

Die digitale Transformation der Wissenschaft¹

Martina Franzen

Die gesellschaftsweite Umstellung auf digitale Verbreitungstechnologie hat für die Wissenschaft folgenreiche Implikationen. Mit der zunehmenden Digitalisierung pluralisieren sich nicht nur die wissenschaftlichen Publikationsformen, sondern es entstehen neuartige Rezeptions-, Bewertungs- und Produktionspraktiken in der Wissenschaft. Webbasierte Infrastrukturen befördern kollaborative Formen der Wissensproduktion, die inzwischen auch außerwissenschaftliche Akteure miteinschließen (Stichwort: Crowd Science) und im Zuge von Big Data neuartige Rekombinationen von Wissen ermöglichen. Fasst man diese Entwicklungsdynamiken zusammen, stellt sich die Frage, inwiefern sich mit dem digitalen Wandel nicht nur die Produktion von Wissen verändert, sondern auch die Rolle von Wissenschaft in der Gesellschaft.

1 Einleitung

„Wenn sich in allen Punkten die neuen Ideale gegen die alten durchsetzen würden, dann hätten wir es tatsächlich mit einer paradigmatisch anderen Form von Wissensgenerierung und -zirkulation zu tun, bei der es sich lohnt, darüber nachzudenken, ob der Begriff Wissenschaft dann überhaupt noch tauglich und die Universität noch der richtige Ort wäre, solche Kulturtechniken zu vermitteln.“
(Hagner & Hirschi 2013: 8)

Mit den Schlagworten *Open Science* oder *Science 2.0* werden aktuelle Entwicklungen und Bestrebungen einer Transformation der Wissenschaft durch Digitalisierung bezeichnet (Fecher & Friesike 2014, Europäische Kommission 2014). Bereits die Existenz gleich zwei so unterschiedlicher Begriffe signalisiert, dass es sich bei der Digitalisierung um einen soziotechnischen Prozess handelt, auch wenn im öffentlichen Diskurs entweder die soziale Seite (*Open Science*) oder die technische Seite (*Science 2.0*) stärker betont wird. Während die Debatte um die Digitalisierung von Wissenschaft lange Zeit auf den Aspekt von *Open Access* verkürzt war, setzt sich langsam auch hierzulande die Einsicht durch, dass die digitale Wende weitreichendere Veränderungen als die freie Verfügbarkeit wissenschaftlicher Publikationen bedeutet (Weingart & Taubert 2016).

¹Dieser Beitrag ist die schriftlich erweiterte Fassung der gleichnamigen Keynote auf der 12. Jahrestagung der Gesellschaft für Hochschulforschung 2017 „Digitalisierung der Hochschulen: Forschung, Lehre und Administration“ in Hannover.

Ein zentraler Treiber der digitalen Transformation der Wissenschaft ist die Europäische Kommission, die Open Science zur Governance-Leitlinie der europäischen Forschungspolitik erklärt hat (European Commission 2014). Die digitale Wende hin zu Open Science wird dabei nicht nur als tiefgreifend, sondern auch als irreversibel betrachtet:

“These [changes] have an impact on the entire research cycle, from the inception of research to its publication, as well as on the way in which this cycle is organised. The institutions involved in science are affected (research organisations, research councils, funding bodies), as is the way in which science is disseminated and assessed e.g. the rise of new scientific disciplines, innovative pathways in publishing (among them a substantial rise of Open Access journals), new scientific reputation systems, and changes in the way the quality and impact of research are evaluated. These trends are irreversible and they have already grown well beyond individual projects.” (European Commission 2014: 2)

Vor diesem Hintergrund stellt sich aus wissenschaftssoziologischer Perspektive die Frage, ob die digitale Wende tatsächlich auf die Strukturen durchgreift, unter denen Wissenschaft operiert, und welche Konsequenzen sich daraus ergeben. Gesellschaftstheoretisch formuliert steht somit zur Debatte, ob mit der Digitalisierung gesellschaftliche Strukturtransformationen einhergehen, die sich am Fall der Wissenschaft exemplarisch aufzeigen lassen. Wenn man der evolutionstheoretischen Annahme folgt, dass Gesellschaftsstrukturen eng an die Verfügbarkeit von Verbreitungsmedien gekoppelt sind (Luhmann 2005), ist es plausibel anzunehmen, dass mit der Genese des digitalen Verbreitungsmediums die gegenwärtige Struktur der funktional differenzierten Gesellschaft aufbricht bzw. durch eine neue Struktur überlagert wird (Baecker 2007; Dickel und Franzen 2015). Digitalisierung würde somit das Entstehen einer „nächsten Gesellschaft“ (Baecker 2007), respektive der „nächsten Wissenschaft“ markieren (vgl. Hagner & Hirschi 2013).

Ziel des Beitrags kann es nicht sein, die These eines digital basierten gesellschaftsstrukturellen Wandels empirisch zu überprüfen. Vielmehr geht es im Folgenden darum, den Rahmen zu spannen, der eine systematische Untersuchung der digitalen Transformation der Wissenschaft anleiten kann. Die zugrundeliegende Definition von Wissenschaft als Produzent neuen, gesicherten Wissens folgt der Prämisse der Luhmannschen Systemtheorie, dass es sich bei der Wissenschaft wie bei allen sozialen Systemen um einen selbstreferentiellen, operational geschlossenen Kommunikationszusammenhang handelt (Luhmann 1990).

