
Themenheft Nr. 39: Orientierungen in der digitalen Welt

Herausgegeben von Bardo Herzig, Tilman-Mathies Klar, Alexander Martin
und Dorothee M. Meister

Bildung an der Schnittstelle von kultureller Praxis und digitaler Kulturtechnik

Christoph Richter und Heidrun Allert

Zusammenfassung

Der Beitrag entwickelt einen (medien-)pädagogischen Orientierungsrahmen, der nicht von digitalen Technologien als Produkt, sondern von der Technikgenese als Prozess ausgeht. Der Prozess der Digitalisierung wird als performativer Vorgang der diskretisierenden, abstrahierenden und formalisierenden Beschreibung praktischer Vollzüge gefasst. Dies erlaubt, den genuine Einfluss digitaler Technologien und ihres praktischen Gebrauchs auf Bildungsprozesse zu untersuchen und kritisch zu reflektieren. Der Rahmen offenbart das grundlegende Spannungsverhältnis zwischen der unterstellten Annahme einer prinzipiellen Gerechtigkeit praktischer Vollzüge und der unhintergehbaren Komplexität und Kontingenz kultureller Praxis. Die Perspektive erweitert damit den Blick über die Betrachtung digitaler Technologien hinaus hin zu der Frage nach den kulturellen Praktiken und den in ihnen tradierten operationalen Formen.

Education at the interface of cultural practice and cultural technology

Abstract

This article develops a (media)educational framework that is based on the genesis of technology as a process rather than on digital technologies as a product. The process of digitalization is understood as a performative process of discretized, abstracted, and formalized description of cultural practice. This allows to identify and reflect the genuine impact of digital technologies on educational processes. The framework reveals the fundamental tension between the underlying assumption of practice as describable and the inevitable complexity and contingency of cultural practice. The perspective thus goes beyond the analysis of digital technologies as it reflects the cultural practices and its operational forms.

1. Einleitung

Gegenstand des Beitrags ist die Entwicklung eines (medien-)pädagogischen Orientierungsrahmens, der es erlaubt den genuine Einfluss digitaler Technologien und ihres praktischen Gebrauchs auf Bildungsprozesse zu untersuchen und kritisch zu

reflektieren. Ausgangspunkt hierzu ist das für die digitalen Technologien konstitutive Moment der *Operationalisierung* und der hiermit verbundenen Prozesse der Diskretisierung, Abstrahierung und Formalisierung.

Während die soziale und materielle Vermitteltheit von Bildungsprozessen in der erziehungswissenschaftlichen Diskussion an Bedeutung gewonnen hat (z.B. Fenwick 2015), und die mediale Prägung kultureller Lebenswelten und Interaktionszusammenhänge zu einer allgemeinen bildungstheoretischen Frage geworden ist (z.B. Marotzki und Jörissen 2008), sind die Spezifika digitaler Technologien und hieran anschließender Prozesse der Mediatisierung nur unzureichend konzeptualisiert. Vielmehr lässt sich im Anschluss an Mersch (2016) feststellen, dass der Begriff der Operation selbst zu einem Kernkonzept aktueller Kultur- und Medientheorien geworden ist, in Folge dessen es immer schwerer wird, eine analytische Grenze zwischen den kulturellen Praxen, in denen sich Bildungsprozesse vollziehen, und ihrer Vermittlung durch digitale Technologien zu ziehen.

Vor diesem Hintergrund rekonstruiert der Beitrag den Prozess der Digitalisierung als einen performativen Vorgang, in dem sich die diskretisierte, abstrahierte und formalisierte Beschreibung praktischer Vollzüge in digitalen Technologien vergegenständlicht und hierdurch die Handlungs- und Erfahrungsräume der Akteure verändert. Ein solches auf dem Konzept der *autooperationalen Form* (Floyd 1997; 2002) aufbauendes Verständnis der Digitalisierung verweist auf das grundlegende Spannungsverhältnis zwischen der unterstellten Annahme einer prinzipiellen Gegebenheit praktischer Vollzüge und der unhintergehbaren Komplexität und Kontingenz kultureller Praxis und der hieran anschließenden Erfahrungen. Aus diesem Spannungsverhältnis, so die in diesem Beitrag vertretene These, eröffnet sich ein bildungstheoretisch wichtiger Ansatzpunkt wider einen technologischen Imperativ, der unterstellt, dass sich kulturelle Praxen und damit verknüpfte Bildungsprozesse in ein Gefüge von Operationsketten übersetzen liessen.

Um zu verdeutlichen, dass sich aus diesen Überlegungen nicht nur ein abstrakt-theoretischer, sondern auch ein konkret-praktischer Orientierungsrahmen für die medienpädagogische Auseinandersetzung mit Digitalisierungsprozessen ergibt, werden die Möglichkeiten zur Rekonstruktion und Analyse autooperationaler Formen anhand eines Beispiels zur automatisierten Beurteilung der ästhetischen Qualität von Fotos erörtert. Hieran wird verdeutlicht, dass in Operationalisierungen notwendigerweise immer auch Aspekte des Seins, der individuellen und kollektiven Erfahrung negiert und ausgeklammert werden.

Der Beitrag nimmt insofern Bezug auf die Frage nach den von der Medienpädagogik zu erwartenden Orientierungsleistungen in Erziehung und Bildung, wie auch die Möglichkeiten einer medienpädagogisch motivierten Mitgestaltung digitaler Technologien. Für das Projekt der Medienpädagogik ist es einerseits wichtig, Bezüge herzustellen zu anderen Disziplinen (wie Kulturwissenschaft, Informatik und digital

sociology), aufgrund ihres Gegenstandes und ihres Fokus auf ein emanzipatorisches Moment, d.h. die Schaffung der Möglichkeit der Kritik, muss die Pädagogik andererseits immer einen spezifischen Beitrag leisten.

2. Die konstitutive Verwicklung in digitale Technologien

Digitale Technologien vermitteln, formen und transformieren immer vielfältigere Aspekte des privaten, beruflichen und gesellschaftlichen Lebens. Algorithmen, Protokolle, Datenstrukturen, Datenbestände wie auch die Hardwaresysteme und physischen Netzwerke, innerhalb derer die Daten prozessiert werden, sind nicht mehr (wenn sie es denn je waren) blosse Werkzeuge, derer wir uns bedienen, sondern ein integraler Bestandteil unserer kulturellen Alltagspraktiken geworden (vgl. z.B. Kitchin und Dodge 2011; Manovich 2013; Gillespie 2014; Introna 2016; Roberge und Seyfert 2017). Digitale Technologien haben sich eingewoben in die Art und Weise, wie wir uns informieren, wie wir miteinander interagieren und kommunizieren, aber auch wie wir uns fortbewegen, uns artikulieren und untereinander vernetzen. Der Umgang mit digitalen Technologien erschöpft sich nicht in einem zweckrationalen Gebrauch, in dem die technischen Objekte tun, was wir von ihnen erwarten. Vielmehr gehen die digitalen Technologien auch mit uns um, modellieren und adressieren uns in einer Weise, die ihrer Logik entspricht, die unser Verhalten für sie anschlussfähig und prozessierbar werden lässt. Als Anwenderinnen und Anwender bedienen wir uns nicht einfach einer Suchmaschine wie Google, lassen uns per Smartphone durch eine fremde Stadt navigieren oder tauschen uns mit unseren Freundinnen und Freunden über WhatsApp aus. Vielmehr interferieren diese Technologien mit dem, was wir tun, indem sie uns auf Basis der verfügbaren Daten Dinge empfehlen, auswählen, bereitstellen oder auch vorenthalten. Digitale Technologien agieren als performative Vermittler, indem sie die Welt mitformen, die sie zu repräsentieren vorgeben (Bucher 2018, 1). Sie bestimmen mit, wie wir uns zu uns selbst, zu anderen wie auch zur Welt in Beziehung setzen, was sicht-, hör- oder in anderer Weise erfahrbar wird. Sie verändern die Bedingungen, unter denen wir uns in gesellschaftliche und kulturelle Prozesse einbringen und als Subjekte anerkennungsfähig werden.

