**MedienPädagogik**
Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung
**www.medienpaed.com** **ISSN 1424-3636**

**Themenheft 74: Beyond Prompting?!**
**Sozio-technische Systeme, KI und Medienbildung in der Post-Digitalität.**
Herausgegeben von Annekatrin Bock, Lina Franken, Franco Rau, Jessica Kühn und Ada Fehr

# KI, Komplexität und Kontingenz

## Kreativität im Umgang mit Daten und datengetriebenen Technologien

Juliane Koglin[1]

[1] Universität Kassel

**Zusammenfassung**
*Im Spannungsfeld zwischen KI- und Datenpraktiken und (Medien-)Bildung stellt sich die Frage, welche Rolle Kreativität bei der Auseinandersetzung mit datengetriebenen, rechenbasierten Technologien wie KI spielen kann. Ausgehend von einem prozessorientierten Verständnis von Kreativität als Umgang mit Unbestimmtheit (Vollmer 2020) diskutiert der Beitrag, inwiefern kreative Praktiken – insbesondere im Sinne subjektiver, offener, iterativer Zugänge – eine kritische Reflexion von Daten und datengetriebenen Technologien ermöglichen. Zentrale Bezugspunkte sind die Strategien von Catherine d'Ignazio und Rahul Bhargava (2018, 2020) zur Förderung von Data Literacy sowie kreativ-künstlerischen Umgangsweisen mit Daten, um Daten erfahrbar und gestaltbar machen. Der Beitrag zeigt auf, dass Kreativität Räume für Exploration, Perspektivwechsel und die produktive Auseinandersetzung mit Unbestimmtheit eröffnet. Medienpädagogisch lassen sich daraus vielfältige Implikationen ableiten – etwa in Bezug auf Materialien, Formate und die Förderung einer offenen Fehlerkultur. Abschliessend plädiert der Text für ein Verständnis von Data Literacy als kulturelle Praxis, die auf kritisches Denken, kreative Widerständigkeit und partizipative Gestaltung digitaler Infrastrukturen zielt.*

**AI, Complexity and Contingency. Creativity as a Strategy for Dealing with Indeterminacy**

**Abstract**
*Amid the interplay between artificial intelligence, data-related practices, and (media) education, this article explores the role of creativity in engaging with data-driven, technological technologiessuch as AI. Drawing on a process-oriented understanding of creativity as a way of navigating indeterminacy (Vollmer 2020), it examines how creative practices – particularly those that are subjective, open-ended, and iterative – can foster critical reflection on data and data-driven technologies. Key reference points include Catherine d'Ignazio and Rahul Bhargava's strategies for promoting data literacy (2018,*

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License
http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

*2020), alongside creative and artistic approaches that make data tangible and shapeable. The article argues that creativity opens up spaces for exploration and shifts in perspective, encouraging productive engagement with uncertainty. From a media educational perspective, this gives rise to a range of implications, particularly with regard to materials, formats, and the cultivation of an open error culture. Ultimately, the paper advocates for an understanding of data literacy as a cultural practice – one grounded in critical thinking, creative resistance, and the participatory shaping of digital infrastructures.*

## 1. Einleitung

Kinder und Jugendliche wachsen heute in einer Welt auf, die tiefgreifend von datengetriebenen, rechenbasierten Technologien durchdrungen ist. Ob auf Social Media Plattformen wie TikTok, Snapchat, Instagram oder WhatsApp, bei Suchmaschinen wie Google, in Form algorithmischer Empfehlungssysteme auf YouTube oder Spotify oder im schulischen Kontext durch adaptive Lehr-Lernsysteme – der Kontakt mit komplexen rechenbasierten Technologien beginnt früh (mpfs 2024a, b). Diese Technologien operieren oftmals im Verborgenen, basieren auf intransparenten, datengetriebenen Entscheidungsprozessen und stellen damit insbesondere für Kinder, Jugendliche sowie deren Eltern und Lehrkräfte eine erhebliche Herausforderung dar. Empirische Studien (Schober und Tausche 2022; Schober et al. 2023) zeigen, dass viele Kinder und Jugendliche datengetriebene, rechenbasierte Technologien als «gruselig» empfinden. Diese Zuschreibung verweist auf ein diffuses Unbehagen angesichts der schwer durchschaubaren Funktionsweisen komplexer KI-Technologien. Gleichzeitig nutzen sie diese Technologien intensiv und mit grosser Selbstverständlichkeit, wie die Ergebnisse der KIM und JIM Studie von 2024 nahelegen (mpfs 2024a, b). Der situative «Grusel», so eine Deutung von Sebastian Schober und Sandrine Tausche (2022), wird durch die «lustvolle» Nutzungserfahrung häufig kompensiert. Empfehlungssysteme erscheinen den jungen Nutzer:innen als «Wunscherfüller» (Schober et al. 2023), obwohl – oder gerade weil – die dahinter liegenden Mechanismen nur selten verstanden werden. Ein Kind etwa beschreibt die Funktionsweisen des YouTube Empfehlungssystems so, dass «ein Mensch zunächst die Inhalte sortiert und die Maschine dann diese Sortierung ausführt und weiterführt» (Schober et al. 2023, 26). Wenngleich viele der Befragten wahrnehmen, dass ihr eigenes Nutzungsverhalten Einfluss auf die angezeigten Inhalte hat, und beobachten, dass Vorschläge mit der Zeit besser zu ihren Interessen passen (vgl. ebd., 5), zeigen nur wenige der befragten Kinder und Jugendlichen Ansätze eines über alltagsnahe Erfahrungsdeutungen hinausgehenden Verständnisses der Funktionsweisen von Empfehlungssystemen, deren genaue Logiken auch für erwachsene Nutzer:innen weitgehend intransparent bleiben. Die Mehrheit bewegt sich mit einer eher fragmentierten Auffassung durch digitale Umgebungen. Diese Beobachtungen verweisen auf zwei für diesen Beitrag zentrale Aspekte: Zum einen zeigt sich, dass das Verständnis für datengetriebene,

rechenbasierte Technologien häufig rudimentär bleibt – nicht zuletzt, weil deren operative Logiken der Auswahl, Sortierung und Gewichtung von Inhalten weitgehend unsichtbar und für Nutzer:innen kaum nachvollziehbar sind. Zum anderen wird deutlich, dass diese algorithmisch erzeugten Selektionsprozesse – etwa in Empfehlungs- oder Ranking-Systemen – die Wahrnehmung, Kommunikation und kulturellen Praktiken von Heranwachsenden (vor-)strukturieren, indem sie kontinuierlich bestimmen, welche Inhalte überhaupt sichtbar werden und welche nicht.

