



Leseprobe aus Standop, Digitale Medien in der Schule,
ISBN 978-3-407-63247-0 © 2022 Beltz in der Verlagsgruppe Beltz, Weinheim Basel
[http://www.beltz.de/de/nc/verlagsgruppe-beltz/
gesamtprogramm.html?isbn=978-3-407-63247-0](http://www.beltz.de/de/nc/verlagsgruppe-beltz/gesamtprogramm.html?isbn=978-3-407-63247-0)

Inhalt

Vorwort des Herausgebers	8
1. Einführung	10
2. Entwicklung und Etablierung digitaler Medien	14
2.1 Ein kurzer historischer Überblick	18
2.2 Gegenwartsanalyse – wie wirkt es?	23
2.3 Kommunikationstheoretische Perspektiven auf digitale Medien	26
2.4 Das Internet als Kulturraum	29
2.5 Bildungsdimension Wissensbezug	32
3. Wirkungen der Digitalisierung auf die Lebenswelt	34
3.1 Gesellschaftliche Implikationen	36
3.2 Digitale Medien in ihrer Bedeutung für das Aufwachsen von Kindern und Jugendlichen	42
3.2.1 Sozialisation in der digitalisierten Gesellschaft	43
3.2.2 Allgemeine Medienverwendung	45
3.2.3 Forschungserkenntnisse zur Mediennutzung Heranwachsender	46
4. Bildung und digitale Medien	58
4.1 Bildungstheoretische Hintergründe: Wie verändert sich Lernen? Was ist heute Bildung?	59
4.1.1 Bildung in einer digitalen Welt	64
4.1.2 Kompetenzen für das 21. Jahrhundert	67
4.2 Bildungspolitische Hintergründe	70
4.2.1 Zielsetzungen	72
4.2.2 Einsatz digitaler Medien im Unterricht	74

5. Das Verständnis von Lehren und Lernen	77
5.1 Lerntheorien	78
5.1.1 Einige Vorbemerkungen zu Lernen und Erinnern	79
5.1.2 Behavioristische Ansätze	79
5.1.3 Kognitivistische Ansätze	81
5.1.4 Konstruktivistische Perspektiven auf Lernen	89
5.1.5 Sozialkonstruktivistisches Ansätze	91
5.1.6 Konnektivismus – eine Lerntheorie für das digitale Zeitalter?	92
5.2 Forschungserkenntnisse zum Lernen mit digitalen Medien	93
5.3 Ein verändertes Lernverständnis	101
6. Medienpädagogische Perspektive	107
6.1 Medienerziehung	114
6.2 Mediendidaktik	117
7. Digitale Medien in Schule und Unterricht	123
7.1 Aufgaben der Schule	123
7.2 Allgemeine Rahmenbedingungen, Kriterien und Funktionen von Medien in Schule und Unterricht	129
7.3 Didaktische Perspektiven auf den unterrichtlichen Einsatz digitaler Medien	132
7.3.1 Didaktische »Modellierungen und Konzeptionen«	135
7.4 Aufgaben und Kompetenzen von Lehrerinnen und Lehrern	149
7.4.1 Medienkompetenz von Lehrerinnen und Lehrern	151
7.4.2 Medienbezogene Einstellungen bzw. Überzeugungen von Lehrerinnen und Lehrern	161
7.4.3 Veränderungen in der Rolle der Lehrerinnen und Lehrer	161
7.5 Schulentwicklung und digitale Medien	173

8. Digitale Medien im Unterricht konkret	182
8.1 Unterrichtsplanung, Hinweise für digitale Lernarrangements	185
8.2 Vorbereitung eines Unterrichts mit digitalen Medien	197
8.2.1 Zusammenstellung der Medien und Materialien	198
8.2.2 Adaptivität	202
8.2.3 Pädagogisch-didaktische Grundsätze und der Einsatz digitaler Medien	204
8.3 Einige Hinweise zu Verfahren und Werkzeugen (Tools)	212
8.4 Das Verhältnis zwischen Lehrenden und Lernenden wandelt sich	224
Literatur	230

Vorwort des Herausgebers

Digitale Medien sind weder aus der gesellschaftlichen Lebenswelt noch aus dem Berufsalltag mehr wegzudenken. Ganz im Gegenteil: Es ist begründet davon auszugehen, dass wir erst am Anfang einer weltumspannenden Entwicklung stehen und somit das Thema Digitalisierung künftig noch stärker an Bedeutung gewinnen wird, indem es auf weitere Bereiche übertragen wird und Handlungsoptionen eröffnet, die heute noch nicht einmal angedacht werden. Von daher ist es offensichtlich, dass die zunehmende Digitalisierung das Lernen im Allgemeinen und das Lernen in unseren Schulen im Besonderen so sehr verändern wird, dass ein tiefgreifender Wandel der gesamten Erziehungs- und Bildungskultur zu erwarten ist. Doch diese Entwicklung geschieht nicht voraussetzungslos oder nach von außen vorgegebenen Regeln. Vielmehr stellt sich die Kardinalfrage: Was bedeutet die Digitalisierung für das künftige Lernen von Schülerinnen und Schülern?

Daraus ergeben sich zentrale Aufgabenstellungen, wie schulischer Unterricht von den Möglichkeiten der Digitalisierung profitieren kann. Welche das sind und unter welchen Rahmenbedingungen diese zum Gelingen eines zeitgemäßen und qualitativ hochwertigen digitalen Lernens führen, wird in dieser Publikation aus drei Perspektiven beleuchtet.

Erstens wird der Blick auf die Digitalisierung als neues essenzielles Leitmedium gerichtet, indem wissenschaftlich begründet wird, wie wichtig es ist, die nachfolgende Generation mit diesem sachgerecht vertraut zu machen und ihre Kompetenzen im Umgang damit umfassend zu entwickeln. Zweitens wird herausgestellt, dass Schule sich nicht problemlos neu erfinden kann, sondern als gesellschaftliche Institution eine Historie hat, die es bei Reformen zu berücksichtigen und an die es anzuknüpfen gilt. Deshalb wird intensiv geprüft, wie die Möglichkeiten der Digitalisierung in dem geschichtlich gewachsenen System Schule sinnvoll und produktiv im Sinne des Allgemeinbildungsanspruchs genutzt werden können.