In dem Masse, in dem digitale Technologien nicht nur eine instrumentelle Funktion übernehmen, sondern grundlegende Vorstellungen hinsichtlich der Autonomie und Selbstbestimmung handelnder Subjekte unterlaufen, sind sie auch zentraler Gegenstand aktueller bildungstheoretischer und medienpädagogischer Erwägungen (z.B. Edwards und Carmichael 2012; Jörissen und Verständig 2016). Insbesondere wenn Bildung nicht als affirmativer, sondern als transformativer Prozess verstanden wird, der immer auch Bezug nimmt auf Fragen der Macht und der Befähigung zur Teilhabe an gesellschaftlicher und kultureller Praxis (z.B. Fenwick 2015; Alkemeyer und Buschmann 2017; Jörissen und Unterberg 2018), bedarf es auch aus pädagogischer

und bildungstheoretischer Sicht einer Auseinandersetzung mit der Frage nach dem genuinen Einfluss digitaler Technologien auf die Konstitution von Selbst-, Anderen- und Weltverhältnissen.

Tatsächlich ist seit einigen Jahren auch in der bildungstheoretischen Diskussion eine verstärkte Auseinandersetzung mit der Rolle (technischer) Dinge zu beobachten. Im Anschluss an den «material turn» in den Kultur- und Sozialwissenschaften wird hierbei sowohl auf theoretischer wie auch empirischer Ebene vermehrt auf Modelle zurückgegriffen, die von einer *konstitutiven Verwicklung* (constitutive entanglement, Orlikowski 2007) des Menschen in die soziale und materielle Welt ausgehen (z.B. Fenwick, Edwards, und Sawchuck 2011; Röhl 2015; Nohl und Wulf 2013). Entsprechende Ansätze haben die Annahme eines intentional handelnden und autonomen menschlichen Subjekts zurückgestellt und stattdessen den Blick auf jene Prozesse gelenkt, in und durch die Subjekte, Objekte, Artefakte und Körper im Zuge situierter Praktiken ihre Form gewinnen und geformt werden (z.B. Fenwick, Edwards, und Sawchuck 2011; Jörissen 2015; Rieger-Ladich 2017; Engel und Jörissen 2019).

Obwohl mit diesem Perspektivwechsel deutlich wurde, dass Prozesse der Sozialisation, des Lernens, der Erziehung und der Bildung nicht losgelöst von den in sie involvierten Körpern, Artefakten und Technologien zu verstehen sind, steht auch in der bildungstheoretischen Diskussion weiterhin die Frage im Raum, wie sich die soziale und materielle Konstitution digitaler Technologien konzeptuell fassen lässt und welche Konsequenzen sich hieraus für Prozesse der Subjektivierung in einer von Digitalisierung durchzogenen Gesellschaft ergeben (z.B. Meyer 2014; Jörissen 2015; Jörissen und Verständig 2016; Bettinger 2018).

Die Frage nach der konstitutiven Verwicklung von Menschen und technischen Artefakten hat nicht zuletzt mit der zunehmenden Verbreitung digitaler Technologien an Brisanz gewonnen, da sich hier soziale Praktiken und technische Operationen in besonders augenfälliger Weise nicht nur gegenseitig bedingen, sondern auch erst ermöglichen. So hat etwa Orlikowski (2007) am Beispiel der Suchmaschine von Google dargelegt, dass es sich hierbei nicht um den instrumentellen Gebrauch einer in Bezug auf ihr Ergebnis fixierten oder statischen Technologie handelt, in der ein gegebener Suchbegriff zu einem reproduzierbaren Ergebnis führt. Vielmehr basieren die Ergebnisse einer Suchanfrage nicht nur auf den von den Softwareentwicklern im Code implementierten Algorithmen, sondern werden in entscheidender Weise mitbestimmt von nicht-technischen Faktoren, wie etwa den im Internet verfügbaren Seiten, zwischen diesen erstellten Verlinkungen oder auch der Verwendung von Suchbegriffen und Ergebnissen anderer Nutzerinnen und Nutzer. Entsprechend, so Orlikowski (2007, 1440), sind die Suchergebnisse «not dependent on either materiality or sociality, nor on some interaction between them (to the extent that these are seen as distinct domains). Rather the performance and results of a Google-based search are sociomaterial». Die hiermit angesprochene Verflechtung von Materialität

und Sozialität ist dabei kein Alleinstellungsmerkmal der Suchmaschine von Google, sondern ein zentrales Charakteristikum all jener datenverarbeitenden Technologien, die darauf ausgelegt sind, eine praktische Anwendung in der Lebenswelt zu finden, die zugleich jene Informationen produziert, die eben von dieser Technologie verarbeitet werden (vgl. Gillespie 2014; Introna 2016; Bucher 2018). Technologische Artefakte wie etwa der Newsfeed Algorithmus von Instagram, mobile Navigationsgeräte für den beruflichen oder privaten Gebrauch, Plagiatsfinder, Systeme zur Überwachung und Steuerung von Lernprozessen oder Verfahren zur automatischen Erkennung von Hasskommentaren sind insofern untrennbar mit jenen sozialen Praktiken verwickelt, innerhalb derer sie ihre Anwendung finden. Damit sind auch die sozialen Praktiken, so wie sie sich aktuell realisieren, nicht ohne die entsprechenden Technologien denkbar.

Die Annahme einer konstitutiven Verwicklung von Menschen und Dingen, von Materialität und Sozialität weist sowohl über technikzentrierte wie auch anwendungszentrierte Ansätze hinaus, indem die Bedeutung und Funktion von Technologie weder allein auf die Effekte technischer Artefakte noch auf ihren praktischen Gebrauch im Rahmen situierter Praktiken reduziert wird (siehe Orlikowski 2007). Soziomaterielle Theorieangebote gehen stattdessen von der Prämisse aus, dass Menschen und (technische) Dinge nicht unabhängig voneinander existieren, sondern einander konstitutiv bedingen, indem sie einander durch ihre Beziehung zueinander hervorbringen (vgl. Latour 2005; Orlikowski 2010). Sowohl Menschen wie auch die (technischen) Dinge sind vor diesem Hintergrund das performative Ergebnis praktischer Vollzüge, aus denen sie emergieren und in denen sie sich transformieren (vgl. Cecez-Kecmanovic et al. 2014; Fenwick 2015). Die Vorstellung der konstitutiven Verwicklung von Menschen und (technischen) Dingen basiert insofern auf einem ontologischen Relationalismus, der davon ausgeht, dass alles, was existiert, das Ergebnis performanter Relationen ist (vgl. z.B. Emirbayer 1997; Slife 2004; Kalthoff, Cress, und Röhl 2016). An die Stelle einer substanzontologischen Betrachtung, in der Substanzen und Objekte – seien es Dinge, Menschen und Technologien – als eigenständige Entitäten gefasst werden, verweisen soziomaterielle Theorieangebote somit auf ein prozessontologisches Verständnis der Welt, ein Verständnis, das dynamische Prozesse und Ereignisse als grundlegender erachtet als Substanzen und statische Dinge (z.B. Scott und Orlikowski 2014). Entsprechend hält Introna (2016, 23) fest: «For process scholars, relations do not connect (causally or otherwise) preexisting entities (or actors), rather, relations enact entities in the flow of becoming».