Insofern wirken rechenbasierte Technologien nicht bloss instrumentell, sondern transformieren die Bedingungen für Kommunikation, für Kultur und damit auch für Welt- und Selbstwahrnehmung grundlegend (Seaver 2017; Seyfert und Roberge 2017). Sie beruhen längst nicht mehr auf einfachen, deterministischen Algorithmen, sondern auf komplexen, unter der sichtbaren Oberfläche ablaufenden Prozessen, die durch ein dynamisches Zusammenspiel von Algorithmen- und Dateninfrastrukturen geprägt sind (vgl. Bajohr und Krajewski 2024, 16). In der Folge entziehen sich diese Systeme einer einfachen Erklärung und Vorhersagbarkeit, da ihre Ergebnisse nicht aus linear-deterministischen Abläufen hervorgehen, sondern aus statistischen, datenbasierten Modellierungen, deren interne Gewichtungen und Entscheidungslogiken für Nutzer:innen weitgehend intransparent bleiben und sich zudem dynamisch verändern können. Besonders deutlich wird dies an Empfehlungssystemen und generativen KI-Modellen, bei denen weder die Kriterien der Auswahl noch die Gewichtung der zugrundeliegenden Daten für Nutzer:innen vollständig nachvollziehbar sind und sich Ergebnisse situativ verändern können. Diese spezifische Form technologischer Unbestimmtheit resultiert aus der algorithmischen Verarbeitung grosser Datenmengen und deren infrastruktureller Verteilung. Sie ist insofern nicht Ausdruck prinzipieller Unbestimmtheit von Welt, sondern einer durch digitale Systeme produzierten, strukturell schwer rekonstruierbaren Selektivität. Diese technologische Unbestimmtheit ist nicht nur ein epistemologisches Problem, sondern stellt eine tiefgreifende bildungspolitische und (medien-)pädagogische Herausforderung dar, denn ein kritisch-reflexiver, selbstbestimmter Umgang mit diesen Technologien wird angesichts ihrer gesellschaftlichen Relevanz und Omnipräsenz zu einer grundlegenden Voraussetzung für Teilhabe und Mündigkeit (Sūna und Hoffmann 2024). Dies spiegelt sich auch im EU-weiten Kompetenzrahmen DigComp wider (Vuorikari et al. 2022), der jüngst um Kompetenzen zum Umgang mit KI erweitert wurde (Cosgrove und Cachia 2025). Damit reagiert die Europäische Kommission auf aktuelle digitale Entwicklungen – insbesondere die Verbreitung generativer KI – sowie auf neue politische Rahmenbedingungen wie den AI Act und den Digital Services Act. Er wurde um zentrale Aspekte wie KI-Kompetenz, den kritischen Umgang mit Desinformation, digitale Rechte sowie Wohlbefinden in digitalen Räumen ergänzt. Ziel ist es, digitale Kompetenzen für Lernen, Arbeit und gesellschaftliche Teilhabe stärker an ethischen, nachhaltigen und inklusiven Prinzipien auszurichten. Auch auf bundesweiter Ebene verfolgt die Kultusministerkonferenz (KMK) in Deutschland spätestens seit 2016/2017/2021

mit ihrer Strategie einer *Bildung in der digitalen Welt* das Ziel, Lernende zu einem selbstständigen und mündigen Leben in einer digitalen Welt zu befähigen. Sie orientiert sich bei der Konzeption von insgesamt sechs Kompetenzbereichen am EU-weiten DigComp Framework, das sich an EU-Bürger:innen jeden Alters richtet und seit 2013 kontinuierlich weiter entwickelt und ausdifferenziert wird (Ferrari et al. 2013; Carretero et al. 2017; Vuorikari et al. 2022; Cosgrove und Cachia 2025). Während solche bildungspolitischen Rahmenkonzepte jedoch häufig auf einer normativ-abstrakten Ebene verbleiben, bedarf es aus (medien-)pädagogischer Perspektive konkreterer Konzepte und Handlungsoptionen. Die Herausforderung besteht darin, Kindern und Jugendlichen nicht nur funktionales Technikverständnis zu vermitteln, sondern sie zur aktiven Auseinandersetzung mit einer technologisch vorangetriebenen Unbestimmtheit zu befähigen – einer Unbestimmtheit, die sich aus der zunehmenden Komplexität, Kontingenz und Intransparenz datengetriebener, rechenbasierter Technologien ergibt.

Im Anschluss an diese Überlegungen richtet der Beitrag den Fokus auf Kreativität als Strategie im Umgang mit technologisch bedingter Unbestimmtheit. Dazu wird zunächst die technologische Dimension dieser Unbestimmtheit skizziert, um darauf aufbauend eine bildungstheoretische Perspektive auf Unbestimmtheit zu entwickeln. Anknüpfend an das Konzept der Strukturalen Medienbildung (Jörissen und Marotzki 2009) wird argumentiert, dass Unbestimmtheit nicht als Defizit, sondern als produktives Moment innerhalb von Bildungs- und Subjektivierungsprozessen verstanden werden kann. Daran anschliessend wird Kreativität als pädagogische Umgangsform mit Unbestimmtheit fokussiert. Aufbauend auf schulpädagogischen Konzepten (v. a. Vollmer 2020) wird Kreativität als eine Form des Handelns in offenen, unbestimmten Situationen begriffen, die insbesondere im Umgang mit KI und algorithmischen Systemen neue Impulse ermöglicht. Abschliessend richtet der Beitrag den Blick auf medienpädagogische Implikationen und diskutiert anhand ausgewählter Materialien, wie sich kreative Zugänge zur Förderung von Data Literacy im Kontext von KI- und datenbasierten Systemen als Anschlussstellen für Bildungskontexte beschreiben lassen. Im Zentrum steht dabei die Frage, wie bestehende Ansätze und Materialien als exemplarische Verdichtungen eines kreativen Umgangs mit Daten und datengetriebenen Technologien gelesen und weitergedacht werden können.

## 2. Komplexität und Kontingenz im Kontext datengetriebener Technologien

Komplexe datengetriebene Technologien begegnen Nutzer:innen heute in sehr unterschiedlichen Kontexten von Social Media-Plattformen über Suchmaschinen bis zu generativen KI-Anwendungen. Mit der breiten Verfügbarkeit von Modellen wie ChatGPT oder DALL E hat sich dabei nicht nur ihr Einsatzbereich erweitert, sondern auch die Art und Weise, wie Nutzer:innen mit algorithmischen Systemen interagieren. Insbesondere generative KI verlagert diese Interaktion in sprachbasierte dialogische Interfaces, die