Drittens stellt sich zentral die Frage, wie wirksam das schulische Lernen mit digitalen Medien sein kann. Die Antwort darauf, gestützt auf die Sichtung der aktuellen empirischen Datenlage, fällt sowohl differenziert als auch eindeutig aus. Der Gewinn ist gering bis negativ, wenn nach dem Motto verfahren wird: neuer Wein in alten Schläuchen. Lernförderliche und bildungssignifikante Aspekte lassen sich durch die Nutzung digitaler Medien dann erzielen, wenn die Unterrichtsdidaktik neue Lösungen anbietet. Das heißt, die Wirksamkeit digitaler Medien in Schule und Unterricht kann nur kontextabhängig erörtert und begründet werden. Statt

den Blick auf die Einführung und Anwendung neuer Technologien zu fokussieren, sollte die Chance nicht verspielt werden, die längst überfällige Reform des Unterrichts endlich zu realisieren. Hingegen ist es wenig sinnvoll, für den Frontalunterricht in einer hauptsächlichen Variante des fragend-entwickelnden Unterrichtsgesprächs die Overheadfolien durch Power-Point-Präsentationen zu ersetzen oder das Schreiben im Heft durch das Schreiben ins Tablet. Viel wichtiger ist es, die Möglichkeiten digitaler Medien im Zusammenhang mit der Weiterentwicklung der Unterrichts- und Bildungsqualität zu betrachten.

Für angehende Lehrkräfte, aber ebenso für den im und rund um das schulische Bildungswesen tätigen Personenkreis macht es diese Publikation so lesenswert, weil äußerst präzise die aufgeworfenen Kernfragen zum digitalen Lernen durchgearbeitet und beantwortet werden. Somit liegt eine Veröffentlichung vor, mit der das Thema des digitalen Lernens unter Einbeziehung maßgebender theoretischer Grundlagen, empirischer Studien und praktischer Bezüge im Hinblick auf Möglichkeiten zur Innovation schulischer Unterrichtsqualität und der Vermittlung zukunftsfähiger Bildungswirksamkeit geordnet und für den notwendigen wissenschaftlichen Diskurs aufbereitet wird. Dementsprechend ist der Umgang mit digitalen Medien in der Schule vor allem eine pädagogisch-didaktische und bildungstheoretische Frage.

Bielefeld

Prof. Dr. Eiko Jürgens

1. Einführung

Als James Pillans (1778-1864) im Jahre 1854 erstmals eine Kreidetafel in seinem Geografieunterricht verwendete, wollte die Schulaufsicht den Einsatz von Tafeln zunächst unterbinden. Im damaligen, durch Auswendiglernen von Grammatikregeln und Katechismus geprägten Unterricht, waren plötzlich »sozial-kommunikative Unterrichtsformen möglich, die [...] als subversiv erlebt wurden« (Wagner 2004, 170; Petrat 1979). Aktuell fordert die Digitalisierung mit ihren erweiterten Möglichkeiten der Kommunikation und der Interaktion die Protagonisten von Schule und Unterricht heraus. Wissen, das in der Vergangenheit exklusiv durch Schule, Bibliothek und Universität zur Verfügung gestellt wurde, kann heute über das Internet durch alle und nahezu überall abgerufen werden. Im Vordergrund eines Bildungsverlaufs steht zunehmend nicht mehr das klassische Ideal des maximalen Wissenserwerbs, sondern die Fähigkeit, das Wissen in wechselnde Kontexte einbetten zu können. Und das Buch, jahrhundertlang Sinnbild einer technischen Revolution und eines Bildungsmediums, wird zunehmend herausgefordert durch die digitalen »Multi- bzw. Symmedien« Computer und Internet (Frederking/Jonas 2008).

Mit dem Beginn des Internetzeitalters im Laufe der 90er Jahre des vergangenen Jahrhunderts begann auch die Nutzung des Webs für das schulische Lernen – zunächst vor allem als »Online-Lernen« unter Verwendung von sachbezogenen Internetressourcen sowie durch den Einsatz der kooperativen Möglichkeiten des Internets. Neben den sich verändernden technischen Möglichkeiten kommen auf Schule in einer sich digitalisierenden Welt aber weitere Aufgaben zu. Denn sie muss die Heranwachsenden auf eine Gesellschaft vorbereiten, in der einerseits immer mehr Prozesse automatisiert werden. Andererseits werden gerade hierdurch Kompetenzen wie Teamfähigkeit, Sozialkompetenz und Kreativität zunehmend wichtiger für eine erfolgreiche Lebensführung. Daher ergeben sich Anforderungen an schulischen Unterricht, die zwar auch den Einsatz digitaler Medien betreffen, in besonderem Maße aber Lern- und Prüfungsformate z. B. im Hinblick auf kooperatives und problemorientiertes Lernen berühren. Darüber hinaus bedeutet eine ausdauernde Mediennutzung nicht zugleich, dass Medien auch kompetent genutzt werden. Vielmehr ist ein zielorientierter, sachangemessener, selbstbestimmter und schöpferischer Gebrauch digitaler Medien, der darüber hinaus selbst- und sozialverantwortlich erfolgt, auf medienbezogene Kenntnisse und Fähigkeiten angewiesen (Tulodziecki 1996) sowie darauf, medial vermittelte Infor-

mationen dekodieren, produzieren und kritisch reflektieren zu können (Knaus 2009). Gegenwärtig erwerben die Heranwachsenden ihre Kompetenzen im Umgang mit Computer, Smartphone und Internet vor allem durch Elternhaus und Gleichaltrige, was soziale Ungleichheiten verstärkt. Allgemeinbildende Schulen haben daher die Aufgabe, alle Schülerinnen und Schüler gleichermaßen bei ihrem Erwerb aktueller Medienkompetenzen zu unterstützen (Eickelmann u. a. 2019).