Der mit soziomateriellen Theorieangeboten einhergehende performative und relationale Zugang bietet die Möglichkeit, sowohl technische wie auch soziokulturelle Determinismen zu vermeiden, indem die Wirkmacht nicht im Vorhinein den materiellen Dingen oder den Menschen unterstellt werden muss, sondern nachgezeichnet werden kann, *wie sich Wirkmacht* im Rahmen der sich entwickelnden und

verändernden Relation in komplexen Netzwerken aus menschlichen und nicht-menschlichen Akteuren *entfaltet*. Da mit einem solchen Zugang Materialität nicht an Substanzen, sondern an Prozesse gebunden ist, wird es möglich, auch digitale Technologien nicht nur als soziale, sondern als materielle Vorgänge zu verstehen, die mit anderen Prozessen in produktiver Weise interferieren (vgl. Leonardi und Barley 2008; Leonardi 2012). Da die Dinge hiermit nicht mehr als eigenständige und in sich geschlossene Entitäten begriffen werden, ist es zudem möglich zu untersuchen, wie ihre relationale Eingebundenheit im Sinne der konstitutiven Verwicklung bestimmte Prozesse und damit auch Arten der Auseinander- und In-Beziehung-Setzung inkludiert oder exkludiert (siehe Scott und Orlikowski 2014). Zugleich – und das ist der für die vorliegende Arbeit springende Punkt – laufen soziomaterielle Theorieangebote und hieran anschließende Analysen jedoch Gefahr, sowohl (technische) Dinge und letztlich auch menschliche Akteure als austauschbare Produkte eben jener Relationen bzw. Prozesse zu begreifen, aus denen sie ihre Bedeutung und Wirkmacht beziehen (Kalthoff, Cress, und Röhl 2016). So lässt etwa die von Vertreterinnen und Vertretern soziomaterieller Positionen, wie etwa Scott und Orlikowski (2014), vorgeschlagene Verortung von Relationen in Praktiken offen, in welchem Verhältnis situierte praktische Handlungsvollzüge, soziale Praktiken und technologische Prozesse zueinander stehen. Im Hinblick auf technologische Prozesse bleibt insbesondere unklar, wie diese eine Eigenständigkeit und damit verbunden einen Eigensinn und eine Widerständigkeit entwickeln können, die über jene Praktiken hinausweist, aus denen sie hervorgehen (vgl. Leonardi 2012). Oder wie es Morley (2017, 84) formuliert hat: «The challenge therefore comes not in thinking about whether the automated processing undertaken by machines is related to practices, but how». Noch deutlicher wird diese Problematik in jenen Ansätzen in den Kultur- und Medienwissenschaften, die sich auf Überlegungen der Akteur-Netzwerk-Theorie beziehen und Entitäten wie Personen, Artefakte oder Zeichen als das Produkt von Operationsketten verstehen (z.B. Schüttpelz 2006; Maye 2010) und damit auch soziale und kulturelle Praktiken auf das Modell von Operationen zurückführen. Wenn jedoch, wie Mersch (2016) argumentiert hat, Praktiken und Operationen in eins gesetzt werden, ist es nicht mehr möglich, Technologien und Praktiken voneinander abzugrenzen, da die Identität, Wiederhol-, Umkehr- und Zerlegbarkeit von Operationen dann als Prämisse und nicht mehr als Kennzeichen technologischer Prozesse betrachtet werden, deren Hervorbringung es zu erklären gilt. Umgekehrt greifen auch jene Modelle zu kurz, die eine prinzipielle Unterscheidung von menschlichem Handeln und technischem Operieren vornehmen (z.B. Schäffer 2007; Nohl 2011), ohne aber zu erläutern, wie technische Operationen aus menschlichem Handeln resultieren. Der einseitige Blick auf die lebensweltliche Verstrickung des Menschen mit den Dingen reicht hierzu nicht aus, da die Genese komplexer Technologien auch immer auf überindividuelle und damit auf historisch-kulturelle Transformationsprozesse verweist (vgl. Jörissen 2015).

Vor diesem Hintergrund bedarf es konzeptueller Ansätze, die die Grenzen zwischen Technologien, kulturellen Praktiken und praktischen Handlungsvollzügen nicht verwischen, sondern in der Lage sind, sowohl den Ursprung von Technologien in kulturellen Praktiken wie auch die Formen der Stabilisierung technologischer Prozesse nachzuzeichnen, die über individuelle Praktiken hinausweisen und insofern den Eigensinn und die Widerständigkeit von Technologien begründen. Im Hinblick auf digitale Technologien bedeutet dies, auch der spezifischen Materialität digitaler Artefakte Rechnung zu tragen, die sich nicht in ihrer physischen Existenz erschöpft. Zugleich müssen entsprechende Ansätze aber auch die Rückkopplung und Einbindung entsprechender Technologien in kulturelle Praktiken im Blick behalten, also jene Prozesse, in denen die Technologien sowohl mit praktischen Handlungsvollzügen und den hieraus resultierenden Informationen wie auch den sozial geteilten Handlungs- und Deutungsmustern interferieren (z.B. Gillespie 2014). Dies betrifft all jene Prozesse und Formen des praktischen Wissens und Könnens, die notwendig sind, den «technischen Kern» der Dinge «gegen die unvorhersehbaren Anforderungen neuer Situationen [abzuschirmen]» (Schulz-Schäffer 2004, 120) und die im Sinne von Simondon (2012) das «technische Milieu» bilden, das die notwendige Voraussetzung für das Funktionieren der technischen Dinge ist und zugleich deren dynamischen Kontext bildet.

3. Digitale Technologien als autooperationale Formen

Um sowohl der konstitutiven Verwicklung wie auch dem Eigensinn und der Widerständigkeit digitaler Technologien Rechnung tragen zu können, folgen wir Christiane Floyds Konzeption von Computerartefakten als autooperationalen Formen (Floyd 1997; 2002) und beziehen diese auf aktuelle soziomaterielle Ansätze. Ausgangspunkt für Floyds Überlegungen ist die Frage nach dem Verhältnis von menschlicher Praxis und digitalen Technologien aus Sicht der angewandten Informatik als einer gestaltungsorientierten Disziplin (vgl. Floyd 1997; 2002). Im Unterschied zur aktuellen Diskussion, in der digitale Technologien und die zugrundeliegenden Algorithmen beziehungsweise Programme primär aus einer Produktsicht heraus analysiert werden, wählt Floyd für ihre Analyse einen technikgenetischen Zugang und fokussiert jene Prozesse, aus denen digitale Technologien hervorgehen. Zentral ist hierbei das Konzept der Operation und der daraus hervorgehenden operationalen Formen.

3.1 Operation und operationale Form

Der Begriff der *Operation* – und dies ist der wesentliche Unterschied zu den weiter oben kritisierten Positionen – verweist für Floyd nicht auf einen Prozess oder einen praktischen Vollzug an sich, sondern ist eine Beschreibungskategorie, die sich auf

einen Prozess bezieht. Eine Operation ist insofern zunächst eine symbolische Entität, die einen effektiven Prozess oder genauer eine Klasse von Prozessen beschreibt (vgl. Floyd, 1997). Das Lesen eines Buchs, das Überqueren einer Strasse oder die Durchführung eines Experiments – im Sinne situierter Vollzüge – sind für Floyd dementsprechend konzeptuell zu unterscheiden von den Beschreibungen eben jener Vorgänge.