eine scheinbar unmittelbare und intuitive Nutzung ermöglichen. Gerade diese Niedrigschwelligkeit steht jedoch in einem Spannungsverhältnis zur technischen Komplexität der Systeme: Diese basieren auf algorithmischen Modellen, die darauf ausgerichtet sind, jeweils spezifische Datentypen – etwa Bild, Text oder Sprache – zu verarbeiten und auf dieser Grundlage neue Inhalte zu generieren. Unter der Oberfläche operieren dabei hochgradig datenbasierte Verfahren, die nicht nach festen Regeln, sondern auf Grundlage statistischer Wahrscheinlichkeiten arbeiten. Die Generierung von Texten oder Bildern erfolgt somit nicht als direkte Umsetzung eines Inputs, sondern als Ergebnis vielschichtiger Modellierungs- und Gewichtungsprozesse, die für Nutzer:innen weder einsehbar noch vollständig rekonstruierbar sind. Diese Struktur hat zur Folge, dass die Ergebnisse zwar anschlussfähig und oft plausibel erscheinen, zugleich aber variabel, situationsabhängig und nur begrenzt vorhersagbar bleiben. Dies ist darauf zurückzuführen, dass solche Modelle ihre Ausgaben auf der Grundlage hochdimensionaler Repräsentationen von Daten – sogenannte latente Räume – erzeugen, in denen Bedeutungszusammenhänge statistisch organisiert sind, ohne für Nutzer:innen direkt zugänglich zu sein. Diese internen Repräsentationsräume bilden die Grundlage dafür, wie Eingaben verarbeitet und in neue Inhalte überführt werden. In bildgenerativen Modellen etwa ermöglicht ein Prompt die – mehr oder weniger – *gezielte* Navigation durch den latenten Raum, in dem jeder Punkt einen potenziellen Ausgangspunkt für ein neues Bild darstellt. Mit anderen Worten: Nutzer:innen können mithilfe natürlicher Sprache Datenräume erkunden und gezielt manipulieren. Doch selbst identische Prompts führen nicht zwingend zu identischen Ergebnissen: «Ein und derselbe Prompt kann bei verschiedenen Modellen ganz unterschiedliche Ergebnisse erzielen» (Alexeev 2023, 78) – und selbst bei Verwendung desselben Modells ist dies der Fall, indem nie *nur ein* Ergebnis generiert wird, sondern immer «nahezu unendliche Permutationen von Möglichkeiten» (Kirschenbaum 2024, 164 f.) hervorgebracht werden (können). Daraus ergibt sich eine gewisse Unvorhersehbarkeit, mit der Nutzer:innen (jeden Alters) zu tun haben, wenngleich diese Anwendungen auf algorithmischen Modellen von Welt operieren und insofern durchaus berechenbar und die Ergebnisse prinzipiell vorhersehbar sind. Unbestimmtheit zeigt sich hier somit nicht als Ausnahme, sondern als strukturelles Merkmal der Interaktion mit generativen Systemen. Dabei wird auch deutlich, dass die algorithmische Ebene untrennbar mit der Datenebene verwoben ist: «All algorithms process data» (Matzner 2024, 107). Nun handelt es sich allerdings bei den angeführten algorithmischen Modellen wie Empfehlungssystemen, Suchmaschinen oder generativen Modellen nicht mehr nur um *einfache* Algorithmen, die einen Input in einen bestimmten Output überführen: «Das klassische sequenzielle Paradigma […] wird heute durch das konnektionistische Paradigma – stochastische maschinelle Lernmodelle – zumindest erweitert, wenn nicht infrage gestellt» (Bajohr und Krajewski 2024, 16). So werden Inhalte, die auf Social Media- oder Streamingplattformen vorgeschlagen werden, nicht nur durch das individuelle Nutzungsverhalten beeinflusst, sondern auch durch das aggregierte Verhalten anderer Nutzer:innen. Auch

Suchmaschinen wie Google strukturieren ihre Ergebnisse auf Basis von Standortdaten, vorherigen Suchanfragen und vergleichbaren Nutzerprofilen – all dies wird algorithmisch verarbeitet und dynamisch gewichtet.

Ein älteres, aber anschauliches Beispiel, das die Komplexität datengetriebener rechenbasierter Technologien und ihre gesamtgesellschaftlichen Implikationen verdeutlicht, ist *Google DeepDream*. Im Mai 2015 entwickelten der Künstler und Google-Forscher Alexander Mordvintsev gemeinsam mit dem Software-Ingenieur Mike Tyka eine modifizierte Version eines Convolutional Neural Networks (CNN), das mit über 14 Millionen Bildern aus der Datenbank *ImageNet* trainiert wurde. Ziel war, Strukturen in Bildern zu identifizieren und «mit einer eigenen kreativen Interpretation» hervorzuheben (Merzmensch 2023, 16). *DeepDream* wurde dadurch bekannt, dass es vermeintlich erkannte Muster in Bildern verstärkte – oft bis zur Unkenntlichkeit. Nicht selten *erkannte* das System zufällige Strukturen als Hunde oder Katzen, obwohl diese im Ausgangsbild gar nicht vorhanden waren (vgl. ebd., 17). Tatsächlich *erkennt* das System aber nichts im eigentlichen Sinn. «Das Bild wird […] in den Schichten des Netzes abstrahiert, und die abstrakteren Merkmale führen am Ausgang des Netzes zu der Entscheidung» (Kirste und Schürholz 2019, 33). Sofern das Zielbild z. B. auch nur einen Hauch von Hund enthält, wird das entsprechende künstliche Neuron in dieser Schicht stimuliert, um die «dogness» zu betonen, wie Miller (2019, 63) sie beschreibt. Die so erzeugten Bilder erinnern stark an Halluzinationen oder Traumbilder – was schliesslich auch zur Namensgebung *DeepDream* beigetragen hat. Die Anwendung gilt als eine der ersten KI-Technologien, die breite öffentliche Aufmerksamkeit und Zustimmung erhielt (vgl. Merzmensch 2023, 18). Der Blick auf diese Anwendung offenbart aber nicht nur die visuellen Möglichkeiten neuronaler Netze, sondern auch ihre Abhängigkeit von den zugrunde liegenden Daten. Die Trainingsdatenbank *ImageNet* wurde 2009 mit dem Ziel erstellt, eine der grössten öffentlich verfügbaren Bilddatenbanken zur Verfügung zu stellen (vgl. Deng et al. 2009) – mit Kategorien, die häufig auf problematischen Taxonomien beruhen. Darauf haben Forscherin Kate Crawford und Künstler Trevor Paglen (2021) in ihrer Analyse der Kategorie «Person» im Rahmen ihres gemeinsamen Kunstprojekts *ImageNetRoulette*[1] hingewiesen. In dieser Kategorie finden sich zahllose diffamierende, rassistische, homophone, sexistische etc. Bezeichnungen für Menschen – die dann, werden sie für Trainingszwecke eingesetzt, nicht nur reproduziert, sondern zudem verstärkt werden.

> «To see that requires observing how patterns of inequality across history shape access to resources and opportunities, which in turn shape data. That data is then extracted for use in technical systems for classification and pattern recognition, which produces results that are perceived to be somehow objective. The result is a statistical ouroboros: a self-reinforcing discrimination machine that amplifies social inequalities under the guise of technical neutrality». (Crawford 2021, 131)

1 Trevor Paglen und Kate Crawford, *ImageNet Roulette.* URL: https://paglen.studio/2020/04/29/imagenet-roulette/ (Stand: 24. 04. 2026).

Auch wenn *DeepDream* als vergleichsweise frühes Beispiel neuronaler Bildverarbeitung gilt und sich gegenwärtige generative KI-Modelle demgegenüber architektonisch und funktional deutlich weiterentwickelt haben, bleibt die grundlegende Abhängigkeit von Datenbeständen bestehen. Zeitgenössische Modelle – etwa grosse Sprach- oder Bildgenerationsmodelle – werden auf umfangreichen, oft heterogenen Datensätzen trainiert, deren konkrete Zusammensetzung, Herkunft und Qualität nur eingeschränkt nachvollziehbar sind. Die darin enthaltenen Muster, Kategorisierungen und impliziten Wertungen gehen nicht mehr primär auf explizite taxonomische Entscheidungen einzelner Akteur:innen (wie z. B. Clickworker:innen) zurück, sondern werden im Zuge statistischer Lernprozesse aus grossen Datenmengen extrahiert und verdichtet. Gerade darin zeigt sich jedoch eine strukturelle Kontinuität, sofern auch generative Systeme gesellschaftlich geprägte Wissensordnungen, Normen und Verzerrungen reproduzieren und transformieren, die in den Trainingsdaten angelegt sind – wenn auch in weniger direkt sichtbarer, aber nicht weniger wirksamer Form. Daran wird deutlich, dass ein selbstbestimmter, kritischer Umgang mit datengetriebenen, rechenbasierten Technologien wie generativen Modellen ein Bewusstsein über die Funktionsweisen und die komplexen Wechselwirkungen zwischen der algorithmischen Ebene und Dateninfrastrukturen voraussetzt, um bestehende soziale Schieflagen nicht zusätzlich zu verschärfen, ohne es zu bemerken.