2 Dimensionen des digitalen Wandels in der Wissenschaft

Die Digitalisierung, verstanden als Umstellung vom Buchdruck auf elektronische Verbreitungstechnologie und aller damit einhergehenden technischen Weiterentwicklungen, erfasst die Gesellschaft als Ganze. Mit ihr verändert sich die Art der gesellschaftsweiten Kommunikation. Für die Wissenschaft, deren basales Element die Publikation ist (Stichweh 1987), beginnt dieser Umbruch in den 1980er Jahren mit der Entwicklung „digitaler Doppelgänger“ der klassischen Printzeitschrift (Keller 2001). Sukzessive entstehen weitere wissenschaftliche Publikationsformen. Das Internet überwindet die ökonomisch bedingten Veröffentlichungslimitationen, die noch dem Buchdruck anhafteten. Als veröffentlichungswürdig werden inzwischen nicht mehr nur die textbasierten Ergebnisse der Forschung gehandelt, sondern auch die dahinterliegenden Daten. Web 2.0-Technologien schaffen wiederum die Voraussetzungen für einen interaktiveren Umgang mit Daten und Publikationen. Digitale Forschungsinfrastrukturen ermöglichen organisationsübergreifende Kollaborationen im Bereich virtueller Wissensproduktion, an der mitunter auch nicht-zertifizierte Akteure beteiligt werden (Stichwort: Crowdsourcing). Die Digitalisierung betrifft somit nicht allein die Publikationsmodalitäten, sondern greift auch auf die sozialen Strukturen der Wissenschaft durch.

Zur näheren Identifikation der Veränderungsdynamiken der Wissenschaft qua Digitalisierung werden im Folgenden die Bereiche: (1) Wissensproduktion, (2) Wissensdissemination, (3) Wissensrezeption und (4) Wissensbewertung in ihren rezenten Entwicklungen separat beleuchtet.

2.1 Datafizierung der Wissensproduktion

Ein entscheidender Effekt von Digitalisierung ist die Ausbreitung von Big Data. Für die Wissenschaft bedeutet dies zunächst, dass für die Forschung nicht nur mehr Daten zur Verfügung stehen, sondern auch neue Methoden der Datenauswertung Anwendung finden. Die Auswertung riesiger Datenmengen bedarf einer gesteigerten Rechenkapazität, die erst durch die Entwicklung von Supercomputern und Cloud Computing möglich geworden ist. Big Data bildet zudem den Grundstein für die Entwicklung selbstlernender Algorithmen der Datenauswertung (Machine Learning).

Eines der Paradebeispiele für Big Data Science ist die Entzifferung des menschlichen Genoms. 1990 wurde das internationale Humane Genome Project gestartet, an dem rund 1000 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus 40 Ländern beteiligt waren. Die Aufgabe war es, die rund drei Milliarden Basenpaare der menschlichen DNA vollständig zu entziffern. Im Ergebnis zeigte sich, dass der Mensch mit seinen noch nicht einmal 30.000 Genen über vergleichsweise weniger Gene verfügt als bisher angenommen. Dies warf die wissenschaftlich interessante Frage auf, ob die bis dato

gültige These vom genetischen Determinismus und damit das Konzept des Gens nicht grundsätzlich zu überdenken sei. Damit war zugleich das Anschlussprojekt definiert: ENCODE (ENCyclopedia Of DNA Elements) widmet sich seit 2003 nun der Kartierung des Transkriptoms, um die funktionalen Abschnitte im Genom bzw. Transkriptom zu identifizieren und in einer Online-Enzyklopädie zu sammeln.

Die epistemologisch relevante Frage ist, welche Art von Wissen solche datengetriebenen Ansätze genau liefern. Mit Big Data Analysen lassen sich zwar Muster identifizieren, wie in diesem Falle Gene auf Basis der Abfolge der Basenpaare der DNA auf einzelnen Chromosomen – nicht aber Aussagen darüber treffen, welche Funktionen diese Gene ausbilden (Alberts 2012). Läutet Big Data also das „Ende der Theorie“ ein, indem Korrelationen gegen Kausalitäten eingetauscht werden (Anderson 2008)? Wenn es zutrifft, dass Big Data Science Projekte von staatlicher Hand inzwischen bevorzugt zulasten von erklärenden Ansätzen der Small Science gefördert werden (Alberts 2012; Ratti 2016), findet sich hier ein empirisch interessanter Bezugspunkt für eine noch ausstehende Untersuchung des digitalen Wandels der Wissensproduktion im Fächervergleich. Eine neuerliche Hinwendung zu Big Data Research ist der Annahme geschuldet, dass mehr Daten zu mehr Erkenntnissen führen, auch wenn diese Erwartungshaltung sicher überzogen ist (z. B. boyd und Crawford 2013).

Forschungspolitisch geht es darüber hinaus inzwischen verstärkt darum, die vorhandene Vielfalt an Daten für die Forschung zu öffnen, Open Data heißt die Devise. Mit Open Data verbindet sich einerseits die Hoffnung auf eine Validierung wissenschaftlicher Ergebnisse und andererseits eine Entlastung der staatlichen Ausgaben im Sinne einer effizienten Forschungsförderpolitik, in der einmal erhobene Daten für Zweitverwertungen² zur Verfügung stehen. So wurden in den letzten Jahren nationale Forschungsdatenzentren errichtet und Online-Datenrepositorien aufgebaut. Die Europäische Kommission hat Open Data als Teil der Open Science Policy zu einem vorrangigen Ziel ihrer Politik erklärt. Mit deutschem Vorsitz erarbeitet die sogenannte EU Open Science Policy Group derzeit konkrete Richtlinien. Auf dem Open Science Monitor, der seit März 2017 online ist³, lässt sich der Fortschritt von Open Science in den verschiedenen Bereichen von Open Access bis zu Open Data sogar mitverfolgen.

Wenn, wie allgemein behauptet, Daten die „neue Währung“ sind, werden Zugriffsmöglichkeiten auf Daten zu einem weiteren Wettbewerbselement in der Forschung. So zieht die unterschiedliche Teilungsbereitschaft von Daten eine Grenze zwischen akademischer Forschung und Industrieforschung (Haeussler 2011). Aber auch innerhalb der akademischen Wissenschaft wird die Verfügung über Daten zum Spiegel von

²Die sogenannten FAIR-Prinzipien: *F*indable, *A*ccessible, *I*nteroperable, *R*eusable (Wilkinson et al. 2016) gelten dabei als Richtschnur für die nachhaltige Veröffentlichung von Forschungsdaten.

