakker (Hrsg.), *Design Research in Education* (S. 3-22). Routledge.
- Berner, S. & Murmann, L. (2024). Wir bauen ... einen programmierbaren Papp-Roboter, In Autorinnenkollektiv FaBuLoUS (Hrsg.), *Möglichkeitsräume zwischen FabLabs und Schulen. Perspektiven und Praktische Erkundungen* (S. 141-153). KoPaed. <https://www.kopaed.de/dateien/fablab%20240214.pdf> (Letzter Zugriff 05.08.2025)
- Bockermann, I. (2024). Bildungsmodul Informatische Bildung. Der Körper zum Objekt. In Autorinnenkollektiv FaBuLoUS (Hrsg.), *Möglichkeitsräume zwischen FabLabs und Schulen. Perspektiven und Praktische Erkundungen* (S.129-140). KoPaed. <https://www.kopaed.de/dateien/fablab%20240214.pdf> (Letzter Zugriff 05.08.2025)
- Buhr, R. (2008). Schnittstellenbetrachtung und Handlungsoptionen für den schulischen Bereich, In R. Buhr & E.A. Hartmann (Hrsg.), *Technische Bildung für alle. Ein vernachlässigtes Schlüsselement der Innovationspolitik* (S. 55-66). Institut für Innovation und Technik.
- De Haan, G. (2008). Gestaltungskompetenz als Kompetenzkonzept der Bildung für nachhaltige Entwicklung. In Inka Bormann, Gerhard de Haan (Hrsg.): *Kompetenzen der Bildung für nachhaltige Entwicklung* (S. 23-43). VS Verlag für Sozialwissenschaften. https://doi.org/10.1007/978-3-531-90832-8_4
- Dittbrenner, E. & Allert, H. (2024). Gabeln, Büchern und Bauklötzen neue Bedeutungen geben. Entwurfsprozesse von Grundschulkindern im FabLab anregen und begleiten. In Autorinnenkollektiv FaBuLoUS (Hrsg.), *Möglichkeitsräume zwischen FabLabs und Schulen. Perspektiven und Praktische Erkundungen* (S.155-175). KoPaed. <https://www.kopaed.de/dateien/fablab%20240214.pdf> (Letzter Zugriff 05.08.2025)
- Dittbrenner, E.; Coers, L. (2023). „Wenn die Gabel nicht mehr gabeln will – Funktionslogiken gestaltend auf die Spur kommen. Praxisbericht aus einem interdisziplinären FabLab-Workshop für Grundschüler:innen.“ *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung*, 56: 99-132. <https://doi.org/10.21240/mpaed/56/2023.12.04.X>
- Dittbrenner, E.; Coers, L. (2024). Mit Grundschulen ins FabLab. In Autorinnenkollektiv FaBuLoUS (Hrsg.), *Möglichkeitsräume zwischen FabLabs und Schulen. Perspektiven und Praktische Erkundungen* (S. 177-181). KoPaed. <https://www.kopaed.de/dateien/fablab%20240214.pdf> (Letzter Zugriff 05.08.2025)
- Duden (o.J.). Stichwort „gestalten“ <https://www.duden.de/rechtschreibung/gestalten> (Letzter Zugriff 05.08.2025)
- Euler, M. (2008). Situation und Maßnahmen zur Förderung technischer Bildung in der Schule, In R. Buhr & E.A. Hartmann (Hrsg.), *Technische Bildung für alle. Ein vernachlässigtes Schlüsselement der Innovationspolitik*, Institut für Innovation und Technik, (S. 67-104).
- Fablabs.io (2025): Open international FabLab Community. Online Ressources. Online unter: <https://www.fablabs.io> (Letzter Zugriff 05.08.2025)
- FabLab Bremen e.V. (2025): design – make – learn – share. Die Idee. Online unter: <https://fablab-bremen.org/idee/> (Letzter Zugriff 05.08.2025)
- GDSU – Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (2013). *Perspektivrahmen Sachunterricht. Vollständig überarbeitete und erweiterte Ausgabe*. Klinkhardt.
- GDSU (2018). Hochschulbefragung zur Technischen Bildung in der Lehrer*innenbildung für Grundschulen. Arbeitsgruppe Technische Bildung, 9. November 2018. Online unter: <https://gdsu.de/sites/default/files/Agfiles/Befragung-AG-TB-GDSU.pdf> (Letzter Zugriff 05.08.2025)
- Heidegger, M. (1962). Die Technik und die Kehre, Klett-Cotta.
- Herzberg, D. (2022). Gestaltungsorientierte Forschung zwischen Technikwissenschaft und künstlerischer Forschung. *EdeR – Educational Design Research*, 6(1), 1-20.
- Klems, W. (1988). Die unbewältigte Moderne. Geschichte und Kontinuität der Technikkritik, Serapion.
- Koller, C. (2023). *Bildung anders denken. Einführung in die Theorie transformatorischer Bildungsprozesse*. 3. erweiterte und aktualisierte Auflage. Stuttgart: Kohlhammer.