## 3. Unbestimmtheit als Ressource

Der beschriebene Komplexitätszuwachs, der mit der zunehmenden Verbreitung datengetriebener, rechengestützter Technologien einhergeht, ist in mehrfacher Hinsicht mit einem Anstieg an Kontingenz – also Unbestimmtheit – verbunden. Zum einen betrifft dies die Frage nach den Daten selbst: Wo haben sie ihren Ursprung? Wessen Perspektiven sind in den Trainingsdaten vertreten – und wessen nicht? Nach welchen Klassifikationsmechanismen werden Daten erfasst, verarbeitet und kategorisiert? Zum anderen zeigt sich Unbestimmtheit in der kaum mehr überschaubaren Fülle generierter Inhalte, die zu ohnehin schon unüberschaubar grossen Informationsmengen hinzukommt, die im Internet kursieren (vgl. Jörissen und Marotzki 2009, 31). Die zentrale Herausforderung liegt darin, mit Inhalten umzugehen, die möglicherweise künstlich erzeugt wurden: eine Entwicklung, die zu einer tiefgreifenden epistemischen Verunsicherung bei Nutzer:innen führen kann, da die *Potenzialität* wächst – und damit auch die Vorstellung, dass prinzipiell *alles* generiert sein *könnte* (vgl. Ahlborn und Verständig 2024, 187 f.). Was genau heisst das für Nutzer:innen? Wie verändert sich deren Verhältnis zu Informationen und Wissen und damit einhergehend auch zur Welt? Dies alles führt zu einem Verlust an verlässlichen Ordnungen, der neue Formen der Orientierung erforderlich macht. Bereits 2009 betonten Benjamin Jörissen und Winfried Marotzki, dass sich angesichts solcher Entwicklungen «die Frage nach dem Ort des Menschen innerhalb des Gesamtgefüges

gegenwärtiger soziotechnischer Systeme immer dringender» (2009, 239) stelle. Diese Systeme bringen unbestimmte – oder zunehmend unbestimmbare – Gegebenheiten hervor, in denen «intakte Routinen der Selbst- und Weltauslegung» (Marotzki 1990, 153) fragwürdig werden. Gerade diese Frag-Würdigkeit eröffnet Spielräume für Neuorientierung, Reflexion und Erprobung alternativer Deutungs- und Handlungsmuster – und macht sie zugleich notwendig. Eine solche Transformation, verstanden als Veränderung von Selbst- und Weltverhältnissen, kann im Sinne transformatorischer Bildung durch die Auseinandersetzung mit Unbestimmtheit angestossen werden. Bildung erscheint in diesem Verständnis als offener, suchender Prozess: «Wir bezeichnen diese Art des suchenden, immer unter dem Vorbehalt des ‹Als ob› agierenden Selbst- und Weltverhältnisses als *Tentativität*» (Jörissen und Marotzki 2009, 19, Herv. i. O.). In solchen Prozessen, so die grundlegende Annahme in Marotzkis Bildungsverständnis, machen sich Subjekte «die Welt auf andere Weise zugänglich» und «sich selbst auf andere Weise transparent» (Marotzki 1990, 43). Unbestimmtheit wird in dieser Perspektive nicht als unüberwindbare Herausforderung betrachtet, sondern auch als Anlass für Reflexion bzw. sogar als Grundvoraussetzung für Bildung.

Unbestimmtheit bietet allerdings nicht nur Raum für individuelle Auseinandersetzung, sondern auch für kollektive Aushandlungsprozesse, die sich etwa in ästhetischen Ausdrucksformen, politischen Positionierungen oder symbolischen Widerständen manifestieren können (Ahlborn und Verständig 2024; Ahlborn et al. 2024), was exemplarisch an den Arbeiten der Informatikerin, Künstlerin und Aktivistin Joy Buolamwini, Gründerin der *Algorithmic Justice League,* festgemacht werden kann. In ihrer künstlerisch-aktivistischen Arbeit thematisiert sie die systematische Diskriminierung in rechenbasierten Technologien wie KI, insbesondere durch Trainingsdaten, die rassistische oder sexistische Verzerrungen enthalten. In ihrem Projekt *AI, Ain't I A Woman?* (Boulamwini 2018) macht Joy Buolamwini anhand performativer und datenbasierter Experimente sichtbar, wie Gesichtserkennungssysteme schwarze Frauen – etwa Oprah Winfrey oder Michelle Obama – falsch klassifizieren oder teilweise gar nicht erkennen. Dabei verbindet Buolamwinis Praxis ästhetische Mittel mit politischer Aufklärung und kritischer Forschung und demonstriert, wie aus technologisch angetriebener Unbestimmtheit eine Form kultureller und gesellschaftlicher Gegenwehr entstehen kann. Mit ihren Arbeiten macht sie sichtbar, dass Algorithmen die Welt nicht einfach neutral abbilden, sondern vielmehr als performative Ordnungsinstanzen fungieren, die Bedeutungen erzeugen, Wertigkeiten festlegen und Ungleichheiten verschärfen:

> «Algorithmen bilden relationale Verhältnisse also nicht allein deskriptiv ab, sie besitzen auch performative Kraft […]. Sie kennzeichnen, was für gut oder schlecht, richtig oder falsch, gerecht oder ungerecht befunden werden kann oder soll». (Maschewski und Nosthoff 2024, 49 f.)

Damit kann ihre Arbeit als weiteres Beispiel für die zuvor skizzierten Schieflagen in vorhandenen Datensätzen betrachtet werden, indem durch die Verwendung von Datensätzen aus der Vergangenheit gesellschaftliche Schieflagen durch algorithmische Verfahren in die Zukunft fortgeschrieben werden – mit der Folge, dass historische Ungleichheiten in automatisierte Entscheidungssysteme eingeschrieben und dort normativ wirksam werden.

Gerade aus einer bildungstheoretischen Perspektive sind Beispiele wie dieses besonders aufschlussreich: Sie machen deutlich, dass es im Umgang mit datengetriebenen, rechenbasierten Technologien nicht darum gehen kann, Unbestimmtheit zu beseitigen oder zu überbrücken, sondern vielmehr darum, sie als Ausgangspunkt kritischer Reflexion ernst zu nehmen. Unbestimmtheit wird so nicht zum Defizit, sondern zum Anlass für Reflexion und Diskussion. Unter sich kontinuierlich wandelnden Bedingungen fordert diese Unbestimmtheit Subjektivität, Orientierung und Handlungsfähigkeit heraus, die sie zugleich ermöglicht. Dabei geht es nicht primär um die Vermittlung von Wissen, sondern um die Entwicklung einer Orientierungskompetenz, die ermöglicht, in instabilen, dynamischen Kontexten urteilsfähig zu bleiben. Bildung bedeutet in diesem Sinne zu lernen, mit Ungewissheit *tentativ* umzugehen und sich selbst wie auch die Welt unter Bedingungen algorithmischer Ordnungen immer wieder neu zu befragen.