³<http://ec.europa.eu/research/openscience/index.cfm?pg=home§ion=monitor>

Machtasymmetrien. Angesichts von Big Data spricht Lev Manovich von der Entstehung dreier Klassen von Menschen: Die, „*die Daten (bewusst oder unbewusst, etwa wenn sie Datenspuren hinterlassen) erzeugen; die, die über die Möglichkeiten verfügen, Daten zu sammeln; und die, die wissen wie man diese Daten auswertet*“ (Manovich 2011, zitiert nach boyd und Crawford 2013: 212).

Angesichts des schieren Volumens an digitalen Daten stellt sich neben der Frage der für die Auswertung riesiger Datensätze erforderlichen Expertise ein Ressourcenproblem für die Wissenschaft. Die Datenaufbereitung braucht in der Regel Zeit und Personal. Crowdsourcing heißt eine der Lösungen des digitalen Zeitalters, um angesichts enger Personalkapazitäten solche Aufgaben trotzdem bewältigen zu können. Allgemein beinhaltet Crowdsourcing die Delegation von definierten Aufgaben an die anonyme Masse. Im wirtschaftlichen Kontext gehört Amazon's Mechanical Turk zu den bekanntesten Crowdsourcing-Plattformen dieser Art. In der Wissenschaft findet das Prinzip des Crowdsourcing unter den Begriffen Crowd Science bzw. Citizen Science inzwischen Anwendung (Franzoni & Sauerermann 2014).

Was in der Wissenschaft lange Zeit als undenkbar galt, und zwar die Inklusion von Nicht-Wissenschaftlerinnen und Nicht-Wissenschaftlern in die akademische Wissensproduktion, wird nun über digitale Infrastrukturen ermöglicht und als „Citizen Science“⁴ auch politisch gefördert (Dickel & Franzen 2015). Zu den internationalen Erfolgsprojekten gehört ein Beispiel aus der Astrophysik namens Galaxy Zoo. Kernelement von Galaxy Zoo ist ein Gamification-Ansatz, der eine Anreizstruktur zur unbezahlten Teilnahme von Freiwilligen schafft. Analog zur Mission von Computerspielen besteht die konkrete Forschungsaufgabe darin, neue Bilder von Galaxien nach bestimmten Merkmalen zu klassifizieren. Sowohl die Anzahl der vorgenommenen Klassifikationen wie auch die erzielten Übereinstimmungen mit anderen Usern gehen dabei auf das Spielerkonto ein. Straub (2016) hat die Art der Beteiligung der Teilnehmerschaft in den verschiedenen Etappen des Forschungsprozesses am Beispiel von Galaxy Zoo im Hinblick auf die Generierung neuen Wissens minutiös nachgezeichnet. Das Innovationspotenzial dieser Art von Kollaboration zwischen Wissenschaft und Nicht-Wissenschaft wird durch die Rekonstruktion des iterativen Prozesses verdeutlicht, der unter anderem zur Entdeckung einer neuen Galaxie führte (Green Peas).

Aber selbst weitaus komplexere Aufgaben als die Klassifikation von Daten können an die Crowd delegiert werden, wenn nur das Forschungsdesign entsprechend gestaltet ist. Im Online-Projekt Foldit kann beispielsweise an der effizienten Faltung von Proteinen gearbeitet werden, ohne über spezielles biochemisches Fachwissen verfügen zu müssen. Ähnlich wie bei Galaxy Zoo wurde hierfür eine spielerische

⁴Anschauungsbeispiele aus ganz unterschiedlichen Forschungsfeldern finden sich auf den Internetplattformen zooniverse.org, buergerschaffenwissen.de oder zentrumfuercitizenscience.at.

Umgebung geschaffen, bei der die Teilnehmerinnen und Teilnehmer zusätzlich durch das Wettbewerbselement öffentlich sichtbarer High Scores zur fortlaufenden Partizipation angeregt werden. Auch hier wurden über die soziale Öffnung des Forschungsprozesses neue Erkenntnisse generiert, wie z. B. die Entschlüsselung der Struktur des monomerischen Proteins M-PMV-Protease.

Kurz gefasst reicht die digitale Beteiligung von nicht-zertifizierten Akteurinnen und Akteuren an der wissenschaftlichen Wissensproduktion je nach Projekt von der Datensammlung über die Aufbereitung von Daten bis hin zur Mitwirkung an der Dissemination von Wissen. So werden Citizen Scientists mitunter sogar, zumindest im Kollektiv, auf der Liste der Autorinnen und Autoren der entsprechenden Publikationen geführt – wie z. B. bei Foldit (Eiben et al. 2012).

2.2 Digitale Dissemination

Die Dissemination von Wissen über Printmedien hin zur elektronischen Distribution im Internet ist eine der offenkundigsten Veränderungen der Wissenschaft durch Digitalisierung. Damit einher geht erstens eine raumzeitlich entgrenzte Verfügbarkeit an wissenschaftlichen Produkten, zweitens eine Steigerung des Informationswerts von Publikationen durch Verlinkung oder Multimedialität und drittens eine Beschleunigung des Veröffentlichungsprozesses (Franzen 2011: 82ff).

Im Zuge der Entwicklung des WWW wurden die konventionellen Printzeitschriften bereits Mitte der 1990er Jahre für tot erklärt: *„We are not dealing with journal articles any more – we are dealing with research communications among scientists. Thus, the terms ‘article’, ‘paper’, and ‘publication’ should die“* (LaPorte et al. 1995: 1389). Von einem Tod des klassischen Zeitschriftenartikels kann heute zwar keine Rede sein. Beobachtbar ist aber einerseits eine Pluralisierung wissenschaftlicher Publikationsformen und andererseits ein Trend von einem nutzer- zu einem autorfinanzierten Geschäftsmodell wissenschaftlicher Zeitschriften im Modus von Open Access.