Als Beschreibungskategorie setzt die Operation einen Beobachter voraus, der die jeweils infrage stehenden Prozesse in einer zweckgebundenen Weise beschreibt (Floyd 1997; 2002). Indem praktische Vollzüge durch Operationen beschrieben werden, werden diese nicht nur benenn-, sondern auch abgrenz- und unterscheidbar. Durch die Abgrenz- und Unterscheidbarkeit eröffnet sich zugleich die Möglichkeit einer Verknüpfung einzelner Operationen zu komplexeren Gefügen. Die Beschreibung einzelner Operationen nimmt dabei jeweils sowohl Bezug auf die materiellen oder abstrakten Gegenstände, auf die sich die Operation bezieht, die Voraussetzungen, die für die Durchführung notwendig sind, die Wirkungen, die es zu erzielen, die Mittel, die es zu verwenden und die Regeln, die es zu beachten gilt (Floyd 2002). Ein weiteres Charakteristikum der Operation und die mit ihr verbundene Zielsetzung ist schliesslich die Übertragbarkeit, denn «[e]s geht darum, Schritte eines Vollzugs so zu charakterisieren, dass ihre Voraussetzungen und Ergebnisse sowie ihre Randbedingungen geklärt sind, um sie wiederholbar und planbar zu machen» (Floyd 1997, 242).

Die Beschreibung praktischer Vollzüge in Form von Operationen ist insofern ein konstruktiver Prozess, als dass operative Beschreibungen eine Abgrenzung des jeweils infrage stehenden Gegenstandsbereichs mit dem Ziel der Wiederholbarkeit und Planbarkeit voraussetzen. Der entsprechende Prozess der *operationalen Rekonstruktion* impliziert somit die «Reduktion von Vorgängen auf das Wirken von Operationen sowie die Nachbildung der Vorgänge durch Verknüpfung von Operationen» (Floyd 1997, 240). Zugleich sind Operationen, sofern sie etwa zum Unterrichten, zur Planung oder auch zur Koordination von Handlungen eingesetzt werden, performativ wirksam, indem sie zu einem integralen Bestandteil eben jener praktischen Vollzüge werden, als deren Beschreibung sie gedacht sind (vgl. Floyd 1997). Durch die wiederholte Explikation und Vergegenständlichung der Operationen und ihrer praktischen Umsetzung in situierter Handlungsvollzügen bilden sich sukzessive «operationale Formen» im Sinne einer «Struktur aus möglichen Operationen in einem interessierenden Gegenstandsbereich» (Floyd 1997, 242) aus.

Entsprechende operationale Formen reichen von individuellen Routinen über kollektive Traditionen bis hin zu expliziten Verfahren und finden ihren Niederschlag sowohl in symbolischen wie auch technischen Artefakten (ebd.). Die praktische Umsetzung einer Operation erfordert dabei immer auch eine situative Interpretation und eine Anpassung des Handlungsvollzugs an die in der jeweiligen Beschreibung

spezifizierten Voraussetzungen, Rahmenbedingungen und Mittel, um die vordefinierten Ziele zu erreichen (vgl. Floyd 2002). Hieraus ergibt sich wiederum ein Bedarf an Artefakten, die den in der Operation spezifizierten Bedingungen genügen.

Operationen und operationale Formen sind vor dem Hintergrund der von Floyd vorgeschlagenen Konzeption somit nicht Modell oder Grundlage zum Verständnis praktischer Vollzüge, sondern das Ergebnis kultureller Prozesse im Sinne operationaler Rekonstruktionen und ihrer situierter Anwendung. Operationale Formen beschränken sich dabei nicht auf explizite Verfahren, sondern umfassen das gesamte Spektrum symbolischer und technischer Artefakte, die auf eine plan- und wiederholbare Handlungsausführung abzielen. Operationale Formen beschränken sich insofern dezidiert nicht auf potenziell maschinell ausführbare Prozeduren, sondern umfassen etwa auch informelle Rituale und Praktiken des Handwerks. Zugleich setzt die Konzeption immer auch eine Interpretation der operationalen Form im praktischen Vollzug voraus. Operationale Formen sind insofern nicht aus sich heraus wirksam, sondern erfordern die Herstellung eines situativen Kontexts, in dem sie wirksam werden können.

3.2 Von der operationalen zur autooperationalen Form

Aufbauend auf dem Modell der operationalen Form konzipiert Floyd das Feld der angewandten Informatik als kulturelles Unterfangen, das darauf abzielt, eine «operationale Form [zu] explizieren und als autooperationale Form verfügbar [zu] machen» (Floyd 1997, 238), d.h. eine operationale Form in einer Weise zu explizieren, die von einem Computer prozessiert werden kann. Der Begriff der *autooperationalen Form* verweist dabei auf den Umstand, dass die in dieser Weise explizierten Operationen von einem Computer selbstständig durchgeführt werden können (Floyd 2002).

Die Entwicklung digitaler Technologien – im Sinne einer operationalen Rekonstruktion – lässt sich vor diesem Hintergrund im Kern als Prozess der Modellierung verstehen. Hierbei werden operationale Formen abstrahiert und in Gestalt von ausführbaren Programmen vergegenständlicht (Floyd 2002; vgl. Schelhowe 2007). Für die Entwicklung autooperationaler Formen müssen die Operationen allerdings in einer Form vorliegen, die nicht nur von einem Menschen, sondern auch von einem Computer interpretiert werden kann. Hierfür ist es notwendig, die operationale Form «vollständig, eindeutig und widerspruchsfrei in ein geschlossenes Modell (etwa aus zustandsbehafteten Objekten und computerausführbaren Operationen) zusammenzufügen» (Floyd 1997, 246). Die Entwicklung digitaler Technologien setzt folglich die Spezifikation einer Operation in einer vollständig formalisierten und interpretationsfreien Weise voraus und umfasst insbesondere (a) die *Abgrenzung* des zu modellierenden Gegenstandsbereichs, (b) die *Diskretisierung* des Gegenstandsbereichs in formal spezifizierbare Elemente und Operationen, (c) die *Informatisierung* im Sinne

der symbolischen Charakterisierung relevanter Eigenschaften von Gegenständen, auf die sich die operationale Form bezieht, sowie (d) die *Operationalisierung* durch die Integration der Elemente und Operationen innerhalb eines Systems (Floyd 1997).

Durch die vollständige Formalisierung und interpretationsfreie Darstellung der Operation wird es einerseits möglich, diese von einem Computer ausführen zu lassen. Zugleich erfordert die operationale Rekonstruktion andererseits – und hierin besteht ein wesentlicher Aspekt der Performanz digitaler Technologien – die Informatisierung des jeweiligen Gegenstandsbereichs und damit auch der jeweiligen praktischen Vollzüge, da Informationen über den Anwendungskontext durch die autooperationale Form nur in Form vorab spezifizierter Daten verarbeitet werden können (ebd). Anders ausgedrückt: Damit digitale Technologien ihre intendierte praktische Wirkung entfalten können, bedürfen sie eines Anwendungskontexts, der sich in hinreichender Weise symbolisch charakterisieren lässt und den in der digitalen Technologie spezifizierten Voraussetzungen und Rahmenbedingungen entspricht. In Bezug auf ihren praktischen Gebrauch erschöpft sich die autooperationale Form damit nicht in einem Algorithmus oder einem Programm, sondern umfasst immer auch die Beziehung zu jenem Referenzsystem, auf das sich seine Operationen beziehen. So beinhaltet etwa die autooperationale Form eines digitalen Navigationsgeräts nicht nur digitales Kartenmaterial und Algorithmen zur Kalkulation von Wegstrecken, sondern auch die Verfügbarkeit verlässlicher Informationen über den Aufenthaltsort der zu navigierenden Person, ihre Fortbewegungsweise wie auch eventuell über andere Verkehrsteilnehmer. Wie alle anderen operationalen Formen sind somit auch digitale Artefakte in reflexiver Weise an die praktischen Handlungsvollzüge gekoppelt, die in ihnen modelliert sind, und erfordern zugleich die Herstellung eines situativen Kontexts, um effektiv operieren zu können. Digitale Technologien determinieren infolgedessen nicht den praktischen Handlungsvollzug, bestimmen aber, wie der praktische Vollzug zu gestalten ist, damit die in der Technologie spezifizierten Ergebnisse eintreten können (siehe Floyd 2002), und tragen auf diese Weise zu einer Stabilisierung oder Transformation etablierter Praktiken bei.