## 4. Kreativität als Umgang mit Unbestimmtheit

Anhand der kreativ-künstlerischen Auseinandersetzungen von Trevor Paglen oder Joy Buolamwini wird auf jeweils eigene Weise sichtbar, wie mit der Unbestimmtheit datengetriebener rechenbasierter Technologien produktiv und kritisch umgegangen werden kann. Beide zeigen, dass sich kreative Praxis nicht nur auf die *Gestaltung*, sondern auch auf *Durchdringung*, *Hinterfragung* und *Rekodierung* von Macht- und Bedeutungsstrukturen bezieht – besonders dann, wenn diese technologisch vermittelt und (anscheinend) unsichtbar sind. Beide nutzen Unbestimmtheit nicht als Defizit, sondern als Ausgangspunkt für kreative Intervention: Sie machen algorithmische Ordnungen ästhetisch – Paglen oft konzeptuell und visuell abstrakt, Buolamwini direkt, emotional und persönlich. Sie übersetzen technische Prozesse in kulturelle Narrative und erzeugen so die Deutungsweisen über Technologie. Die *blinden Flecken* rechenbasierter Technologien werden dabei zum Material künstlerischer Reflexion. Hieran wird deutlich, dass Kreativität in solchen Kontexten nicht als Ausdruck individuellen Genies verstanden wird, sondern als kulturelle und erkenntnisbezogene Praxis, die ermöglicht, in komplexen und instabilen technologischen Umwelten neue Perspektiven zu eröffnen. In diesem Beitrag wird Kreativität in Anlehnung an die schulpädagogischen Positionen von Barbara Vollmer (2020) ebenfalls nicht als künstlerisches Genie oder originelles Talent verstanden, sondern als Fähigkeit zur Problemlösung. Kreative Probleme zeichnen sich dadurch aus, dass sowohl der Weg zur Lösung als auch das Ziel selbst unklar sind – in vielen Fällen

muss sogar erst die Aufgabenstellung gefunden werden. Kreativität bedeutet unter diesen Voraussetzungen, im unbekannten Raum zu handeln, wobei es darum geht, Ideen zu entwickeln, zu verwerfen und neu zu kombinieren:

> «Etwas zu schaffen, das vorher in dieser Form noch nicht existiert hat, bedeutet zunächst, dass man Vorstellungen entwickeln muss, die anschließend verfolgt oder verworfen werden.» (ebd., 27)

Kreatives Denken ist damit prinzipiell offen, iterativ und risikobehaftet – und genau darin liegt das Potenzial kreativ-künstlerischer Zugänge, die auf diese Art und Weise Wissensformen erschliessen können, die sich einer formalen Logik entziehen, aber gerade dadurch produktive Beiträge zur gesellschaftlichen Verständigung über technologische Entwicklungen leisten können (Ahlborn 2023). Dies gilt umso mehr, als algorithmisch konstituierte oder auch generierte Bilder, Texte oder Objekte nicht nur sinnlich wahrnehmbare Oberflächen, sondern auch maschinenlesbare Algorithmen- und Dateninfrastrukturen sind, sodass sie zur gleichen Zeit sichtbar oder anderweitig wahrnehmbar *und* berechenbar sind (vgl. Nake 2014, 288) sind. Wie Susann Grabowski und Frieder Nake (2019) in Bezug auf algorithmische Kunst betonen, geht damit ein radikaler Bruch einher und die Rolle des Menschen verschiebt sich im Kontext algorithmischer Produktionsweisen grundlegend: Nicht mehr die einmalige Hervorbringung eines einzelnen Werks steht im Zentrum, sondern die Formulierung von Regeln, Modellen oder Verfahren, die eine Vielzahl möglicher Ergebnisse generieren können. Damit rückt weniger das einzelne Artefakt als vielmehr die zugrunde liegende Idee bzw. Struktur in den Vordergrund – also die «Klasse» möglicher Werke anstelle des singulären Objekts (vgl. ebd., 91). Diese Werke machen die Beschaffenheit mehr oder weniger komplexer algorithmischer Systeme auf eine neue Art und Weise zugänglich, indem sie sichtbar wird. Ähnliches hebt Trevor Paglen in Bezug auf seine künstlerischen Arbeiten zum maschinellen Sehen im Gespräch mit Kunsthistorikerin Pamela Scorzin hervor: «Die Bilder über das maschinelle Sehen machen diese unsichtbaren oder bislang ungesehenen Rechnerbilder sichtbar» (Scorzin 2021, 134). Die kreativ-künstlerische Auseinandersetzung mit KI macht darauf aufmerksam, welche weitreichenden Auswirkungen der Einsatz dieser Technologien in gesellschaftlich relevanten Feldern haben kann. Sie thematisieren nicht nur die zunehmende Abhängigkeit von grossen Technologieunternehmen, sondern richten den Blick auch auf die Bedeutung und Rolle von Daten in algorithmischen Entscheidungsprozessen und verweisen zugleich auf verdeckte Machtstrukturen, politische Einflussnahmen und normative Ordnungen, die sich in den Funktionsweisen und Ergebnissen KI-gestützter Technologien niederschlagen. Solche Auseinandersetzungen leisten einen wichtigen Beitrag zur kritischen Reflexion gegenwärtiger KI- und Dateninfrastrukturen und eröffnen alternative Perspektiven, die technologische Entwicklungen nicht nur zu begleiten, sondern aktiv zu hinterfragen und mitzugestalten.

## 5. Kreativität als Zugang zu Daten und datengetriebenen Technologien

Ein vergleichbares Problemfeld adressieren auch bildungspolitische Programme, etwa die Strategie der KMK für eine Bildung in der digitalen Welt (KMK 2016), die sich auf das europäische DigComp-Framework stützt. Während kreativ-künstlerische Praktiken jedoch vor allem ästhetische, reflexive und experimentelle Zugänge eröffnen, zielen diese Programme primär auf die Vermittlung von Kompetenzen im Umgang mit Daten und digitalen Technologien. Besonders der erste Kompetenzbereich – Informations- und Datenkompetenz – rückt die Fähigkeit in den Fokus, mit Daten, Informationen und digitalen Inhalten umzugehen, d. h. sie zu recherchieren, auszuwerten, zu filtern und zu verwalten. Datenkompetenz heisst demnach, in der Lage zu sein, Daten zu erfassen, zu managen und anzuwenden. In ähnlicher Weise definieren auch theoretisch-konzeptionelle Ansätze den Begriff Data Literacy, den sie in der Regel weiter fassen: Data Literacy bedeutet nicht nur, Daten technisch handhabbar zu machen, sondern auch ihre Entstehungsbedingungen zu reflektieren. Im Zentrum steht die Frage, wer unter welchen Voraussetzungen an der Generierung, Auswahl und Klassifikation von Daten beteiligt ist – und welche gesellschaftlichen Konsequenzen damit verbunden sein können. Entsprechende Konzepte (vgl. Sampson et al. 2022; van Audenhove et al. 2020; Wolff et al. 2016) adressieren daher neben Erhebung und Anwendung auch Analyse, Kontextualisierung, Visualisierung sowie die kritische Interpretation von Daten. Allerdings bleiben viele dieser Konzepte unscharf in Bezug auf ihre konkrete Umsetzung (Ahlborn et al. 2021): Wie können datenbezogene Kompetenzen in Bildungsprozessen praktisch gefördert werden? Wo können Lernende, aber auch Lehrende abgeholt werden, insbesondere wenn sie weniger technikaffin sind? Welche Vorstellungen und (Miss-)Verständnisse prägen ihre Zugänge zu komplexen algorithmischen Systemen?