Die Europäische Kommission hat das ehrgeizige Ziel formuliert, bis 2020 alle wissenschaftlichen Artikel frei verfügbar zu machen (Enserink 2016). Die Open Access-Bewegung hat mit den Verpflichtungserklärungen der Wissenschaftspolitik und Forschungsförderung auch hierzulande an Fahrt aufgenommen (z. B. BMBF 2016). Gemäß dem Goldenen Weg des Open Access Publizierens, d. h. einer Erstveröffentlichung wissenschaftlicher Werke im Modus von Open Access, wurden in den letzten Jahren auch in Deutschland neue Open Access-Zeitschriften gegründet (z. B. das Open Gender Journal). Die großen Wissenschaftsverlage reagieren auf die Open Access-Forderung ihrerseits mit der Schaffung von Optionen, bei Bezahlung einer Gebühr einzelne Artikel auf Open Access zu schalten (z. B. Springer Choice) oder ganze Zeit-

schriften nach dem author-pays-Modell auf Open Access umzustellen. Angesichts solcher Entwicklungen steht derzeit zur Debatte, ob die Open Access-Bewegung insofern gescheitert sei, als kommerzielle Verlage die Idee der Allmende durch die Einführung neuer Bezahlschranken auf der Autorensseite unterhöheln (Herb 2017). Als (rechtswidrige) Antwort auf die verzögerte Realisierung von Open Access lässt sich Guerilla Open Access wie die riesige Schattenbibliothek Sci-Hub lesen, die die Bezahlschranken der Verlage aushebelt (Bohannon 2016). Sci-Hub, entwickelt 2011 von der Neurowissenschaftlerin Alexandra Elbakyan, stellt über verteilte Rechner die pdfs von Artikeln selbst hinter der paywall auf Abruf zur Verfügung. Guerilla Open Access bildet somit die radikalste Form, um Beschränkungen des Zugangs zu wissenschaftlicher Literatur zu umgehen. Jüngsten Studien zufolge umfasst die Abdeckung von Sci-Hub inzwischen rund 70 Prozent aller 81,6 Millionen wissenschaftlichen Artikel, die in der Datenbank Crossref registriert sind (Himmelstein et al. 2018).

Die freie Verfügbarkeit von Wissen, in diesem Falle von publizierten Forschungsergebnissen, betrifft aber nur die eine Seite des digitalen Wandels der Wissensdissemination. Mit den gesteigerten Veröffentlichungsmöglichkeiten im Internet pluralisieren sich auch die Formen wissenschaftlicher Publikationen. Neben die Standardform des wissenschaftlichen Zeitschriftenartikels sind zahlreiche neue Veröffentlichungsmöglichkeiten getreten. Eine der alternativen Formen zum wissenschaftlichen Artikel ist die sogenannte Nanopublikation als die kleinste Einheit publizierbarer Information. Nanopublikationen „enthalten die Behauptung genau einer Tatsache“ (Heißbrüggen-Walter 2013: 149). Ihre Funktion besteht darin, wissenschaftliche Ergebnisse einerseits schneller produzieren zu können. Andererseits, und das unterscheidet sie von der „Salamipublikation“, geht es darum, sie schneller rezipieren zu können und, vor allem, maschinenlesbar zu machen.

Eine weitere wissenschaftliche Ausdrucksform stellen Weblogs dar, die vor allem in den Geistes- und Sozialwissenschaften eine weite Verbreitung findet, individuell oder auch institutionell (z. B. LSE blogs). Ihre Funktion geht über die reine Vermittlung von Ergebnissen hinaus. Vielmehr ergeben sich neue Möglichkeiten, multimediale Verknüpfungen herzustellen und den Forschungsprozess transparent zu gestalten (Bruns & Burgess 2013). Bloggen in der Wissenschaft wird so zum Ausweis von „digital scholarship“ (Hecker-Stampehl 2013). In den Geisteswissenschaften kommen im Bereich Digital Humanities *Online-Editionsplattformen* hinzu. Hier wie auch in anderen Fällen lösen soziale Netzgemeinschaften die Figur des adressierbaren Autors ab (Hagner & Hirschi 2013) – mit potenziell weitreichenden Implikationen für die Reputationsbildung in der Wissenschaft. Ob sich alternative Publikationsformen im Wissenschaftsbetrieb insgesamt oder in einzelnen Disziplinen durchsetzen, hängt nicht zuletzt davon ab, inwiefern sie zitierfähig gemacht werden, so z. B. über Digital Object Identifier (DOI).

Mit der Nutzung sozialer Medien für die Wissenschaftskommunikation geht eine Verwischung der Grenze zwischen wissenschaftsinterner und wissenschaftsexterner Kommunikation einher (Bucchi 2013). Soziale Medien verändern den Publikumsbezug der Wissenschaft von den peers hin zu einer wissenschaftlich interessierten Öffentlichkeit (Könneker & Lugger 2013). Dabei sind die Verwendungsweisen der sozialen Medien in der Wissenschaft und ihre Frequenz in den Fachkulturen und Ländern unterschiedlich ausgeprägt (König und Nentwich 2016).

Eine der Funktionen der sozialen Medien besteht darin, selektionsverstärkend zu wirken. Eugene Garfield, Informationswissenschaftler, Erfinder des Journal Impact Faktors und Gründer des Institute for Scientific Information (ISI), rechnete vor einigen Jahren vor, dass von insgesamt 38 Millionen Zeitschriftenartikeln, die zwischen 1900 und 2005 veröffentlicht wurden, nur 0,5 Prozent mehr als 200-mal zitiert worden sind, 50 Prozent hingegen kein einziges Mal (Garfield 2006). Damit ist ein Umstand angesprochen, dass ein gewichtiger Teil an Veröffentlichungen schlicht nicht wissenschaftlich wahrgenommen wird. Um die Rezeptionswahrscheinlichkeit für ihre Produkte zu erhöhen, gestaltet sich mithilfe der sozialen Medien nicht nur die traditionelle Pressearbeit der Verlage neu. Jenseits der organisationsbezogenen PR ermöglichen die sozialen Medien wie Facebook oder Twitter es jetzt jeder einzelnen Wissenschaftlerin und jedem einzelnen Wissenschaftler, Aufmerksamkeit auf neue Veröffentlichungen oder bestimmte Themen zu lenken. Der Mikroblogging-Dienst Twitter liefert ein anschauliches Beispiel dafür, wie Information und Werbung kaum mehr auseinander zu halten sind. Ein PR-Service zu wissenschaftlichen Neuerscheinungen wird hier zum Teil von social bots ausgeführt, die jedoch nicht-selektiv agieren (Haustein et al. 2016).