3.3 Die konstitutive Verwicklung von Mensch und Technik als rekursive Kopplung

Die von Floyd vorgeschlagene technikgenetische Perspektive fasst die konstitutive Verwicklung von Mensch und technischen Artefakten als kulturellen Prozess. Die Entwicklung operationaler Formen ist dabei kein Alleinstellungsmerkmal der Informatik, sondern markiert ein wesentliches Element der Kultur und ist insbesondere im westlichen Denken tief verwurzelt (Floyd 2002). Digitale Technologien bilden insofern eine spezifische Ausprägung einer weitaus umfassenderen Klasse operationaler Formen, auf denen digitale Technologien in vielen Fällen aufsetzen.

Im Sinne einer so verstandenen Kulturtechnik sind operationale wie auch auto-operationale Formen damit nicht mit der kulturellen Praxis als einem Vollzugsgeschehen ident. Vielmehr gestaltet sich die reflexive Kopplung zwischen praktischem Vollzugsgeschehen und (auto)operationaler Formbildung als dynamischer und ergebnisoffener Entwicklungsprozess, der sich im Wechselspiel aus operationaler (Re)Konstruktion und situativer Interpretation der digitalen Technologien vollzieht. Digitalisierung lässt sich somit als performativer Vorgang verstehen, in dem sich die diskretisierte, abstrahierte und formalisierte Beschreibung praktischer Vollzüge in digitalen Technologien vergegenständlicht, die ihrerseits die praktischen Handlungs- und Erfahrungsräume der Anwenderinnen und Anwender transformieren. Die digitale Technologie ist insofern nicht losgelöst von dem jeweiligen kulturellen Milieu, dem Nexus praktischer Vollzüge (Schatzki 2012) zu verstehen, aus dem heraus sie entsteht und in dem sie zum Einsatz kommt. Zugleich erfordert der Einsatz digitaler Technologien damit auch für gewöhnlich eine Anpassung des jeweiligen Milieus, sodass die jeweiligen Situationen entsprechend den in der autooperationalen Form spezifizierten Eigenschaften interpretiert werden können. Digitale Technologien wie auch andere operationale Formen bedürfen insofern immer einer *Abschirmung ihres technischen Kerns* und setzen somit immer auch ein praktisches Wissen und Können voraus, das über die jeweilige operationale Form hinausweist (Schulz-Schaeffer 2004). Wie und in welcher Form eine derartige Abschirmung gelingt, ist dabei nicht zuletzt abhängig von den Erfahrungen und Erwartungen der beteiligten menschlichen Akteure (vgl. Bucher 2018).

Die Genese operationaler Formen impliziert aber auch ein grundlegendes Spannungsverhältnis zwischen der Rekonstruktion praktischer Vollzüge im Sinne abgrenzbarer und regelgeleiteter (oder auch regelhafter) Vorgänge sowie der unhintergehbaren Komplexität und Kontingenz kultureller Praxis. Dieses eigentümliche Spannungsverhältnis beruht auf dem Umstand, dass operationale Formen als Gegenstand und Produkt kultureller Entwicklungen zugleich produktiv wie auch reduktiv sind. Operationale Formen sind produktiv, da sie ermöglichen, wiederkehrende Prozessstrukturen und Handlungsweisen zu beschreiben, sie in Bezug auf ihre Regelhaftigkeit zu bestimmen und hierdurch praktische Vollzüge in erwartbarer Weise zu gestalten. In vergegenständlichter Form schaffen sie somit einen wesentlichen Orientierungsrahmen für das situierte Handeln der beteiligten Akteure. Aufgrund ihrer Struktur sind operationale Formen zudem dazu geeignet, neue und bislang noch nicht realisierte Vorgänge zu projektieren. Zugleich sind operationale Formen in ihrer je spezifischen Weise reduktiv, sodass sie notwendigerweise von der praktischen Situation, auf die sie sich beziehen, abstrahieren und all jene Elemente der Situation negieren müssen, die sie nicht modellhaft fassen können. Dementsprechend klammern autooperationale Formen all jene Aspekte konkreter Handlungssituationen aus, die sich einer Formalisierung entziehen. Dies betrifft, so Floyd (1997, 244), nicht zuletzt «persönliche

Erfahrung ebenso [...] wie körperliches Können, subsymbolisches, implizites Wissen, situative Einbindung und emotionaler Umgang mit der Wirklichkeit». In der spezifischen Performativität digitaler Technologien, die immer auch eine Informatisierung ihres Gegenstandsbereichs bedingt, liegt insofern ihre spezifische Logik und damit auch ihre Materialität begründet.

Das hiermit skizzierte Verständnis der konstitutiven Verwicklung von Mensch und (digitaler) Technologie als einer reflexiven Kopplung sowie das daraus resultierende Spannungsverhältnis ist nicht nur von kultur- und techniktheoretischer, sondern auch von bildungstheoretischer Bedeutung. Zum einen verweist das Konzept der autooperationalen Formen auf eine spezifische Asymmetrie im Verhältnis von Mensch und digitalen Technologien, die darin begründet ist, dass digitale Technologien die Anwendungskontexte, in denen sie operieren, nur so weit interpretieren können, wie diese Interpretationen in ihrer operationalen Form spezifiziert worden sind (siehe Floyd 2002). Es bedarf insofern immer eines menschlichen Zutuns, um jene kulturellen Milieus zu schaffen, in denen entsprechende Technologien in zweckgebundener Weise operieren können. Zum anderen rückt das Konzept der autooperationalen Form im Umkehrschluss jene Aspekte des praktischen Vollzugs und die mit ihnen verbundenen menschlichen Erfahrungen und Formen der Weltbezogenheit in den Blick, die sich einer operationalen Rekonstruktion entziehen. Hiermit eröffnet sich ein kritischer Ansatzpunkt wider einen technologischen Imperativ, der unterstellt, dass sich kulturelle Praxen und damit verknüpfte Bildungsprozesse in ein Gefüge von Operationsketten übersetzen liessen.

4. Die Beurteilung der ästhetischen Qualität von Fotografien als autooperationale Form – eine Annäherung

Im Folgenden umreißen wir die Möglichkeiten zur Rekonstruktion und Analyse autooperationaler Formen anhand des Beispiels einer digitalen Technologie zur Beurteilung der ästhetischen Qualität von Fotografien. In der an dieser Stelle nur cursorisch möglichen Rekonstruktion versuchen wir zu zeigen, dass die Analyse autooperationaler Formen einen medienpädagogisch relevanten Zugang zu digitalen Technologien eröffnet, indem sie ermöglicht, die produktiven wie reduktiven Momente entsprechender Technologien vor dem Hintergrund kultureller Milieus zu betrachten.

Mit der zunehmenden Verfügbarkeit digitaler Kameras und der Verbreitung von Fotografien in sozialen Medien sind auch digitale Technologien entstanden, die darauf ausgelegt sind, die ästhetische Qualität des Bildmaterials automatisiert zu bestimmen und auf diese Weise mögliche Anwenderinnen und Anwender sowohl bei der Suche nach Bildern als auch bei der Verbesserung und der Kuratierung von Fotografien zu unterstützen (z.B. Simond, Arvanitopoulos, und Süsstrunk 2015; Manovich 2017). Zu diesem Zweck ist eine Reihe von Verfahren entwickelt worden, die die

ästhetische Qualität entweder anhand basaler Bildeigenschaften wie etwa Farbe, Bildschärfe, Vorder- und Hintergrundrelationen, mittels statistisch generierter übergeordneter Bilddeskriptoren oder aber vollständig durch maschinelle Lernprozesse zu bestimmen suchen (Simond, Arvanitopoulos, und Süsstrunk, 2015).