An dieser Stelle setzen kreative Ansätze an, die bewusst *nicht* entlang kompetenzorientierter bildungspolitischer Papiere ausgerichtet sind, sondern gezielt versuchen, von technikzentrierten, oft defizitorientierten Perspektiven abzuweichen. Ein besonders anschlussfähiger Zugang zur Förderung kreativer Datenkompetenz findet sich in den von Catherine d'Ignazio und Rahul Bhargava entwickelten Strategien der *Creative Data Literacy*. Sie zielen darauf ab, Daten nicht primär als technische Ressource, sondern als kulturell und sozial eingebettetes Material zu begreifen, das aktiv interpretiert, gestaltet und hinterfragt werden kann. Sie übersetzen die zuvor skizzierten theoretischen Überlegungen zu technologischer Unbestimmtheit und Kreativität in praktisch anschlussfähige Zugänge, um auch weniger technik- und datenaffine Menschen für datenbezogene Fragestellungen zu sensibilisieren (d'Ignazio 2017; d'Ignazio und Bhargava 2018, 2020).

1. Arbeit mit community-zentrierten Daten
2. Rekontextualisierung und Umstrukturierung von Daten und Datensätzen (Make Data Messy)
3. Rekonstruktion von Datenbiografien (Herkunft und Entstehungsbedingungen)
4. Arbeit in zugänglichen und geeigneten (Lern-)Umgebungen

5. Entwicklung einer offenen Fehlerkultur im Umgang mit Daten

Diese Strategien lassen sich jedoch weniger als festes Set von Methoden verstehen, sondern vielmehr als heuristische Zugänge, die unterschiedliche Perspektiven auf Daten eröffnen. Im Folgenden sollen zwei der fünf angeführten Strategien exemplarisch dargestellt werden:

1. Die Entwicklung bzw. Rekonstruktion von *Datenbiografien* richtet den Blick auf die Herkunft, Entstehung und Verarbeitung von Daten. Hier wird danach gefragt, unter welchen Bedingungen Daten generiert werden, welche Entscheidungen in ihre Erhebung und Strukturierung eingeflossen sind und welche Perspektiven dabei ausgeschlossen bleiben. Dabei werden Daten nicht als gegebene, neutrale Grundlage verstanden, sondern als Ergebnis sozialer, kultureller und politischer Aushandlungsprozesse. Analoge Formate wie *Observe, Collect, Draw* (Lupi und Posavec 2018) greifen diese Idee auf, indem sie alltägliche Beobachtungen, persönliche Erfahrungen oder soziale Beziehungen als legitime Datenquellen ernst nehmen. Lernende erfassen beispielsweise eigene Routinen, Emotionen oder Interaktionen und übersetzen diese in visuelle Darstellungen. Insbesondere im Kontext von KI-Systemen gewinnt diese Perspektive an Bedeutung, da auch generative Modelle auf grossen Datenmengen basieren, deren Herkunft, Auswahl und Gewichtung in der Regel nicht transparent sind. Die Arbeit mit eigenen Daten und ihrer Genese ermöglicht, diese Unsichtbarkeit zu reflektieren und ein Bewusstsein dafür zu entwickeln, dass auch scheinbar objektive KI-Ausgaben auf historisch gewachsenen und sozial geprägten Daten beruhen.
2. Die Strategie *Make Data Messy* zielt darauf, die scheinbare Ordnung und Objektivität von Daten zu hinterfragen. Während viele digitale Systeme darauf abzielen, Daten zu strukturieren, zu standardisieren und zu glätten, verfolgt diese Strategie den umgekehrten Ansatz, indem sie dazu auffordert, Daten bewusst umzustrukturieren, zu verfremden oder mehrdeutig darzustellen und ihre Interpretationsbedürftigkeit sichtbar zu machen. Projekte wie *This is Me and Only Me* (Garner und Lupi 2024) oder *I Am a Book. I Am a Portal to the Universe* (Posavec und Quick 2020) setzen dies um, indem sie unterschiedliche Visualisierungen desselben Datensatzes gegenüberstellen oder Daten in narrative oder ästhetische Formen überführen. Auf diese Weise wird erfahrbar, dass Daten nicht einfach *für sich sprechen*, sondern immer im Kontext spezifischer Darstellungs- und Deutungspraktiken stehen. Im Hinblick auf KI-Systeme lässt sich daran anschliessen, dass auch die hier entstehenden Vorschläge und/oder Ergebnisse nicht als eindeutige Abbildungen von Wirklichkeit gesehen werden können, sondern als Wahrscheinlichkeitsverteilungen innerhalb komplexer Modellräume. Die bewusste *Unordnung* von Daten kann daher helfen, die scheinbare Präzision algorithmischer Outputs zu relativieren und alternative Interpretationen zu eröffnen.

Ansätze wie diese eröffnen damit kreative Zugänge zu Daten, die ermöglichen, die diese inhärente Unbestimmtheit nicht nur analytisch zu erfassen, sondern praktisch zu erfahren und zu reflektieren. Sie verschieben den Fokus von einem rein funktionalen Umgang mit Daten zu einer experimentellen, kritisch-reflexiven Praxis, die insbesondere im Kontext von datengetriebenen Technologien neue Perspektiven auf deren Funktionsweise und Wirkungspotenziale eröffnet. Eine zentrale Rolle spielt dabei die von d'Ignazio und Bhargava betonte offene Fehlerkultur, in der es nicht um möglichst makellose Ergebnisse geht, sondern um community-zentrierte und prozesshafte Outputs. Fehler, Umwege und das bewusste Verwerfen von Entwürfen werden dabei nicht als Störungen verstanden, sondern als produktiver Teil des Erkenntnisprozesses. Gerade im Bereich der Datenvisualisierung zeigt sich dieses Prinzip besonders deutlich, da hier die iterative Gestaltung und Neuzusammenstellung von Daten entscheidend für das Verständnis komplexer Zusammenhänge ist (d'Ignazio und Bhargava 2020). In diesem Sinne beschreibt auch Paul Heinicker Scheitern im Gestaltungsprozess nicht als Defizit, sondern als «Chance», als konstitutives «Element eines fundierten Gestaltungsprozesses» (2024, 65). Derartige Ansätze sind nicht nur niedrigschwellig, sondern auch an verschiedene Lernkontexte anpassungsfähig – gerade angesichts der sehr unterschiedlichen technischen Ausstattung an Schulen (vgl. Dziak-Mahler 2019). Abseits des Digitalen eröffnen sie alternative Perspektiven auf digitale Phänomene und fördern ein kreatives Verständnis von Daten als gestaltbare, interpretierbare kulturelle Praxis. Die von d'Ignazio und Bhargava entwickelten Strategien lassen sich daher nicht nur als didaktische Ergänzungen bestehender Data-Literacy-Modelle verstehen, sondern als alternative epistemische Praxisform, die Datenkompetenz explizit über kreative, reflexive und experimentelle Zugänge konzeptualisiert.