Der Einfluss von Medien ist auch in der Gegenwart nicht unumstritten. Die Kritik daran folgt einer über die Zeit ähnlichen Logik, nach der mediale Erfahrungen unnatürlich sind und den Realitätssinn der Heranwachsenden negativ beeinflussen, hingegen Bildung und Erziehung der Auseinandersetzung mit der Wirklichkeit und dem Natürlichen bedürfen. Hervorgehoben wird zudem die größere Verletzlichkeit von Heranwachsenden, aufgrund derer sie durch Medien und ihre Deutungen in höherem Maße beeinflussbar seien. Zudem würden letztere durch ihre leichte und unterhaltsame Konsumierbarkeit die Auseinandersetzung der Heranwachsenden mit anspruchsvollen Medien untergraben (Moser 2008). Solche bewahrpädagogischen Zuschreibungen unterstellen, dass die Heranwachsenden den negativen Einflüssen (heute) insbesondere digitaler Medien nahezu hilflos gegenüberstehen und sie daher vor diesen geschützt werden sollten (Hoffmann 2008). Die digitalen Medien zugewandte Haltung hingegen neigt wiederum häufig zu einer Überschätzung der damit verbundenen Möglichkeiten und beschwört einen technisch veranlassten Umbruch schulischen Unterrichts, der Lernen möglicherweise leichter, effizienter und wirksamer macht. Betont wird eine Motivation allein durch digitale Medien, die damit vor allem für lernschwächere Schülerinnen und Schüler als Unterstützung betrachtet werden. Und schließlich wird mit den neuen Medien oftmals eine generelle Reform von Schule, Unterricht und Lernen verbunden (Schaumburg/Prasse 2019).

Mit den digitalen Medien verbindet sich die Frage nach der Notwendigkeit einer »Digitalen Kompetenz«, über die Heranwachsende verfügen sollten, um ihre zukünftige Lebenswelt erfolgreich gestalten zu können. Denn digitale Technik durchdringt und prägt heute alle anderen Kulturtechniken und Fachgebiete sowie die Themenbereiche des Lernens maßgeblich. Dies erfordert entsprechend eine grundsätzliche Analyse der Lehrpläne, Curricula und Kompetenzraster hinsichtlich ihrer Berücksichtigung digitalisierungsbezogener Aspekte (Kerres 2017).

Zwischen Lernen und Medien bestehen vielschichtige Wirkungszusammenhänge und Interdependenzen. Gerade im Hinblick auf Bildung sind es nicht die Medien oder die Medientechnik an sich, die bildungswirksam sind. Die Effekte und Wechselwirkungen zwischen Medium und Lernen sind wesentlich vielschichtiger und korrespondieren in hohem Maße mit der Inszenierung und der inhaltlichen Ausrichtung eines Mediums. Neben der Aufbereitung und Ausgestaltung der Medien, der Lernumgebung und der Lernorganisation ist das Lernen in konkreten Bildungszusammenhängen zentral für die Realisierung lebensnaher Erwartungen

und Ziele. Damit stellt sich die Frage, wie durch digitale Medien schulische Lernprozesse verbessert und Lernergebnisse über eine größere Eigentätigkeit von Schülerinnen und Schülern optimiert werden können. Dafür sind die Voraussetzungen zu klären, die in einer Schule (Eickelmann 2012; Petko 2012), auf infrastruktureller oder politisch-administrativer Ebene (Breiter u. a. 2012; Heinen/Kerres 2017) im Kontext des Medieneinsatzes gegeben sein müssten. Ob es hierdurch zu umfassenden Umgestaltungsprozessen im Bildungssystem kommt oder sich Lehren und Lernen in der Institution Schule und mit dieser eher wenig wandeln, ist eine Frage, auf die vielfältige Antworten über die Bedeutung digitaler Technik für die Gesellschaft möglich sind.

Ist die Bildungswirkung von Medien somit gebunden an die konkrete Ausgestaltung von Lernkontexten, um Lernprozesse nicht nur anzuregen, sondern zu intensivieren und verbesserte Lernergebnisse zu erzeugen, sind es daher letztlich wiederum die Menschen, die auf Bildung Einfluss nehmen und diese mit Unterstützung digitaler Medien umgestalten und neu organisieren.

Wir erfahren alltäglich, dass wir in einer Umbruchszeit leben, »auf lange Sicht sind die gesellschaftlichen Umwälzungen der Digitalisierung absehbar gravierend und können als *epochal* eingeordnet werden. Wenn Digitalisierung als Chance begriffen wird, Lernen anders zu gestalten, kann diese Wirkung in der Bildung entfalten« (Kerres 2018, 146). Das Denken und Arbeiten in Zusammenhängen, in Beziehungen und Prozessen sowie kontextbezogenes und reflexives Denken beanspruchen ein Lernen, das eher problemorientiert, situiert oder projektbezogen ist. Die veränderten Möglichkeiten durch die Digitalisierung müssen von den Lehrenden entsprechend wahrgenommen, auf die Ziele des Unterrichts übertragen und für zukünftige Unterrichtsarrangements fruchtbar gemacht werden. Bislang, zumindest bis zum Beginn der Corona-Pandemie, wurden digitale Medien im internationalen Vergleich, so zeigt es die ICILS 2018 # NRW, aus der Sicht von deutschen Achtklässlerinnen und Achtklässlern in allen Fächern nur unterdurchschnittlich häufig eingesetzt (Eickelmann u. a. 2019). Prozentual am häufigsten (53.3 %) wurden digitale Medien im Fach Informatik bzw. Informatische Bildung o. Ä.) verwendet (deutschlandweit 60.3 %, vgl. Schaumburg et al. 2019), gefolgt von Naturwissenschaften (48.5 %), geisteswissenschaftlichen Fächern (48.0 %), Fremdsprachen (41.3 %) und dem Deutschunterricht (36.3 %). Der geringste Anteil ergab sich für den Mathematikunterricht (28.0 %; zum Vergleich Dänemark: 96.9 %) (ebd.).