Die folgende Betrachtung bezieht sich auf die von der Firma EyeEm (<https://www.eyeem.com>) entwickelte Technologie zur Bewertung der ästhetischen Qualität von Fotografien auf Basis eines maschinellen Lernprozesses. Diese Technologie bietet sich insofern für die Untersuchung der zugrundeliegenden autooperationalen Form an, da es sich hierbei um ein kommerziell verfügbares Produkt handelt, dessen Entwicklungslogik und technische Grundlagen öffentlich dokumentiert sind (z.B. Shaji 2016; Shaji und Yildirim 2017). EyeEm bietet sowohl Fotografen als auch Unternehmen die Möglichkeit zur Suche nach und (kommerziellen) Verbreitung von Bildmaterial. Die automatische Bestimmung der ästhetischen Qualität zielt dabei aus Sicht des Unternehmens darauf «to promote photographers in our discover feed and to prioritize aesthetically pleasing content in search» (Shaji 2016).

Aus informationstechnischer Sicht basiert das von EyeEm entwickelte Verfahren auf dem Ansatz des überwachten Maschinenlernens. Hierbei wird im Falle von EyeEm ein künstliches neuronales Netzwerk mithilfe ausgewählter Fotografien trainiert, die zuvor von menschlichen Experten hinsichtlich ihrer ästhetischen Qualität beurteilt worden sind. Im Laufe des Trainings erwirbt das neuronale Netzwerk die Fähigkeit, neues Bildmaterial hinsichtlich seiner ästhetischen Qualität so zu bestimmen, dass auf dieser Basis das von den Anwenderinnen und Anwendern eingestellte Bildmaterial einer automatisierten Bewertung unterzogen werden kann. Ein Vorteil dieses Verfahrens besteht darin, dass die Expertinnen und Experten, die das Trainingsmaterial sichten, keine expliziten Kriterien für ihre Beurteilung angeben können müssen. Die Qualität der Ergebnisse hängt dabei sowohl von dem zur Verfügung stehenden Trainingsmaterial als auch der Mächtigkeit des zur Verfügung stehenden neuronalen Netzwerkes ab (für eine ausführliche Darstellung siehe Shaji 2016).

Digitale Technologien wie die hier beschriebene lassen sich sowohl hinsichtlich möglicher Verzerrungen des Trainingsmaterials als auch der immanenten Undurchsichtigkeit der in neuronalen Netzen ablaufenden Lernprozesse kritisieren. Eine solche Kritik bewegt sich allerdings für gewöhnlich bereits in einer technischen Optimierungslogik, da sie impliziert, dass andere Trainingsdaten und andere Algorithmen die benannten Probleme umgehen könnten. Betrachtet man das von EyeEm entwickelte Produkt als autooperationale Form, eröffnen sich jedoch weiterführende Fragen, die sich nicht nur auf die Angemessenheit der gefundenen Lösung, sondern auch auf die unterstellte praktische Problemstellung und die darauf aufbauende Modellbildung beziehen. Folgt man etwa dem Slogan von EyeEm zur Bewerbung ihrer Smartphone App «Verdiene Geld mit Deinem Hobby», wird deutlich, dass die autooperationale Form auf markt- beziehungsweise aufmerksamkeitsökonomische Ideen rekurriert

und insofern auch Ästhetik als eine marktrelevante Qualität und das Bild als eine mögliche Ware gerahmt wird. Der hier gewählte Ansatz unterstellt zudem – ungeachtet der gewählten technischen Implementierung – die Existenz genereller, weitgehend kontext- und kulturunabhängiger ästhetischer Qualitäten, da andernfalls ein entsprechendes Training überhaupt nicht denkbar wäre. Gleichzeitig impliziert die hier realisierte autooperationale Form ein normatives Modell der ästhetischen Urteilsfindung, das gewissen Akteuren eine Sonderstellung als Experten zuweist. Oder wie es Shaji (2016) formuliert: «To learn about aesthetics, we turned to the masters and their creations». Hinsichtlich der Abgrenzung des Gegenstandsbereichs wird zudem deutlich, dass die ästhetische Qualität der Fotografien als eine rein bildimmanente Eigenschaft konzipiert wird, während Kontextinformationen, die über die Fotografie hinausgehen, ausgeklammert werden (vgl. Simond, Arvanitopoulos, und Süsstrunk 2015).

Die hier nur grob skizzierte kritische Annäherung an eine digitale Technologie zur Bestimmung der ästhetischen Qualität von Fotografien verweist sowohl auf den produktiven wie auch auf den reduktiven Charakter der hierdurch realisierten autooperationalen Form. Die digitale Technologie ist insofern produktiv, als sie die Identifikation von Mustern und Zusammenhängen in einem ständig wachsenden Korpus von Fotografien ermöglicht, die die Kapazitäten einer menschlichen Analyse übersteigen (vgl. Manovich 2017). Die autooperationale Form kann insofern auch dazu beitragen, dass entsprechend bewertete Bilder unabhängig von der Reputation oder Vernetzung ihrer Urheber und Urheberinnen sichtbar werden. Zugleich ist die autooperationale Form aber reduktiv, als dass sie die Gültigkeit generischer ästhetischer Qualitäten unterstellt, die sich allein aus der bildimmanenten Information erschließen lassen. Durch diese Abgrenzung und Setzung negiert die autooperationale Form sowohl ein mögliches idiosynkratisches Moment ästhetischer Erfahrungen wie auch deren Kontextgebundenheit. Die Relevanz sowohl des produktiven wie auch des reduktiven Moments der digitalen Technologie – dies wird am Beispiel von EyeEm ebenfalls deutlich – ist nicht losgelöst von dem kulturellen Milieu zu verstehen, aus dem die autooperationale Form hervorgeht und in dem sie zu Einsatz kommt. Vielmehr ist die autooperationale Form sowohl an die sich im Rahmen sozialer Medien entfaltenden Praktiken des Produzierens, Kuratierens, Teilens und Vermarktens von Fotografien wie auch an jene technisch-informatischen Diskurse gekoppelt, die sich mit der automatisierten Analyse von Bildmaterial befassen. Ausdruck findet die reflexive Kopplung sowohl in der sich ständig wandelnden Datenbasis, auf der die Algorithmen von EyeEm operieren, wie auch in der Anpassung der operationalen Form an neue Bedürfnisse und Kundenwünsche (siehe Shaji und Yildirim 2017).

5. Medienpädagogische Implikationen

Das im Rahmen dieses Beitrags vorgestellte Modell erlaubt, den Zusammenhang wie auch die Differenz zwischen digitaler Kulturtechnik und kultureller Praxis konzeptionell zu fassen. Die Idee der autooperationalen Form schliesst an die auch in der Medienpädagogik verbreitete Vorstellung einer konstitutiven Verwicklung von Mensch, Kultur und Technik an, die unter anderem in entsprechenden soziomateriellen Ansätzen ihren Ausdruck findet, und präzisiert diese. Im Unterschied zu soziomateriellen Ansätzen, die von einer grundlegenden Symmetrie zwischen menschlichen und nicht-menschlichen Akteuren ausgeht, unterstellt das Modell der operationalen Form eine prinzipielle Asymmetrie, die insbesondere darauf beruht, dass operationale Formen eines kulturellen Milieus bedürfen, das über sie selbst hinausweist. In Bezug auf digitale Technologien verweist dies auf die notwendige Informatisierung des jeweiligen Gegenstandsbereichs.