2.3 Digitale Rezeptionsweisen

Die Anzahl wissenschaftlicher Publikationen nimmt bis heute kontinuierlich zu. 2016 wurden weltweit rund 2,3 Millionen Beiträge veröffentlicht, was einer Wachstumsrate von insgesamt 3,9 Prozent zwischen 2006 und 2016 entspricht⁵. Auch wenn die Digitalisierung mit gesteigerten Veröffentlichungsoptionen einhergeht und damit zum überbordenden Informationswachstum beiträgt, war bereits schon lange zuvor der Punkt erreicht, dass das schiere Volumen an Publikationen die individuelle Rezeptionskapazität übersteigt. So hatte Eugene Garfield einst den Journal Impact Factor als Selektionshilfe für Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler entwickelt, um sich im Dickicht wissenschaftlicher Informationen besser zurechtzufinden (Garfield 1955). Im Rahmen der Einführung des New Public Managements erfuhr der Journal Impact

⁵Bemerkenswert an diesen neuen Zahlen der National Science Foundation ist übrigens, dass China den Spitzenreiter an Produktivität, die USA, erstmalig überholt hat und nun einen Top-Anteil von 18,6% zu 17,9% an Publikationen unterhält (Tollefson 2018).

Factor jedoch einen Bedeutungswandel als wissenschaftlicher Leistungsindikator – mit all seinen bekannten Nebenfolgen (vgl. Fleck 2013).

In der Buchdruckgesellschaft bildeten wissenschaftliche Zeitschriften eine relevante Instanz der Informationshierarchisierung. Über ein Qualitätsprüfungsverfahren, das Peer Review System, sollte gewährleistet werden, dass die publizierten Beiträge den Standards des Faches entsprechen⁶. Mit der Pluralisierung wissenschaftlicher Publikationsformen erweitert sich nicht nur die wissenschaftliche Informationsbasis (z. B. über die begleitende Veröffentlichung von Daten). Auch neue Rezeptionsmuster entstehen, die sich nicht mehr allein an den Auswahlentscheidungen und redaktionellen Amplifikationen der Fachzeitschriften orientieren, sondern nutzergenerierten Algorithmen folgen.

Zu den Fachzeitschriften haben sich soziale Netzwerke der Wissenschaft gesellt, die wie Academia.edu und ResearchGate autorenzentrierte Publikationsportfolios enthalten und unterschiedliche Nutzerbedürfnisse bedienen (Van Noorden 2014). Auf den Online-Plattformen finden sich nach derzeitigem Stand (Oktober 2017) 56.673.413 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler (Academia.edu) und über zehn Millionen Artikel (ResearchGate).⁷ Jede Nutzerin und jeder Nutzer wird über personalisierte Algorithmen regelmäßig über Neuerscheinungen informiert. Analog zum bekannten Empfehlungsdienst von Amazon – „Kunden, die diesen Artikel gekauft haben, kauften auch“ – operiert also auch in der Wissenschaft ein auf nutzergenerierten (Meta-)Daten und Nutzungsstatistiken aufgebautes algorithmisches System, um Personen und Inhalte zusammenzuführen (wie zuvor über Zitationsnetzwerke).

Mit der Digitalisierung verändern sich aber auch die Rezeptionsweisen selbst. Das Lesen richtet sich nicht mehr allein am Papier aus, sondern findet häufig am Computerbildschirm oder mithilfe von Mobile Devices statt. Entsprechend werden laufend neue digitale Anwendungen entwickelt, um sich im wissenschaftlichen Informationsdickicht zu orientieren. Wie Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler angesichts der Informationsexplosion ihr eigenes Rezeptionsverhalten mithilfe von technischen Hilfsmitteln strukturieren, hat Pain (2016) genauer erfragt. Augenscheinlich besteht vorrangig ein Zeitproblem, um mit der wachsenden Forschungsliteratur im Feld Schritt zu halten. Die Entwicklung von Automatisierungstechniken wie das Distant Reading im Bereich der Literaturwissenschaft (Morretti 2016) tragen diesem Umstand zwar

⁶Das Peer Review-Verfahren ist auch vor Fehlern nicht gefeit und unterliegt zahlreichen sozialen Verzerrungsmechanismen. Angesichts der aufscheinenden Reproduzierbarkeitsprobleme mehren sich gegenwärtig die Krisendiagnosen zum Peer Review (Franzen 2016).

⁷Jüngst wurde bekannt, dass die Großverlage eine Klage gegen die unrechtmäßige Zweitveröffentlichung auf diesen Plattformen eingereicht haben, um die Betreiber dazu zu zwingen, den lizenzierten Content zu löschen (Van Noorden 2017).

Rechnung, sie werden als Erkenntnisverfahren aber ebenso kontrovers diskutiert (Hagner & Hirschi 2013).

Eine speziell für die Lebenswissenschaften entwickelte App ist z.B. Papr, die dem Prinzip der Dating-App Tinder folgt. Ihre Funktion besteht darin, Preprints auf Basis von Abstracts zu sondieren (McKenzie 2017). Selbst eine solch flüchtige digitale Klassifikation von wissenschaftlichen Beiträgen gibt theoretisch gesehen Auskunft über wissenschaftliches Bewertungshandeln und kann so zu vergleichenden, externen Analysen zur Klassifikation wissenschaftlicher Veröffentlichungen herangezogen werden.