## 6. Schlussbemerkung

Die bisherigen Überlegungen haben gezeigt, dass kreative Auseinandersetzungen mit Daten und algorithmischen Strukturen nicht nur neue Perspektiven auf rechenbasierte Technologien eröffnen, sondern auch einen spezifischen Reflexionsgehalt entfalten – insbesondere dann, wenn Unbestimmtheit, Offenheit und Mehrdeutigkeit nicht als Defizite, sondern als produktive Ausgangspunkte verstanden werden. Daraus ergeben sich medienpädagogische Implikationen, die über technische Ausstattung oder rein instrumentelle Kompetenzorientierung hinausgehen. Obwohl nämlich Programme wie die KMK-Strategie für eine *Bildung in der digitalen Welt* oder das *DigComp*-Framework die Relevanz von Datenkompetenz anerkennen, bleibt häufig offen, wie diese Kompetenzen konkret vermittelt werden können – und mit welchen Methoden und Materialien eine kritische, kreative Auseinandersetzung mit Daten und digitalen Prozessen tatsächlich gelingen kann. Zentral ist zunächst die Einsicht, dass Kreativität in diesem Kontext nicht bloss als Methode zu verstehen ist, sondern als Haltung, als Bereitschaft,

Unsicherheiten auszuhalten, Fragen zu stellen, Hypothesen zu entwickeln, zu verwerfen und neu zu denken. Diese Haltung lässt sich nicht auf theoretischer Ebene *vermitteln* – sie muss erfahren, ausprobiert und praktiziert werden. Dafür braucht es Lernräume, die Offenheit ermöglichen, Fehler zulassen und Exploration fördern. Wenngleich materielle und infrastrukturelle Voraussetzungen entscheidend sind, weist Myrle Dziak-Mahler (2019) zu Recht darauf hin, dass technische Infrastruktur allein nicht ausreicht – sie muss durch didaktische Konzepte, geeignete Materialien und angemessene Herangehensweisen ergänzt werden. Um kreative Datenpraktiken im Sinne von d'Ignazio und Bhargava umzusetzen, braucht es Formate, die jenseits etablierter, oft defizitorientierter Vorstellungen von *digitaler* Bildung ansetzen. Kreativität spielt dabei eine zentrale Rolle – gerade im Umgang mit jener Unbestimmtheit, die rechenbasierte Technologien, Datenpraktiken und algorithmische Systeme auszeichnen. Sie ermöglicht, *tentativ* mit offenen Problemstellungen umzugehen, alternative Denkweisen zu erproben und neue Bedeutungen zu schaffen. Als gestalterische reflexive Praxis trägt Kreativität dazu bei, den Anspruch auf Objektivität, Neutralität und Unfehlbarkeit digitaler Systeme kritisch zu hinterfragen und zugleich eigene handlungsorientierte Perspektiven zu entwickeln.

**Hinweis zur Einbindung von «KI»**

Für die Strukturierung und sprachliche Überarbeitung einzelner Textabschnitte wurde ChatGPT (OpenAI, GPT–4) unterstützend eingesetzt. Die inhaltliche Argumentation, Literaturauswahl sowie die finale Textverantwortung liegen vollständig bei der Autorin.

**Literatur**

Ahlborn, Juliane. 2023. «KI-Kunst als kreativer Zugang zu Data Literacy». In *Postdigitale Kulturen Jugendlicher: Medienpädagogische Gestaltungs- und Identitätsräume: Beiträge aus Forschung und Praxis: Prämierte Medienprojekte*, herausgegeben von Friederike von Gross und Renate Röllecke, 45–50. Dieter Baacke Preis Handbuch 18. München: kopaed.

Ahlborn, Juliane, und Dan Verständig. 2024. «Programmierter Protest? Ausdrucksformen des Widerstands im digitalen Zeitalter». In *Populismus und Protest*, herausgegeben von Sabrina Schenk, 175–200. Opladen: Barbara Budrich. https://doi.org/10.2307/jj.12496268.10.

Ahlborn, Juliane, Dan Verständig, und Philip Karsch. 2024. «Debunking Disinformation: Über kreative Praktiken im Umgang mit Datenvisualisierungen und die Bedeutung für die Dekonstruktion von Desinformationsstrategien». *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung* 59 (April): 1–22. https://doi.org/10.21240/mpaed/59/2024.04.08.X.

Ahlborn, Juliane, Dan Verständig, und Janne Stricker. 2021. «Embracing Unfinishedness: Kreative Zugänge zu Data Literacy». *Medienimpulse* 59 (3): 42 Seiten. https://doi.org/10.21243/mi-03-21-18.

Alexeev, Vladimir. 2023. «Am Anfang war der Prompt. Die Wege zur Kreativität der Maschine». In *Angewandte Data Science*, herausgegeben von Lothar B. Blum, 51–80. Wiesbaden: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-658-39625-1_3.

Bajohr, Hannes, und Markus Krajewski. 2024. *Quellcodekritik. Zur Philologie von Algorithmen*. Berlin: August Verlag (Imprint von MSB Matthes & Seitz Berlin). https://doi.org/10.52438/avaa1004.

Buolamwini, Joy. 2018. AI, Ain't I a Woman? https://www.youtube.com/watch?v=QxuyfWoVV98 (Stand: 24. 04. 2026).

Carretero, Stephanie, Riina Vuorikari, und Yves Punie. 2017. *DigComp 2.1 the Digital Competence Framework for Citizens with Eight Proficiency Levels and Examples of Use*. Luxemburg: Publications Office of the European Union.

Cosgrove, Judith, und Romina Cachia. 2025. *DigComp 3.0 European Digital Competence Framework*. Luxemburg: Publications Office of the European Union. https://doi.org/10.2760/0001149.

Crawford, Kate. 2021. *Atlas of Ai: power, politics, and the planetary costs of artificial intelligence*. New Haven: Yale University Press.

Crawford, Kate, und Trevor Paglen. 2021. «Excavating AI: The Politics of Images in Machine Learning Training Sets». *AI & SOCIETY*, advance online publication, June 8. https://doi.org/10.1007/s00146-021-01162-8.

Deng, Jia, wie Dong, Richard Socher, Li-Jia Li, Kai Li, und Li Fei-Fei. 2009. «ImageNet: A large-scale hierarchical image database». *2009 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, June, 248–55. https://doi.org/10.1109/CVPR.2009.5206848.

D'Ignazio, Catherine. 2017. «Creative Data Literacy: Bridging the Gap between the Data-Haves and Data-Have Nots». *Information Design Journal* 23 (1): 6–18. https://doi.org/10.1075/idj.23.1.03dig.

D'Ignazio, Catherine, und Rahul Bhargava. 2018. «Creative data literacy: A constructionist approach to teaching information visualization». *Digital Humanities Quarterly* 12 (4). https://hdl.handle.net/1721.1/123473.

D'Ignazio, Catherine, und Rahul Bhargava. 2020. «Data visualization literacy: A feminist starting point». In *Data Visualization in Society*, herausgegeben von Martin Engebretsen und Helen Kennedy. Amsterdam University Press. https://doi.org/10.2307/j.ctvzgb8c7.

Dziak-Mahler, Myrle. 2019. «Ausblick: Das Bildungssystem muss für das Informationszeitalter transformiert werden – Die digitale Transformation ist in Schule und LehrerInnenbildung noch nicht angekommen». In *Digitalisierung des Bildungssystems: Aufgaben und Perspektiven für die LehrerInnenbildung*, herausgegeben von André Bresges und Alexandra Habicher. LehrerInnenbildung gestalten, Band 12. Münster: Waxmann.