Aus analytischer Perspektive ermöglicht das Modell der (auto-)operationalen Form auch in der Medienpädagogik eine Auseinandersetzung mit digitalen Technologien, die über die einseitige Fokussierung auf Algorithmen und Datenstrukturen hinausweist. Hieraus ergibt sich die Möglichkeit, sich in einer aktiven und emanzipativen Weise in die Diskussion um und Gestaltung von digitalen Technologien einzubringen. Die Perspektive erweitert sich damit über digitale Technologien hinaus hin zu der Frage nach den kulturellen Praktiken und den in ihnen tradierten operationalen Formen. Erst die operationalen Formen machen die digitalen Technologien anschlussfähig. So stellen sich etwa die Fragen,

- inwiefern digitale Bildungstechnologien insbesondere jene Wissensbestände in der Schule ausbauen, die sich in besonderer Weise einer Formalisierung und damit auch einer automatisierten Prüfung unterziehen lassen;
- inwiefern digitale Angebote – wie die des digitalen Dienstleistungsanbieters Blinkist – die kulturelle Praktik des Lesens einer Optimierungslogik unterwerfen und das Ringen der Autorinnen und Autoren um individuelle Ausdrucksformen zugunsten einer vereindeutigten Informationspräsentation negieren;
- oder inwiefern in der Wirtschaft Personalentscheidungen auf Basis operationalisierter und damit auf informatisierbarer und messbarer Persönlichkeitseigenschaftsmodelle durchgeführt werden.

Floyds technikgenetische Perspektive, die Technologie in ihrer Prozesshaftigkeit und nicht als Produkt auffasst, ermöglicht, «Technik als dominante materielle Kultur in ihren Bedeutungsstrukturen zu beleuchten» (Hörning 1989, 90). Sie stellt die Bedeutung operationaler und autooperationaler Formen nicht in Abrede, sondern versteht sie als spezifischen Ausdruck kultureller Denk- und Handlungsformen, die es aus medienpädagogischer Sicht zu reflektieren und mitzugestalten gilt. Sie wendet sich gegen eine reduktionistische Lesart, in der Kultur immer schon technisch

vorbestimmt ist, und fordert dazu auf, auch jene Aspekte sozialer und kultureller Praxis und damit auch von Subjektivierungsprozessen in Rechnung zu stellen, die sich nicht modellhaft abbilden und formal beschreiben lassen.

Die medienpädagogische Herausforderung besteht nicht in der blossen Auseinandersetzung mit digitalen Technologien, sondern in der Reflexion und Provokation bestehender kultureller Formen. Ob entsprechende Formen im Zuge der Digitalisierung eine Wendung erhalten oder ob sie verfestigt werden, ist nicht zuletzt davon abhängig, ob wir uns als Medienpädagoginnen und -pädagogen in entsprechende Gestaltungsprozesse einbringen. Eine zentrale Fragestellung hierbei ist, ob es uns gelingt, Kultur offen zu halten für jene Aspekte, die sich einer Formalisierung und damit auch einer Informatisierung entziehen, oder ob wir Modelle kultureller Praxis befördern, die menschliches Handeln auf formalisier- und informatisierbare Handlungs- und Deutungsmuster reduzieren.

Literatur

- Alkemeyer, Thomas, und Nikolaus Buschmann. 2017. «Befähigen. Praxistheoretische Überlegungen zur Subjektivierung von Mitspielfähigkeit». In *Pierre Bourdieu: Pädagogische Lektüren*, hrsg. v. Markus Rieger-Ladich und Christian Grabau, 271–297. Wiesbaden: Springer VS. https://doi.org/10.1007/978-3-531-18904-8_14.
- Bettinger, Patrick. 2018. *Praxeologische Medienbildung: Theoretische und empirische Perspektiven auf sozio-mediale Habitustransformationen*. Wiesbaden: Springer VS. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-21849-2>.
- Bucher, Taina. 2018. *If ... Then – Algorithmic Power and Politics*. New York: Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oso/9780190493028.001.0001>.
- Cecez-Kecmanovic, Dubravka, Robert D. Galliers, Sue Newell, und Richard Vidgen. 2014. «The Sociomateriality of Information Systems: Current Status, Future Directions». *MIS Quarterly* 38 (3): 809–830. <https://doi.org/10.25300/MISQ/2014/38:3.3>.
- Edwards, Richard, und Patrick Carmichael. 2012. «Secret Codes: The Hidden Curriculum of Semantic Web Technologies». *Discourse: Studies in the Cultural Politics of Education* 33 (4): 575–590. <https://doi.org/10.1080/01596306.2012.692963>.
- Emirbayer, Mustafa. 1997. «Manifesto for a Relational Sociology». *American Journal of Sociology* 103 (2): 281–317. <https://doi.org/10.1086/231209>.
- Engel, Juliane, und Benjamin Jörissen. 2019. «Kontrollverlust und Kontrollphantasmen in öffentlichen und jugendkulturellen Digitalisierungsdiagnosen». In *Gegenwartsdiagnosen. Kulturelle Formen gesellschaftlicher Selbstproblematierung in der Moderne*, hrsg. v. Thomas Alkemeyer, Nikolaus Buschmann, und Thomas Etzemüller, 549–567. Bielefeld: transcript. <https://doi.org/10.14361/9783839441343-028>.
- Fenwick, Tara. 2015. «Sociomateriality and Learning: A Critical Approach». In *The SAGE Handbook of Learning*, edited by David Scott and Eleanore Hargreaves, 83–93. London: Sage.

- Fenwick, Tara, Richard Edwards, und Peter Sawchuck. 2011. *Emerging Approaches to Educational Research – Tracing the Sociomaterial*. Milton Park: Routledge.
- Floyd, Christiane. 1997. «Autooperationale Form und situiertes Handeln». In *Cognitio Humana – XVII. Deutscher Kongreß für Philosophie*, 237–252. Leipzig: Akademie Verlag. <https://doi.org/10.1515/9783050073651>.
- Floyd, Christiane. 2002. «Developing and Embedding Auto-Operational Form». In *Social Thinking – Software Practice*, edited by Yvonne Dittrich, Christiane Floyd, and Ralf Klischewski, 5–28. Cambridge: MIT Press.
- Gillespie, Tarleton. 2014. «The Relevance of Algorithms». In *Media Technologies: Essays on Communication, Materiality and Society*, edited by Tarleton Gillespie, Pablo J. Boczkowski, and Kirsten A. Foot, 167–194. Cambridge, MA: MIT Press.
- Hörning, Karl Heinz. 1989. «Vom Umgang mit den Dingen. Eine techniksoziologische Zuspitzung». In *Technik als sozialer Prozeß*, hrsg. v. Peter Weingart, 90–127. Frankfurt a.M.: Suhrkamp.
- Introna, Lucas D. 2016. «Algorithms, Governance, and Governmentality: On Governing Academic Writing». *Science, Technology, & Human Values* 41 (1): 17–49. <https://doi.org/10.1177/0162243915587360>.
- Jörissen, Benjamin. 2015. «Bildung der Dinge: Design und Subjektivierung». In *Subjekt, Medium, Bildung*, hrsg. v. Benjamin Jörissen und T. Meyer, 215–233. Wiesbaden: Springer VS. https://doi.org/10.1007/978-3-658-06171-5_11.
- Jörissen, Benjamin, und Lisa Unterberg. 2018. «Digital Cultural Education. The Capabilities of Cultural Education Facing Digital Transformation». In *Spectra of Transformation*, edited by Benjamin Jörissen, Leopold Klepacki, Lisa Unterberg, Julia Engel, Victoria Flasche, und Tanja Klepacki, 31–37. Münster: Waxmann.
- Jörissen, Benjamin, und Dan Verständig. 2016. «Code, Software und Subjekt. Zur Relevanz der Critical Software Studies für ein nicht-reduktionistisches Verständnis <digitaler Bildung>». In *Das umkämpfte Netz*, hrsg. v. Ralf Biermann und Dan Verständig, 1–35:37–50. Wiesbaden: VS. https://doi.org/10.1007/978-3-658-15011-2_3.
- Kalthoff, Herbert, Torsten Cress, und Tobias Röhl. 2016. «Einleitung: Materialität in Kultur und Gesellschaft». In *Materialität – Herausforderungen für die Sozial- und Kulturwissenschaften*, hrsg. v. Herbert Kalthoff, Torsten Cress, und Tobias Röhl, 11–41. Paderborn: Wilhelm Fink. <https://doi.org/10.30965/9783846757048>.
- Kitchin, Rob, und Martin Dodge. 2011. *Code/space: Software and everyday life*. Cambridge: MIT Press.
- Latour, Bruno. 2005. *Reassembling the Social – An Introduction to Actor-Network-Theory*. Oxford: Oxford University Press.
- Leonardi, Paul M. 2012. «Materiality, Sociomateriality, and Socio- Technical Systems: What Do These Terms Mean? How Are They Different?». In *Materiality and Organizing: Social Interaction in a Technological World*, edited by Paul M. Leonardi, Bonnie A. Nardi, and Jannis Kallinikos, 25–48. Oxford: Oxford University Press. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2129878>.