2.4 Digitale Bewertungspraktiken

Bewertungen sind in der Wissenschaft an der Tagungsordnung, ob es um die Relevanz von Publikationen, den gesellschaftlichen Impact der Forschung oder Berufungsentscheidungen geht. Ihren Ursprung haben wissenschaftliche Bewertungspraktiken im Peer Review der Fachzeitschriften. Das Peer Review, dessen Prototyp die Begutachtung wissenschaftlicher Beiträge vor ihrer Veröffentlichung in Fachzeitschriften ist, ist zugleich der Kern wissenschaftlicher Autonomie⁸. Daneben existieren externe Klassifizierungsversuche, die weniger auf explizite als auf implizite individuelle Bewertungen bauen, um daraus Wertigkeiten z.B. von Publikationen abzuleiten (Zitationsstatistiken). Mit der Digitalisierung wird dieser Trend einer datenbasierten Bewertungslogik verstärkt.

Bekanntermaßen wird jedes Nutzungsverhalten im Internet automatisch aufgezeichnet. Dies betrifft nicht nur das Kaufverhalten bei Amazon, die Informationssuche bei Google oder das Leseverhalten bei Spiegel Online, sondern schließt auch den individuellen Umgang mit wissenschaftlichen Publikationen mit ein. Auch die Wissenschaftlerin und der Wissenschaftler werden auf diese Weise getrackt und das Rezeptionsverhalten somit datafiziert:

„Heute kann das System für *jede einzelne Nutzung* einer elektronischen Ressource protokollieren, *welche* Ressource verwendet wurde, *wer* sie benutzt hat, *wo* diese Person sich befand, *wann* sie verwendet wurde, *welche Art von Anforderung* gestellt wurde, *welche Art von Aufzeichnung* es war und *von wo* sie verwendet wurde.“ (Kurtz & Bollen 2010: 4, Hervorhebung und Übersetzung MF).

⁸Historisch betrachtet ist das Peer Review-Verfahren, wie Biagioli (2002) im Detail herausgearbeitet hat, aus der staatlichen Zensur hervorgegangen. Die proklamierte Autonomie der Wissenschaft speist sich somit aus einer Befreiung von staatlichen Zwängen hin zur Selbstdisziplinierung im Auftrag der Wahrheitssuche.

Diese digital erfassten Nutzungsstatistiken sind es, die für die Bewertung von Publikationen nun zunehmend in klassifizierender Absicht herangezogen werden (vgl. Franzen 2015). Die Public Library of Science (PLOS) unternahm hierbei den ersten Vorstoß mit der Einführung der sogenannten Article-Level Metrics (ALMs). Das Herausgebersteam der neu gegründeten Open Access-Plattform PLOS kritisierte am bestehenden System vor allem die Abhängigkeit vom Journal Impact Faktor: Für eine faire Leistungsbewertung sei die Substanz des einzelnen Artikels höher zu gewichten als der Publikationsort. Der Hype um die wenigen Publikationsplätze in einem der Top Journale habe einen unlauteren Wettbewerb in Gang gesetzt, der für die Wissenschaft zu unliebsamen Konsequenzen führe (PLOS Medicine Editors 2006)⁹ – deswegen brauche es eine artikelzentrierte Auswertung, so die Argumentation für die Einführung der sogenannten Article-Level Metrics (ALM).

Die Article-Level Metrics fungieren somit in zweierlei Hinsicht als Gegenmodell zum Journal Impact Faktor: Zum einen handelt es sich um eine artikelzentrierte und nicht um eine journalzentrierte Auswertung; zum anderen geht das Modell über eine eindimensionale, zitationsbasierte Bewertung hinaus. Statt nur die Zitationen (in den sogenannten Quellzeitschriften des Web of Science oder Scopus) zu zählen, werden bei den ALMs auch die Verwendungsweisen von wissenschaftlichen Artikeln unterhalb der Zitationsschwelle als Bewertungsdimensionen berücksichtigt. Hierzu gehören die Rezeptionspraktiken von Viewed, Discussed, Recommended und Cited (Fenner 2013). ALMs wurden für alle PLOS-Fachzeitschriften 2009 eingeführt.

Noch weitreichender angelegt ist das Altmetrics-Konzept, das mit dem sogenannten Altmetrics Manifesto 2010 eine hohe Aufmerksamkeit erreichte und das Ziel verfolgt, eine Änderung der wissenschaftlichen Evaluationspraxis zu bewirken (Priem et al. 2010). Seither haben sich mehrere Anbieter am Markt etabliert, die spezielle Altmetrics-Dienste für die Wissenschaft offerieren. Das bekannteste Produkt ist der sogenannte Altmetric-Donut des gleichnamigen Start-ups Altmetric.com mit Sitz in London. Analog zu den ALMs von PLOS bilden Altmetrics ein breites Resonanzspektrum pro wissenschaftlichem Artikel ab. Anders als bei den multidimensionalen ALMs werden die erfassten Nutzungsdaten zu dem sogenannten Altmetric-Score verdichtet, der auf dieser numerischen Basis Vergleiche und Rankings von Artikeln ermöglicht. So veröffentlicht Altmetric.com z. B. ein jährliches Top 100 Ranking. Die internationalen börsenorientierten Großverlage wie Wiley, Springer und Elsevier haben den Altmetric-Donut bereits in ihr Online-Portfolio integriert. Auch die High-Impact Zeitschriften Science und Nature gehören zu den early adopters. Für jeden neu erscheinenden Artikel wird auf den Websites heute der Altmetric-Score ausgewiesen.

⁹Eine ähnlich gelagerte Kritik ist Gegenstand der im Jahre 2013 veröffentlichten San Francisco Declaration (DORA), die international breite Unterstützung fand.

Der Altmetric Donut gibt mit seiner jeweiligen Farbgebung Auskunft über die Art der Resonanz, die ein Artikel¹⁰ erzielt hat. Die Quellen, anhand derer die Online-Aufmerksamkeit gemessen wird, sind vielseitig und beliebig erweiterbar. Aktuell gehören unter anderem dazu: journalistische Online-Medien, soziale Medien wie Facebook und Twitter, Wikipedia, YouTube oder das Literaturverwaltungsprogramm Mendeley. Im Unterschied zu Zitationszählungen in Fachzeitschriften erscheinen die Altmetrics-Nennungen in Echtzeit und sind auf den entsprechenden Webseiten der Zeitschriften öffentlich sichtbar.