Digitale Medien können eine nicht hierarchisch strukturierte Interaktion und Kommunikation zwischen Lehrperson und Lernenden unterstützen, wodurch sich neue, insbesondere sozialintegrative Formen der Zusammenarbeit ergeben. Darüber hinaus bietet sich die Verknüpfung mit traditionellen Medien an (Sofos/Kron 2010). Das Informationszeitalter mit seinem Leitmedienwechsel fördert die Dezentralisation des Klassen- bzw. Schulraums als Bildungsraum, denn Bildungs-

arrangements lassen sich nun über digitale Medien von den verschiedensten Orten aus ansteuern und anwenden. Das Lernen als solches ist also betroffen, und dies erfordert von der Schule umfassendere Anstrengungen, als lediglich Überlegungen über die Verwendung des Computers im Unterricht. Denn die Digitalisierung ermöglicht das selbstgesteuerte und das kooperative Lernen sowie ein handlungs- bzw. problembasiertes Lernen mit unterschiedlichsten Tools. Das Verständnis von Lernen und Lehren wandelt sich allerdings langsam (Bischof u. a. 2016), weil seine Traditionen tief mit den Biografien der Menschen und den Bildungsinstitutionen verwachsen sind. Häufig verbirgt sich hinter dem Digitalisierungswunsch eine sehr traditionelle Vorstellung von Lehren und Lernen, die mit digitalen Medien weiterentwickelt werden sollen, ohne die herkömmlichen Vorstellungen von Bildung infrage zu stellen (Muuß-Merholz 2019). Die Weiterentwicklung von Bildungsprozessen gelingt aber nicht, wenn sie lediglich durch einen Technikwandel bewerkstelligt werden soll. Vielmehr muss die Lernkultur sich wandeln, was nur über einen umfassenden Veränderungsprozess unter Einbezug zahlreicher Handelnder und als gemeinsamer Lernprozess erfolgen kann. Die digitale Technik gibt nicht bestimmte Entwicklungen vor, sondern erschafft zahlreiche Handlungsmöglichkeiten, für die ein gesellschaftlicher Konsens im Hinblick auf Bildung in der Epoche der Digitalisierung gefunden werden muss.

2. Entwicklung und Etablierung digitaler Medien

Der Begriff »Medium« leitet sich von dem lateinischen Adjektiv *medius* ab, das mit »in der Mitte, dazwischenliegend, vermittelnd« übersetzt werden kann. Ein Objekt wird insofern zu einem Medium, wenn es zwischen Gegenstände oder Menschen geschaltet wird. Sehr unterschiedliche Objekte können also zu Medien werden. Allerdings ist »ein Buch als bloßer Gegenstand noch kein Medium, sondern wird erst durch die kommunikationsbezogene Absicht und Nutzung bzw. durch die kommunikativen Zusammenhänge, in denen es steht, zu einem Medium« (Herzig 2018, 29). Zum Medienbegriff gehören daher nicht nur Technik und Ausstattung, sondern zugleich ihr funktionierendes Miteinander im Rahmen der Kommunikation.

Aus medien- und kommunikationswissenschaftlicher Perspektive werden Medien als Träger bzw. Vermittler von Signalen in kommunikativen Zusammenhängen verstanden (vgl. Schaumburg/Prasse 2018). Medien der Kommunikation sind artikulierte Zeichen auf materiellen und technologischen Zeichenträgern, mit denen Menschen Gedanken und Botschaften im sozialen Kontext austauschen und verarbeiten (Beck 2017; Hickethier 2010; Petko 2020, 12). Aus kognitiver Sicht dienen Medien als »Werkzeuge des Denkens« (Aebli 1994; Bruner 1971), indem Menschen in den Medien der Sprache, der bildhaften Vorstellungen und der Handlungsmuster denken und lernen. Aus soziologischer Perspektive arbeiten Medien in sozialen Systemen nach bestimmten Spielregeln (Faulstich 2002; Winkler 2004) und erhalten erst durch den jeweiligen Gebrauchskontext ihre Funktion (Petko 2020). Im Hinblick auf die Einordnung Bedeutung tragender Zeichen differenziert Pross (1972) zwischen den *primären Medien* des Körpers (Sprache, Gestik und Mimik), den *sekundären Medien*, die technisches Gerät zur Erzeugung, aber nicht zum Empfang von Nachrichten erfordern (z. B. Zeitungen, Kleidung, Bücher) sowie den *tertiären Medien*, die Technik für Erzeugung und Empfang benötigen (z. B. Radio, Fernsehen, Telefon). Da bei den letzten beiden Formen die Technik beeinflusst, wie Nachrichten übermittelt und empfangen werden, wird sie zu einem Teil der gesendeten Information (McLuhan/Fiore 1967).

Traditionelle Medien dienten ausschließlich der Übermittlung von Informationen. Bei digitalen Medien hingegen hat sich die Bedeutung von Technik gesteigert, durch erheblich mehr und umfassendere Funktionen im Kommunikations-

prozess (vgl. Petko 2020). Kognitiver und kommunikativer Mediengebrauch sind bei ihnen eng miteinander gekoppelt (Nieding et al. 2015; Seel/Winn 2012). So findet durch den Einsatz von Kommunikationsmedien Denken nicht mehr nur beim einzelnen Individuum statt, vielmehr erweitert sich der Denkprozess in sozialer und technischer Hinsicht (Eco 2002; Kjørup 2009). Hierdurch entwickelt sich zwischen individueller sowie kollektiver Informationsverarbeitung eine Wechselwirkung. Menschliches Denken und menschliche Kultur haben sich in Symbiose mit technischen Werkzeugen entwickelt (Säljö 2010; zitiert nach Petko 2020). Aufgrund ihrer neuartigen Funktionen werden digitale Medien in Ergänzung zu Pross (1972) daher als *quartäre Medien* bezeichnet (Faulstich 2002) bzw. als Informations- und Kommunikationstechnologien (ICT).

Digitale Informationen sind in computerlesbaren Formaten (Programmen) codiert, als ausführbare Programme sowie als nicht anwendbare Daten zur Programmverarbeitung (Petko 2020, 15f.). Das heißt, dass sämtliche Informationen (Texte, Bilder, Töne, Videos etc.) mit dem gleichen Alphabet aus den beiden Zeichen 0 und 1 darstellbar sind. Die binäre Ausführung ermöglicht die elektronische Speicherung verschiedenster Daten auf dem gleichen Datenträger. Allerdings erlauben Computer nicht nur die Erfassung und Speicherung digitaler Daten. Vielmehr ermöglichen sie deren automatische regelbasierte Verarbeitung, durch maschinelle Sortierung, Filterung und Weiterverarbeitung.