Ferrari, Anusca, Yves Punie, und Barbara Neza Brecko, Hrsg. 2013. «*DIGCOMP: A Framework for Developing and Understanding Digital Competence in Europe*». Luxemburg: Publications Office of the European Union. https://doi.org/10.2788/52966.

Garner, Madeleine, und Giorgia Lupi. 2024. *This Is Me and Only Me*. Mantua/Mantova: Corraini Edizioni.

Grabowski, Susanne, und Frieder Nake. 2019. «Algorithmische Kunst als Bildungsgegenstand: Gedanken zu einer fachlichen Bildung über Fächer hinaus». *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung* 33 (Didaktik der Informatik): 76–101. https://doi.org/10.21240/mpaed/33/2019.03.19.X.

Heinicker, Paul. 2024. *Anderes Visualisieren – zur Kritik der Datengestaltung*. With Universität Potsdam. Design, Band 67. Bielefeld: transcript.

Jörissen, Benjamin, und Winfried Marotzki. 2009. *Medienbildung – Eine Einführung: Theorie – Methoden – Analysen*. UTB Erziehungswissenschaft, Medienbildung 3189. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Kirschenbaum, Matthew. 2024. «Spec Acts. Formales Lesen in rekurrenten neuronalen Netzen». In *Quellcodekritik. Zur Philologie von Algorithmen*, herausgegeben von Hannes Bajohr und Markus Krajewski, übersetzt von Tobias Haberkorn. Berlin: August Verlag (Imprint von MSB Matthes & Seitz Berlin). https://doi.org/10.52438/avaa1004.

Kirste, Moritz, und Markus Schürholz. 2019. «Einleitung: Entwicklungswege zur KI». In *Künstliche Intelligenz*, herausgegeben von Volker Wittpahl, 21–35. Berlin, Heidelberg: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-58042-4_1.

KMK [Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik]. 2016. *Strategie der Kultusministerkonferenz «Bildung in der digitalen Welt».* https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/PresseUndAktuelles/2018/Digitalstrategie_2017_mit_Weiterbildung.pdf.

Lupi, Giorgia, und Stefanie Posavec. 2018. *Observe, Collect, Draw! A Visual Journal: Discover the Patterns in Your Everyday Life*. New York: Princeton Architectural Press.

Marotzki, Winfried. 1990. Entwurf einer strukturalen Bildungstheorie: Biographietheoretische Auslegung von Bildungsprozessen in hochkomplexen Gesellschaften: Zugl.: Hamburg, Univ., Habil.-Schr., 1989. Bd. 3. Studien zur Philosophie und Theorie der Bildung. Weinheim: DSV.

Maschewski, Felix, und Anna-Verena Nosthoff. 2024. «Algorithmus». In *Glossar der Gegenwart 2.0: Von «Achtsamkeit» bis «Virus» – Überblick über zentrale gesellschaftliche und politische Begriffe unserer Gegenwart*, herausgegeben von Thomas Lemke, Ulrich Bröckling, und Susanne Krasmann. Berlin: Suhrkamp.

Matzner, Tobias. 2024. *Algorithms: technology, culture, politics*. London: Routledge, Taylor & Francis.

Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest (mpfs). 2024a. *JIM-Studie 2024*. https://mpfs.de/app/uploads/2024/11/JIM_2024_PDF_barrierearm.pdf.

Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest (mpfs). 2024b. *KIM-Studie 2024*. https://mpfs.de/app/uploads/2025/05/KIM-Studie-2024.pdf#page=95.22.

Merzmensch (Alias von Vladimir Alexeev). 2023. *KI-Kunst: Kollaboration von Mensch und Maschine*. Digitale Bildkulturen. Berlin: Klaus Wagenbach.

Miller, Arthur. 2019. *The artist in the machine: the world of AI powered creativity*. Cambridge, MA: The MIT Press.

Nake, Frieder. 2014. «We Find the Aesthetics in Between – A Remark on Algorithmic Art». *Zeitschrift für Ästhetik und Allgemeine Kunstwissenschaft* 59 (2): 287–289. https://doi.org/10.28937/1000106249.

Posavec, Stefanie, und Miriam Quick. 2020. *I am a book. I am a portal to the universe*. London: Particular Books.

Sampson, Demetrios, Zacharoula Papamitsiou, Dirk Ifenthaler, Michail Giannakos, Sofia Mougiakou, und Dimitra Vinatsella. 2022. «Educational Data Literacy and Educational Data Literacy Competence Frameworks: An Environmental Scan». In *Educational Data Literacy*, herausgegeben von Demetrios Sampson, Zacharoula Papamitsiou, Dirk Ifenthaler, Michail Giannakos, Sofia Mougiakou, und Dimitra Vinatsella. Advances in Analytics for Learning and Teaching. Cham: Springer International. https://doi.org/10.1007/978-3-031-11705-3_2.

Schober, Maximilian, Katja Berg, und Niels Brüggen. 2023. KI als «Wunscherfüller»? Kompetenzen von Kindern im Umgang mit algorithmischen Empfehlungssystemen. Zenodo. https://doi.org/10.5281/ZENODO.10171264.

Schober, Maximilian, und Sandrine Tausche. 2022. *Ziemlich gruselig*. Im Rahmen des Projektes Digitales Deutschland. https://digid.jff.de/magazin/emotionen/gruselig/.

Scorzin, Pamela C. 2021.«Trevor Paglen ‹Algorithmen sind Algebra› Ein Interview von Pamela C. Scorzin». *Kann KI Kunst? – AI ART: Neue Positionen und technisierte Ästhetik* 278: 128–37.

Seaver, Nick. 2017. «Algorithms as Culture: Some Tactics for the Ethnography of Algorithmic Systems». *Big Data & Society* 4 (2). https://doi.org/10.1177/2053951717738104.

Seyfert, Robert, und Jonathan Roberge, Hrsg. 2017. Algorithmuskulturen: über die rechnerische Konstruktion der Wirklichkeit. Kulturen der Gesellschaft, Band 26. Bielefeld: transcript.

Sūna, Laura, und Dagmar Hoffmann. 2024. «Verhandlungen von Künstlicher Intelligenz und zugehörigen Medienkompetenzen in Online-Kommentaren». *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung*. 2024 (Occasional Papers): 195–220. https://doi.org/10.21240/mpaed/00/2024.04.18.X.

Van Audenhove, Leo, Wendy Van den Broeck, und Ilse Mariën. 2020. «Data literacy and education: Introduction and the challenges for our field». *Journal of Media Literacy Education* 12 (3): 1–5. https://doi.org/10.23860/JMLE-2020-12-3-1.

Vollmer, Barbara. 2020. Kreativität – Handeln in Ungewissheit: Eine Studie zur Relevanz individueller und ko-konstruktiver kreativer Prozesse. Wiesbaden: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-658-31142-1.

Vuorikari, Riina, Stefano Kluzer, und Yves Punie. 2022. DigComp 2.2, The Digital Competence Framework for Citizens: With New Examples of Knowledge, Skills and Attitudes. Publications Office of the European Union.

Wolff, Annika, Daniel Gooch, Jose J. Cavero Montaner, Umar Rashid, und Gerd Kortuem. 2016. «Creating an Understanding of Data Literacy for a Data-driven Society». *The Journal of Community Informatics* 12 (3). https://doi.org/10.15353/joci.v12i3.3275.