Als Marketingtool von Zeitschriften hat das Altmetrics-Konzept sicher seine Berechtigung. Wenn es jedoch darum geht, mit Altmetrics das wissenschaftliche Reputationssystem nachhaltig zu verändern, so die Forderung der Proponenten (Priem 2013), dann wird ein Problem offenkundig: Es ist bislang nicht klar, was Altmetrics genau abbilden. Erforscht werden Altmetrics bislang vor allem im Rahmen der Bibliometrie (Taylor 2013). Die bibliometrische Forschung beschränkt sich allerdings mehrheitlich darauf, Korrelationen zwischen Zitationsraten und Altmetrics zu errechnen (z. B. Costas, Zahedi & Wouters 2015). Ergebnisse dieser Art von Forschung besagen z. B., dass Mendeley-Bookmarks Zitationen am ehesten widerspiegeln (Li et al. 2011) oder die Anzahl von Downloads im Verhältnis 70:1 zu Zitationen von Artikeln steht (Lin & Fenner 2013: 23). Altmetrics entfalten jedoch eine Wirkung in der Wissenschaft, die über die Prädiktion von Zitationen weit hinausgeht. Sie fungieren insbesondere als Narzissmustechnologie (Wouters & Costas 2012). Dies wird aus der Werbebotschaft des Dienstes Altmetric.com bspw. besonders deutlich:

“Authors love article level metrics. It doesn’t matter if it’s their first or hundredth journal article – researchers want their work to be shared, discussed, and applied. They’re curious about who is talking about their work and what is being said. Using the Altmetric data and API, publishers can deliver real value to their authors and readers through powerful article level metrics pages.”

Die Frage ist jedoch, wie sich die Einstellung von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern ändert, wenn sich Altmetrics in eine Kontrolltechnologie verwandeln. Schon jetzt wird über die Möglichkeit einer Inkorporation von Altmetrics in die institutionalisierte Leistungsbewertung in der Wissenschaft nachgedacht. Insbesondere im Rahmen der quantitativen Bewertung des gesellschaftlichen Impacts der Forschung, als einer der neu eingeführten Bewertungsdimension für Forschungsqualität, die z. B. in das britische Research Excellence Framework integriert wurde, wird über die mögliche Verwendung von Altmetrics anstelle des Peer Reviews debattiert (Bornmann 2014). So hat die

¹⁰Das Altmetrics-Konzept ist anders als zitationsbasierte Maße nicht auf den wissenschaftlichen Artikel festgelegt, sondern kann auf beliebige wissenschaftliche Outputs (Foliensets, Datensets, Patente) angewendet werden.

zuständige Behörde, das Higher Education Funding Council for England (HEFCE), ein Gutachten zur Abschätzung der Eignung von Altmetrics für die Evaluation des gesellschaftlichen Impacts in Auftrag gegeben. Die Autoren kommen darin zu dem Schluss, dass das Instrument noch nicht ausgereift sei und noch weiterer Standardisierungen bedarf, um für die Forschungsevaluation eingesetzt zu werden. Die prinzipielle Anwendbarkeit wird zukünftig jedoch nicht ausgeschlossen (Wouters et al. 2015).¹¹

Analog zur Auswertung der nutzergenerierten Daten durch Altmetrics wird derzeit an verschiedenen Stellen an der Entwicklung von weiteren digitalen Diensten gearbeitet, um das redaktionelle Peer Review-System mithilfe von Big Data Analytics zu unterstützen. So soll ein neues Produkt namens Bibliometric Intelligence (Meta) das redaktionelle Entscheidungsverfahren zwar (noch) nicht ersetzen, aber zumindest informieren.

3 Zusammenfassung der sich abzeichnenden Trends

Entlang der vier betrachteten Dimensionen lässt sich leicht erkennen, dass sich die Wissenschaft in einem digitalen Umbruch befindet, der über den im öffentlichen Diskurs dominierenden Aspekt von Open Access und die damit verbundene Rolle von Wissenschaftsverlagen innerhalb der wissenschaftlichen Kommunikation weit hinausgeht.

Vielmehr zeigen die dargestellten Entwicklungen, dass im Zuge der Digitalisierung etablierte Differenzen zwischen Wissenschaft und Nichtwissenschaft brüchig werden. Dies betrifft auf der *Ebene der Wissensproduktion* die Rolle des Wissensproduzenten (professionelle Wissenschaft vs. Citizen Science) sowie die Art des Wissens, das mithilfe von Big Data produziert wird (Information vs. Wissen). Auf der *Ebene der Wissensdissemination* lässt sich mit den gestiegenen Veröffentlichungsmöglichkeiten eine Pluralisierung der wissenschaftlichen Publikationsformen erkennen. Im Bereich Wissenschaftskommunikation 2.0 verschwimmt die etablierte Grenze zwischen wissenschaftsinterner und -externer Kommunikation, wenn soziale Medien unter anderem zur Aufmerksamkeitsgenerierung für eigene Publikationen genutzt werden oder Weblogs sich an eine breite Öffentlichkeit richten. Dieser Umstand erzeugt auf der *Ebene der Wissensrezeption* eine neue Unübersichtlichkeit. Was als wissenschaftlich relevantes Wissen gilt, ist eine Frage, die nicht mehr allein über die Qualitätssicherungsverfahren wissenschaftlicher Zeitschriften geklärt wird. Klassische Zeitschriften existieren zwar nach wie vor – auch im Internet. An ihre Seite gesellen sich jedoch zunehmend wissenschaftliche Publikationsplattformen, die anderen Veröffentlichungsregeln folgen. Dies sind zum einen sogenannte Megajournals wie PLOS ONE,

¹¹Dies hätte – wie bereits aus anderen existierenden Indikatorenbasierten Verfahren bekannt – vermutlich ein reaktives Verhalten zur Folge. Medialisierungseffekte würden so noch verstärkt (Franzen 2015).