In der Regel werden digitale Informationen durch elektronische Medien (Computer) mithilfe von vorgegebenen Prozeduren gelesen, verarbeitet und ausgegeben. Algorithmen erhalten daher im »Zeitalter der Digitalität« (Stalder 2019) eine neue Bedeutung. Sie sind Handlungsanleitungen für die Behandlung von Problemen, indem ein Input durch eine definierbare Schrittzahl in ein gewünschtes Ergebnis übertragen wird. Ein Algorithmus ist durch drei Kennzeichen charakterisiert:

1. »Sämtliche Schritte, einzeln und als Ganzes, müssen eindeutig und vollständig beschrieben sein. Dazu ist in der Regel eine formale Sprache notwendig, etwa die Mathematik oder eine Programmiersprache, um die für natürliche Sprachen charakteristischen Unschärfen und Mehrdeutigkeiten zu beseitigen, damit Anweisungen ohne Interpretation angewandt werden können.
2. Zweitens müssen die einzelnen Schritte zusammen praktisch durchführbar sein. Deshalb ist jeder Algorithmus auf den Kontext seiner Realisierung bezogen. Verändert sich dieser, verändert sich auch, welche Handlungsabläufe als Algorithmen formalisiert werden können, und damit, in welcher Weise Algorithmen an der Konstitution der Welt teilhaben.
3. Drittens muss eine Handlungsanweisung mechanisch ausführbar sein, damit sie unter veränderten Voraussetzungen immer dasselbe Resultat zeitigt« (ebd., 167f.).

Jede Bearbeitung digitaler Daten, die als eine Folge von Regeln exakt beschreibbar ist, kann durch Computer automatisiert werden (z. B. das Ausdrucken von Tickets, das Ausführen eines Waschprogramms der Spülmaschine, das Reservieren von Sitzplätzen, das Berechnen des schnellsten Weges zwischen zwei Orten). Die Speicherung digitaler Daten benötigt wenig Platz, sie lassen sich über ein Datenetz wie das Internet weltweit übertragen, sodass alle gespeicherten Daten nahezu sofort überall zur Verfügung stehen (Döbeli Honegger 2015). Gapski (2015) unterscheidet zwischen inhaltsbezogenen Daten (z. B. Videos, Texte), Prozessdaten (z. B. Übertragungsdaten, Sensordaten) sowie Programm-Daten (Codes, Programme). Mithilfe ihrer Software werden Computer zu Universalmaschinen der Informationsverarbeitung und können in Abhängigkeit vom jeweiligen Programm unterschiedlichste Funktionen erfüllen, für die früher getrennte Geräte nötig waren. Heute sind Computer in der Regel drahtlos oder kabelgebunden mit anderen Geräten vernetzt. Über die Netzwerke tauschen sie Daten aus bzw. nutzen wechselseitig Software und Rechenkapazität. Voraussetzung hierfür ist, dass die Geräte über ein konkretes Softwareprotokoll miteinander »kommunizieren«. Netzwerkprotokolle sind z. B. IP = Internet Protocol, http = Hypertext Transfer Protocol oder FTP = File Transfer Protocol (Petko 2020). Das HTTP ermöglicht eine hypertextuelle Verbindung zwischen Computern.

Ausgehend von der Schnittstelle, über die die Interaktion durch die Anwender*innen stattfindet (das Interface, z. B. der Touchscreen eines Smartphones), lassen sich digitale Medien durch verschiedene zentrale Eigenschaften beschreiben, die zudem ihre spezifischen Möglichkeiten verdeutlichen:

- Die *Codierungsarten*: symbolische (verbale und nichtverbale) oder abbildhafte (objektgetreue und schematische bzw. typisierende) (vgl. Tulodziecki et al. 2010, 32ff.).
- Die *Sinnesmodalitäten*, wie die auditive und visuelle Modalität (oder Kombinationen beider). Auch der Bewegungs-, Tast- oder Berührungssinn können bedeutsam sein.
- Bestimmte *Darstellungsformen* aufgrund der Verbindung von Codierungsart und Sinnesmodalität (z. B. statische grafische Darstellungen, Animationen, aufgezeichnete Originaltöne, Fotos, Filme, nichtverbale optische Symbole wie Icons), die ihrerseits unter Verwendung spezifischer Gestaltungstechniken erstellt werden.
- Die *Ablaufstrukturen*. So erfolgt die Präsentation einer Folie ruhend bzw. punktuell. Film, Hörspiel oder Animation hingegen haben eine lineare Ablaufstruktur, die durch Start und Stopp, Vor- sowie Rücklauf manipulierbar ist. Bei *adaptiven* Ablaufstrukturen steuern die Anwender*innen die Mediendarbietung mit ihren Eingaben (z. B. können bei entsprechenden Übungsprogrammen Art und Anzahl der Aufgaben auf den Leistungsstand des Nutzenden abgestimmt werden). Bei *responsiven* Ablaufstrukturen ist die Präsentation des medialen

Angebots durch Aktionen über geeignete Schnittstellen bzw. Steuerungsmöglichkeiten manipulierbar. Eine synchrone oder asynchrone Kommunikation zwischen mehreren Anwender*innen wird durch *kommunikative* Ablaufstrukturen realisiert.

- Formen der *Steuerung*: mechanische Steuerung (z. B. Tastendruck), Berührungssteuerung (z. B. Touch-Pads, interaktive Whiteboards), Sprachsteuerung (z. B. Eingaben in ein Smartphone zum Start einer Anwendung), Bewegungssteuerung (z. B. über eine Mouse oder die Bewegung von Controllern, z. B. bei Spielekonsolen) sowie Gestensteuerungen (z. B. durch Handbewegung in Fahrzeugen). Die *Steuerungsformen* beeinflussen die Interaktionsmöglichkeiten ausschlaggebend (vgl. Herzig 2018, 31f.).