- Leonardi, Paul M., und Stephen R. Barley. 2008. «Materiality and Change: Challenges to Building Better Theory about Technology and Organizing». *Information and Organization* 18 (3): 159–176. <https://doi.org/10.1016/j.infoandorg.2008.03.001>.
- Manovich, Lev. 2013. *Software Takes Command*. New York, NY: Bloomsbury.
- Manovich, Lev. 2017. «Automating Aesthetics: Artificial Intelligence and Image Culture». *Flash Art International* 316. <https://flash---art.com/article/automating-aesthetics-lev-manovich>.
- Marotzki, Winfried, und Benjamin Jörissen. 2008. «Medienbildung». In *Handbuch Medienpädagogik*, hrsg. v. Uwe Sander, Friederike von Gross, und Kai-Uwe Hugger, 100–109. Wiesbaden: VS. https://doi.org/10.1007/978-3-531-91158-8_11.
- Maye, Harun. 2010. «Was ist eine Kulturtechnik?» *Zeitschrift für Medien- und Kulturforschung* 2010 (1): 121–135. <https://doi.org/10.28937/1000106304>.
- Mersch, Dieter. 2016. «Kritik der Operativität – Bemerkungen zu einem technologischen Imperativ». *Internationales Jahrbuch für Medienphilosophie* 2 (1): 31–52. <https://doi.org/10.1515/jbmp-2016-0104>.
- Meyer, Torsten. 2014. «Die Bildung des (neuen) Mediums – Mediologische Perspektiven der Medienbildung». In *Perspektiven der Medienbildung*, hrsg. v. Winfried Marotzki und Norbert Meder, 149–170. Wiesbaden: Springer VS. https://doi.org/10.1007/978-3-658-03529-7_7.
- Morley, Janine. 2017. «Technologies within and beyond Practices». In *The Nexus of Practices – Connections, Constellations, Practitioners*, edited by Allison Hui, Theodore R. Schatzki, and Elizabeth Shove, 81–97. London: Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315560816>.
- Nohl, Arnd-Michael. 2011. *Pädagogik der Dinge*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Nohl, Arnd-Michael, und Christoph Wulf. 2013. «Die Materialität pädagogischer Prozesse zwischen Mensch und Ding». *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft* 16: 1–13. <https://doi.org/10.1007/s11618-013-0406-0>.
- Orlikowski, Wanda J. 2007. «Sociomaterial Practices: Exploring Technology at Work». *Organization Studies* 28 (9): 1435–1448. <https://doi.org/10.1177/0170840607081138>.
- Orlikowski, Wanda J. 2010. «The Sociomateriality of Organisational Life: Considering Technology in Management Research». *Cambridge Journal of Economics* 34 (1): 125–141. <https://doi.org/doi:10.1093/cje/bep058>.
- Rieger-Ladich, Markus. 2017. «Postschalter und Dreiräder. Zur materiellen Dimension von Subjektivierungspraktiken». In *Die Sache(n) der Bildung*, hrsg. v. Christiane Thompson, Rita Casale, und Norbert Ricken, 191–212. Paderborn: Schöningh. <https://doi.org/10.30965/9783657785940>.
- Roberge, Jonathan, und Robert Seyfert. 2017. «Was sind Algorithuskulturen?» In *Algorithuskulturen – Über die rechnerische Konstruktion der Wirklichkeit*, hrsg. v. Robert Seyfert und Jonathan Roberge, 7–40. Bielefeld: transcript. <https://doi.org/10.14361/9783839438008-001>.
- Röhl, Tobias. 2015. «Die Objektivierung der Dinge. Wissenspraktiken im mathematisch-naturwissenschaftlichen Schulunterricht». *Zeitschrift für Soziologie* 44 (3): 162–179. <https://doi.org/10.1515/zfsoz-2015-0302>.

- Schäffer, Burkhard. 2007. ««Kontagion» mit dem Technischen. Zur dokumentarischen Interpretation der generationsspezifischen Einbindung in die Welt medientechnischer Dinge». In *Die dokumentarische Methode und ihre Forschungspraxis*, hrsg. v. Ralf Bohnsack, Iris Nentwig-Gesemann, und Arnd-Michael Nohl, 2., überarb. u. erw., 45–67. Wiesbaden: VS. <https://doi.org/10.1007/978-3-531-19895-8>.
- Schatzki, Theodore R. 2012. «A Primer on Practices: Theory and Research». In *Practice-Based Education*, edited by Joy Higgs, Ronald Barnett, Stephen Billett, Maggie Hutchings, and Franziska Trede, 13–26. New York, NY: Sense Publisher.
- Schelhowe, Heidi. 2007. *Technologie, Imagination und Lernen – Grundlagen für Bildungsprozesse mit Digitalen Medien*. Münster: Waxmann.
- Schüttpelz, Erhard. 2006. «Die medienanthropologische Kehre der Kulturtechniken». In *Archiv für Mediengeschichte. Themenschwerpunkt: Kulturgeschichte als Mediengeschichte (oder vice versa?)*, hrsg. v. Lorenz Engell, Joseph Vogl, und Bernhard Siegert, 87–110.
- Schulz-Schaeffer, Ingo. 2004. «Regelmäßigkeit und Regelhaftigkeit. Die Abschirmung des technischen Kerns als Leistung der Praxis». In *Doing Culture: Neue Positionen zum Verhältnis von Kultur und sozialer Praxis*, hrsg. v. Karl Heinz Hörning und Julia Reuter, 108–126. Bielefeld: transcript. <https://doi.org/10.14361/9783839402436-007>.
- Scott, Susan V., und Wanda J. Orlikowski. 2014. «Entanglements in Practice: Performing Anonymity through Social Media». *MIS Quarterly* 38 (3): 873–893. <https://doi.org/doi:10.25300/MISQ/2014/38.3.11>.
- Shaji, Appu. 2016. «Understanding Aesthetics with Deep Learning». *Nvidia Developer Blog* (blog). 29 February 2016. <https://devblogs.nvidia.com/understanding-aesthetics-deep-learning/>.
- Shaji, Appu, und Gökhan Yildirim. 2017. «Personalized Aesthetics: Recording the Visual Mind Using Machine Learning». *Nvidia Developer Blog* (blog). 29 March 2017. <https://devblogs.nvidia.com/personalized-aesthetics-machine-learning/>.
- Simond, Fabrice, Nikolaos Arvanitopoulos, und Sabine Süssstrunk. 2015. «Image Aesthetics Depends on Context». In *2015 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP)*, 3788–92. IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICIP.2015.7351513>.
- Simondon, Gilbert. 2012. *Die Existenzweise technischer Objekte. 2. Aufl.* Zürich: diaphanes.
- Slife, Brent D. 2004. «Taking Practice Seriously: Toward a Relational Ontology». *Journal of Theoretical and Philosophical Psychology* 24 (2): 157–178. <https://doi.org/10.1037/h0091239>.