- MIT Fab Lab (2012). The Fab Charter. Online unter: <https://fab.cba.mit.edu/about/charter/>. (Letzter Zugriff 05.08.2025)
- Moebus, A. & Macgilchrist F. (2024). FAQs zu Gelingensbedingungen für die Kooperation zwischen Schulen und FabLabs. In Autorinnenkollektiv FaBuLoUS (Hrsg.), Möglichkeitsräume zwischen FabLabs und Schulen. Perspektiven und Praktische Erkundungen (S. 193-200). KoPaed. <https://www.kopaed.de/dateien/fablab%20240214.pdf> (Letzter Zugriff 05.08.2025)
- Moser, H. (2018). Praxisforschung - Eine Forschungskonzeption mit Zukunft. In Knaus, T. (Hrsg.) Forschungswerkstatt Medienpädagogik. Projekt – Theorie – Methode (S. 449-478). KoPaed. <https://doi.org/10.25656/01:17075>
- Murmann, L. (2021). Programmierende Grundschüler:innen. In R. Braches-Chyrek, C. Röhner, J. Moran-Ellis, & H. Sünker (Hrsg.), Handbuch Kindheit, Technik und das Digitale (S. 380-392). Verlag Barbara Budrich. <https://doi.org/10.2307/j.ctv1n9dkcs.26>
- Murmann, L. & Dittbrenner, E. (2022). Die Kunst des Verbindens. *Die Grundschulzeitschrift*, (331) 20-21.
- Poltze, K. & Macgilchrist F. (2024a). Postdigitalität und Storytelling. Perspektiven für Making mit Schüler*innen im FabLab. In Autorinnenkollektiv FaBuLoUS (Hrsg.), Möglichkeitsräume zwischen FabLabs und Schulen. Perspektiven und Praktische Erkundungen (S. 43-58). KoPaed. <https://www.kopaed.de/dateien/fablab%20240214.pdf> (Letzter Zugriff 05.08.2025)
- Poltze, K. & Macgilchrist F. (2024b). Making beyond MINT. Postdigital Storytelling im FabLab. In Autorinnenkollektiv FaBuLoUS (Hrsg.), Möglichkeitsräume zwischen FabLabs und Schulen. Perspektiven und Praktische Erkundungen (S. 105-127). KoPaed. <https://www.kopaed.de/dateien/fablab%20240214.pdf> (Letzter Zugriff 05.08.2025)
- Poltze, K., Demuth, K., Eke, S., Moebus, A. & Macgilchrist, F. (2022). Erfahrungen des Partizipierens. Methodologische Reflexionen zu partizipativen Forschungs- und Gestaltungsprozessen. *bildungsforschung* 2022 (2): 1-14. <https://doi.org/10.25539/bildungsforschung.v0i2.900>.
- Prediger, S. (2015). Theorien und Theoriebildung in didaktischer Forschung und Entwicklung. In Bruder, R., Hefendehl-Hebeker, L., Schmidt-Thieme, B., Weigand, H.-G.: Handbuch der Mathematikdidaktik (S. 643-662). Springer Spektrum. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-35119-8>
- Ritter, J., Gründer, K., Gabriel, G. (Hrsg.) (2007). Historisches Wörterbuch der Philosophie online. Begriff Mitwelt. Online unter: <https://doi.org/10.24894/HWPh.2552>
- Verbund offener Werkstätten e. V. (2023). Satzung Verbund offener Werkstätten e.V.. Online unter: <https://offene-werkstaetten.org/files/kcfinder/pages/3/Satzung%20Version%202023.pdf>. (Letzter Zugriff 05.08.2025)
- Verein Deutscher Ingenieure (VDI e.V.) (2004). Bildungsstandards im Fach Technik für den mittleren Schulabschluss. VDI e.V.. Online unter: <https://www.sn.schule.de/~nw/tc/files/bildungsstandards-technik>. (Über den VDI online nicht mehr zugänglich.)
- Verein Deutscher Ingenieure (VDI e.V.) (2021). Gemeinsamer Referenzrahmen Technik. Technikkompetenzen beschreiben und bewerten. Online unter: <https://www.vdi.de/ueber-uns/presse/publikationen/details/gemeinsamer-referenzrahmen-technik-gerrt>. (Letzter Zugriff 05.08.2025)

Autorin

Murmann, Lydia, Prof. Dr.

ORCID: 0000-0001-9576-9661

Didaktik des Sachunterrichts - Schwerpunkt

Naturwissenschaften und Technik

Universität Bremen

E-Mail: murmann@uni-bremen.de