Alle diese Eigenschaften werden über das Interface des digitalen Geräts angesprochen, über das interagiert wird. Die eigentlichen Prozesse erfolgen im Verborgenen und können nicht unmittelbar gesteuert, sondern von den Anwendern nur indirekt erfasst werden (ebd.).

Das Konstruktionsprinzip des Internets ist die Dezentralisierung, womit seine Struktur und seine Wirkweise beschrieben wird. Insbesondere digitale Medien verändern die Auffassung von technischen und sozialen Medienaspekten (Döbeli Honegger 2016; Feldmann 1997; Gane/Beer 2008). Folgende Innovationen verbinden sich nach Petko (2020) mit digitalen Medien:

- »Digitale Medien erleichtern das Speichern, Verbreiten und Verarbeiten von Informationen.
- Digitale Medien ermöglichen eine automatisierte Bearbeitung und Steuerung immer komplexerer Prozesse.
- Digitale Medien lassen sich vielfältiger ordnen und durchsuchen.
- Digitale Medien können interaktiv und adaptiv sein.
- Bisher getrennte Medien konvergieren.
- Individual- und Massenmedien verschwimmen.
- Digitale Medien eröffnen neue Kommunikationskanäle und ermöglichen neue Kommunikationsformen: Computergestützte Medien integrieren alle bisherigen medialen Kommunikationskanäle und erweitern sie um neue Möglichkeiten.
- Digitale Medien sind omnipräsent.
- Soziale Auswirkungen sind vielfältig und heterogen. Z. B. Mediatisierung, Wandel der Erwerbsarbeit, private und gesamtgesellschaftliche Beziehungen wandeln sich, »Digital Divide« (ebd., 20).

2.1 Ein kurzer historischer Überblick

Die komplexen Wirkungen von Medien und Kultur im Kontext von gesellschaftlichen Entwicklungen, Menschenbild, Machtgefüge und Zeitsignaturen hat Debray (2004) analysiert. Er unterscheidet vier große Medien-Epochen (»Mediosphären«):

1. Die *Logosphäre* beschreibt das Zeitalter der mündlichen Überlieferung bis ins Mittelalter hinein. Schreiben und Lesen waren wenigen, vor allem kirchlichen Würdenträgern vorbehalten. Autoritäten waren die Kirche, Geistliche und Propheten. Diese beriefen sich auf Gott, wenn sie ihre Interpretationen der heiligen Schrift an das Volk als gehorsame Empfänger nicht hinterfragbarer, ewig gültiger göttlicher Botschaften weitergaben.
2. Die *Graphosphäre* verkörpert das Zeitalter des Buchdrucks von der Renaissance bis in die Moderne. Im Zuge der Erfindung des Buchdrucks änderte sich der Blick auf den Menschen, die gesellschaftlichen Machtverhältnisse und die Weitergabe kultureller Innovationen. Durch die Möglichkeit der Vervielfältigung und Verteilung von Texten an die Bevölkerung, wurde für eine gesellschaftliche Teilhabe die Fähigkeit zum Lesen und Schreiben notwendig. Um dies allgemein zu ermöglichen, entwickelte sich die Forderung nach einer »Bildung für alle« (vgl. Comenius 1657/2008). Die Macht der ehemaligen Repräsentanten des Wissens schwand, diese wurden ersetzt durch weltliche Gelehrte und Professoren. Das Bild des Menschen wandelte sich: die eigenständige, lernende Auseinandersetzung mit dem Buchwissen erhielt zunehmende Anerkennung. Eine auf Zukunft und Fortschritt gerichtete (individuelle) Perspektive ersetzte zunehmend die Starre des sogenannten göttlichen Willens.
3. Die *Videosphäre* von den 1960er Jahren bis in die Gegenwart gilt nach Debray (2004) als Fernsehzeitalter. Sie unterscheidet sich von der Graphosphäre durch die zeitliche Fokussierung auf die Gegenwart. Bewegte Film- und Fernsehbilder sowie deren Produzenten werden wichtig für die Tradierung von Wissen und Kultur und prägen eine Gesellschaft, die das unmittelbare, kurzlebige Sinnesempfinden einer langfristigen, auf die Zukunft bezogenen Perspektive vorzieht. Im Zuge dieser Entwicklung nimmt die Anerkennung der zentralen Kulturträger und -vermittler der Graphosphäre langsam ab.
4. Ungefähr mit der Jahrtausendwende dynamisiert sich mit der *Hypersphäre* die Entwicklung des Zeitalters der digitalen Medien (Debray 2004; vgl. Schaumburg/Prasse 2019).

Die Entwicklung dahin begann bereits im Verlauf des 20sten Jahrhunderts. Nach übereinstimmender Meinung wurde der erste Computer in den vierziger Jahren des 20. Jahrhunderts von dem Bauingenieur, Erfinder und Unternehmer Konrad Zuse entwickelt. Im Laufe des Zweiten Weltkriegs waren Computer primär für die

nachrichtendienstliche Decodierung verschlüsselter Botschaften entwickelt worden. Vom Pentagon wurden in den 1950er- und 1960er-Jahren neben militärisch nutzbaren Forschungen auch Grundlagen- und Anwendungsforschungen initiiert, die keinen direkten Nutzen für das Militär nahelegten. Vor dem Hintergrund des Sputnikschocks wurde 1958 im Auftrag des US-Amerikanischen Verteidigungsministeriums die Advanced Research Products Agency (ARPA) gegründet und anschließend das ARPA-Net entwickelt. Dieses ermöglichte über eine Vernetzung von Computern das Versenden kleiner Datenmengen (Kergel/Kergel 2020). In den 60er-Jahren keimte die Idee auf, die für ARPA-Projekte arbeitenden Computer, deren Rechenkapazität allein nicht immer ausreichte, miteinander zu vernetzen (Kirpal/Vogel 2006, nach Kergel/Kergel 2020). Die grundlegende technische Struktur des Internets wurde während der 1960er-/70er-Jahren in mehreren Schritten durch die verschiedensten, gesellschaftlichen Akteure wie Militär, Forscher, Unternehmer und eine »libertäre Kultur« (Castells 2005, 27) geschaffen. So folgten Programme u. a. für die elektronische Verwaltung beträchtlicher Datensätze oder die Computernutzung für umfangreiche Rechenoperationen.

1969 wurde eine erste Verbindung zwischen zwei Großrechnern hergestellt, die zu universitären Forschungseinrichtungen gehörten, indem ein Rechner der University of California einem Rechner des Stanford Forschungsinstituts die Nachricht »lo« zusendete. In den darauffolgenden Jahren wuchs das Netz und auf der International Conference on Computer Communications 1972 in Washington D. C. wurde das ARPA-Net erstmals öffentlich präsentiert (Castells 2005, 20f.). Spontane Innovationen der Internetentwicklung sollten die Lebenswelt grundlegend verändern: So initiierte der Computertechniker Ray Tomlinson 1971 die E-Mail unter Verwendung des @-Zeichens. Damit wurde eine preiswerte, egalitäre und demokratische Kommunikationsmöglichkeit (Palm 2004, 125) ins Leben gerufen. Die E-Mail hatte enormen Einfluss auf die Kommunikation. Bereits »1973 betrug der E-Mail-Verkehr etwa 75 % des gesamten Verkehrsaufkommens im Netz. Sehr bald wurde E-Mail nicht nur zur Kommunikation über Fragen der bearbeiteten Forschungsthemen und zur Online-Diskussion genutzt, sondern auch zur Klärung privater Fragen (Kirpal/Vogel 2006, S. 141)« (Kergel/Kergel 2020, 47).

Die Grundlagen für das World Wide Web wurden zu Beginn der 1990er Jahre am Genfer Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire (CERN) von Berners-Lee entwickelt und 1991 als Software veröffentlicht. Die Realisierung des World Wide Web erfolgte über

- die weltweit erste Webpage mit digitalen Informationen,
- ein erstes Browser-Programm. Dies ermöglichte anderen Benutzer*innen, auf ihren Computer-Bildschirmen die Informationen dieser Webpage zu sehen.
- den ersten Webserver (Darstellungsserver). Gemeint ist ein Endgerät, auf dem die Webpage mit den Informationen untergebracht (»gehostet«) war. Per Browser (Darstellungsclient) konnte sich jeder Nutzer und jede Nutzerin mit ihm

verbinden und die Seite anschauen, unabhängig davon wie viele Browser gleichzeitig auf diese Seite zugegriffen (vgl. Kergel/Kergel 2020, 49ff.).

Das Fundament des Systems ruhte somit auf Webservern, die Informationen speichern und verknüpfen sowie auf Webbrowsern. Diese konnten die gespeicherten Informationen mittels des »Hypertext Transfer Protocol« (http) von Servern über das Internet abrufen und auf verschiedenen Computern darstellen. Berners-Lee programmierte das Hypertextprotokoll bzw. Hypertext Transfer Protocol (HTTP). »Hypertext« ist ein nicht-linearer Text und durch Knoten sowie Links netzwerkartig verknüpft. Mittels dieses Protokolls sucht der Computer im Internet nach Dateien, um diese zu einem Dokument zu verbinden. Wird Hypertext durch zeitdiskrete Medientypen (z. B. Bild, Grafik) sowie zeitkontinuierlichen Medientypen (Video, Animation o. Ä.) erweitert, entsteht Hypermedia (vgl. Zawacki-Richter 2011). Die Entstehung des Internets kann als digital-gestützter, kollaborativer Lernprozess einer globalen, aber exklusiven Scientific Community interpretiert werden, deren Produkt mittlerweile ein ubiquitäres und niedrigschwelliges Medium zum kollaborativen Lehren und Lernen geworden ist (Kergel/Kergel 2020). Das bedeutet, dass Partizipation und Kollaboration nicht mehr nur Einzellösungen innerhalb des Netzes darstellen, sondern sich das Internet selbst zunehmend von einer Sammlung verlinkter Hypertextseiten in einen großen Partizipationsraum transformiert (Jörissen/Marotzki 2009).

Als die National Science Foundation 1990 entschied, das Internet für kommerzielle Nutzungen zu öffnen, begann eine neue Phase der Internetentwicklung. Die Internetnutzung für den wissenschaftlichen Austausch wurde durch die kommerzielle Durchdringung digitaler Kommunikation zurückgedrängt. Als die Aktivitäten im World Wide Web starteten, waren noch HTML-Kenntnisse notwendig, um sich daran zu beteiligen. Das frühe Internet wurde entsprechend der etablierten Massenmedien des elektronischen Zeitalters vor allem rezeptiv genutzt. Im weiteren Verlauf etablierte sich aber eine neue Form der partizipativen Mediennutzung und Wissenskonstruktion. Die Weiterentwicklung von Internettechnologien und die heutigen intuitiven Benutzeroberflächen machen die Beteiligung und Mitgestaltung vergleichsweise einfach. So können selbsterstellte Mediendateien wie Fotografien oder Tonaufnahmen beispielsweise über gemeinsame Plattformen im Internet ausgetauscht werden oder es wird mit Schul- und Arbeitskolleg*innen in sozialen Netzwerken kommuniziert (Ebner u. a. 2013). Diese unkomplizierte Zugänglichkeit und die Vervielfachung des Gemeinschaftlichen lassen das Internet eher als soziale denn als technische Revolution erscheinen (Downes 2005). Das heißt, die Menschen nutzen das Netz heute nicht nur zum Lesen, Radio hören oder Fernsehen, sondern sie kommunizieren mittels Wörter, Bilder, Multimedia u. a. m. im Sinne eines Netzwerks (vgl. Kergel/Kergel 2020). In der Gegenwart bestehen Webseiten nicht mehr aus statischen HTML-Seiten, vielmehr können An-

wender*innen selbst Inhalte produzieren. Das Internet ermöglicht den Menschen Aktivitäten abseits des reinen Konsums durch z. B. Wikis, Weblogs, Podcasts, Social Tagging (gemeinschaftliches Indexieren) sowie Bild- und Video-Sharing Portale. Zunehmend werden zugleich alltägliche Geräte um digitale Komponenten ergänzt, mittels derer das jeweilige Nutzungsverhalten registriert und per Feedback widergespiegelt wird. »Der Mensch wird dadurch zu einem Teil eines Regelkreises, in dem Lernen durch Feedbackmechanismen stattfindet« (Kerres 2018, 13). Nutzer*innen erhalten die Chance, auch ohne Programmierkenntnisse durch recht unkomplizierte Bedienung interaktiv an den polydirektionalen, benutzerbezogenen Bereichen des Internet teilzunehmen und idealerweise gemeinsam Inhalte zu gestalten (Kergel/Kergel 2020).

Entsprechend der einfacher werdenden Handhabung veränderte sich die Zahl der Teilnehmer*innen im Netz stetig. »Drei Jahre vor der Jahrtausendwende nutzten erst etwas sechs Prozent aller Deutschen das Internet zumindest gelegentlich. Drei Jahre danach waren es bereits mehr als 53 Prozent. Seitdem ist der Anteil stets größer geworden. Für die unter 40-Jährigen lag er 2014 bei über 97 Prozent« (Stalder 2019, 93). Die Einführung des ersten mobilen Endgerätes im Jahr 2007 ermöglichte eine flächendeckende und ununterbrochene digitale Kommunikation. Das Internet ist seither nahezu überall verfügbar, die Nutzungsdauer hat zugenommen und mit der Einführung sozialer Massenmedien sind Menschen fast ohne Pause online. »Inzwischen ist das Internet für viele eine Infrastruktur, die sie wie Wasser- und Stromnetze als gegeben voraussetzen« (ebd.).

Im Hinblick auf Bildung war das Internet zunächst ein exklusives und elitäres Projekt. Das Aufkommen von Personalcomputern führte zu ersten schulischen Anwendungen um ca. 1960, zunächst mit örtlich verteilten Arbeitsstationen. Diese konnten über eine Datenleitung auf die Rechenkapazitäten eines Großrechners zugreifen. Die elektronischen Medien und der damit einhergehende medienkulturelle Wandel legten in den 1980er-Jahren den Grundstein für das Zusammenwachsen aller Medien als typisches Kennzeichen für die sich anbahnende digitale Medienrevolution. Nicht nur die zunehmende Menge an Medienangeboten veränderte das Alltagsleben der Menschen, sondern vor allem die veränderten Nutzungsmöglichkeiten. »Die elektronischen Medien (Kofferradio, Kassettenrecorder, Walkman, Videokamera, Playstation, Handheld) konnten unabhängig von den festgelegten Programmangeboten der Medienanstalten an jedem Ort und zu jeder Zeit aktiv genutzt werden« (Spanhel 2015, 96). In der Lehrmittelforschung konzentrierte man sich allerdings bis Ende der 1980er-Jahre ausgehend von behavioristischen und kognitivistischen Lehr- und Lerntheorien auf eine möglichst optimale Darbietung und weitgehende Standardisierung von Lerninhalten bezogen auf Aufbau, Text-Bild-Kombinationen und Feedback (Petko 2020).

Das *World Wide Web* (WWW) ist der am meisten genutzte, bekannteste und wirtschaftlich wichtigste Teil des Internets, da es alle früheren Dienste in sich ver-

einigt (Jörissen/Marotzki 2009). Und mit »dem Web 2.0 entwickelte sich das Internet so, wie wir es heute kennen:

- Die erste legale Download-Plattform wurde 2003 von Apple gegründet.
- 2004 wurde die Plattform Flickr.com gelauncht, die es ermöglichte, Bilder mit kurzen Kommentaren zu versehen.
- Ebenfalls 2004 wurde Facebook gegründet und ein Jahr später
- (2005) erblickte YouTube das Licht der Welt.
- Im gleichen Jahr wurde 2005 Google Earth eingeführt, gefolgt
- von Google Maps und Google Street View.
- 2006 war das Jahr, in dem Twitter gegründet wurde.
- 2007 führte Amazon den Kindle E-Book-Reader ein und
- Apple präsentierte das erste iPhone. Mit dem iPhone begann die Ära der Smartphones und der mobilen, digitalen Endgeräte – so wurde drei Jahre später (2010) das erste iPad der Öffentlichkeit präsentiert.
- 2009 wurde WhatsApp gegründet – heute die weltweit populärste App.
- Ein Jahr später (2010) wurde Instagram und wiederum ein Jahr darauf
- (2011) Snapchat gestartet« (Kergel/Kergel 2020, 64f.).

Nach O'Reilly (2005) ist das heutige Web nicht lediglich eine neue Technologie, sondern vielmehr eine neue Art oder Haltung, wie Menschen mit dem Internet umgehen. Da jeder Mensch mittlerweile (relativ) einfach das Web mitgestalten und sich beteiligen kann, wandelt sich das Internet der ausschließlich Konsumierenden zu einem der von miteinander kommunizierenden Produzenten. Neben einer technischen Revolution findet somit auch eine soziale Revolution statt, in der Kultur und Gesellschaft umfassend durch Digitalität beeinflusst werden. Stalder (2019) konstatiert entsprechend eine »Kultur der Digitalität«, die heute den Alltag durchdringt. Analog zur Veränderung von Sprache durch Schriftlichkeit oder der gesellschaftlichen Bedeutung von Schrift durch den Buchdruck werden alle früheren (Leit-)Medien durch die Digitalität transformiert. »Wie einst die Erfindung der Schrift die Bildung staatlicher Organisationen als Voraussetzung für den Pyramidenbau erst ermöglichte und wie sich später mit der Erfindung des Buchdrucks die »Moderne« mit der Entwicklung der Wissenschaften, Aufklärung und Industrialisierung herausbildete, so muss wohl auch die Digitalität als der Beginn einer neuen Kulturepoche begriffen werden« (ebd.). Die in einer Epoche jeweils dominante Medientechnik geht mit Verschiebungen von Machtverhältnissen einher, denn wer die jeweils »neuen« technischen Medien beherrscht, kann die gesellschaftliche Kommunikation und Entwicklung maßgeblich beeinflussen (Kampmann/Schwering 2017).