die mithilfe von Peer Review Light nach dem Prinzip „Publish-First, Filter-Later“ funktionieren (vgl. Spezi et al. 2017). Zum anderen sind Zweitverwertungsinstanzen wie die Academic Network Sites ResearchGate oder Academia.edu zu nennen, die ein Post-Publication Peer Review in ihr Portfolio integriert haben. Dabei handelt es sich um erfolgreiche Unternehmungen einer auf Big Data basierenden Plattformökonomie, die wissenschaftliche Publikationen zwar zentral online verfügbar machen, jedoch mit dem Open Access-Gedanken brechen (Hall 2015). An diesem Beispiel wird nochmals deutlich, dass das Diktum von Open Science die fortschreitende digitale Transformation der Wissenschaft nur unzureichend erfassen kann. Allein die Konnotation einer Demokratisierung von Wissenschaft erscheint irreführend.

Mit dem Digitalisierungsschub geht einher, dass das wissenschaftliche Nutzungsverhalten im Umgang mit Literatur und Daten automatisch getrackt wird und hieraus neue Geschäftsmodelle entstehen. Dieser technische Umstand bildet unter anderem den Grundstein für die Genese von Altmetrics, die derzeit als neue Form der Leistungsbewertung in Betracht gezogen werden und sich theoretisch auf alle wissenschaftlichen Produkte anwenden lassen. Altmetrics bilden die Resonanz wissenschaftlicher Beiträge im digitalen Raum ab und werden zunehmend relevant für die Bewertung von Forschung und deren Impact. Die digitale Anzeige der Echtzeitwirkung wissenschaftlicher Publikationen fordert den Wissenschaftler, seine Institution sowie deren Kommunikationsabteilungen heraus, sich entsprechend in den sozialen Medien zu positionieren, um die je eigene Resonanzquote zu erhöhen. Wenn Twitter, Facebook oder YouTube jene Kanäle sind, die von Altmetrics-Diensten ausgelesen werden, dann impliziert dies für Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, sie auch entsprechend zu bedienen. Noch 2014 notierte die National Information Standards Organization, die an der Standardisierung des Altmetrics-Instruments arbeitet, dass Altmetrics 95 Prozent der Wissenschaftler noch nicht bekannt sei (NISO 2014). Dabei hat sich das Prinzip von Altmetrics auch in den wissenschaftlichen Netzwerken wie ResearchGate längst eingeschrieben.

Schon länger gilt, dass Scorings und Rankings dem Wissenschaftler direkt oder indirekt ein kontinuierliches Impression-Management abverlangen, das nun auch die Aktivität in den sozialen Medien einschließt (Franzen 2015, 2017). So lässt sich konstatieren, dass nirgendwo sonst „das metrische Wir“ (Mau 2017) so virulent ist wie in der Wissenschaft. Im Zuge der Digitalisierung werden Statuspositionen online einsehbar und wie bei Altmetric.com z. B. mithilfe von Badges ausgeflaggt. Quantitative Leistungsindikatoren verstärken bekanntermaßen die extrinsische und nicht die intrinsische Motivation. „Je mehr die Statusvisibilisierung durch quantifizierende Bewertungsformen an Fahrt gewinnt, desto mehr werden wir zu status seekers (...) in einem System der differenziellen Wertigkeit.“ (Mau 2017: 64)

Insofern steht auch zur Debatte, inwiefern die Digitalisierung auf die wissenschaftliche Reputationsordnung durchgreift. Eine der möglichen nichtintendierten Folgen für die Wissenschaft, die das Altmetrics-Konzept nahelegt, ist die Entkopplung von Erfolg (Reputationserwerb) und Leistung (wissenschaftliche Erkenntnisproduktion).

4 **Ausblick**

Bislang wird den Hochschulen in Deutschland hinsichtlich der Digitalisierung eine geringe Transformationsgeschwindigkeit bescheinigt (Scheer 2015). Bezogen auf die Frage der Digitalisierung der Hochschule sind die Funktionsbereiche Forschung, Lehre und Administration einzeln, aber auch im Zusammenspiel zu betrachten. Der vorliegende Beitrag widmete sich allein der Forschung, die im Unterschied zu Hochschulen nicht an lokale Kontexte gebunden ist. Ziel war eine multidimensionale Sondierung der sich abzeichnenden digitalen Entwicklungen im Wissenschaftssystem, die jedoch aus Platzgründen exemplarisch bleiben muss. Die vorgenommene Analyse stellt vielmehr einen heuristischen Rahmen für die Beschreibung der digital induzierten Veränderungen in den Bereichen Produktion, Rezeption, Dissemination und Bewertung von Wissen zur Verfügung, um weitere empirische Forschung anzuregen. Den Ausgangspunkt der Analyse bildete der digitale Wandel des Publikationssystems.

Die Genese und Expansion des Wissenschaftssystems, wie wir es heute kennen, ist eng an die Publizität geknüpft. Ein wichtiger Impuls für die Ausdifferenzierung von Wissenschaft ging im 17. Jahrhundert von der Gründung der ersten wissenschaftlichen Zeitschriften aus, die den bis dato gängigen adressatenbeschränkten Briefverkehr ablösten. Über die Veröffentlichung wissenschaftlicher Erkenntnisse in periodisch erscheinenden Zeitschriften wurde ein breiter Wissenszugang ermöglicht und die Kumulation von Wissen durch Zertifizierungsinstanzen (Peer Review) vorangetrieben. Wenn sich aber, wie gegenwärtig, das zentrale Verbreitungsmedium gesellschaftlicher Kommunikation vom Buchdruck hin zum Internet verändert, entstehen zugleich neuartige Strukturen, die die bisherigen zwar nicht ersetzen, aber zumindest überlagern. Ein anschauliches Beispiel dafür ist die Differenz von Pre-Publication Peer Review und Post-Publication Peer Review. Aktuelle Visionen vermuten einen kompletten Funktionswandel der wissenschaftlichen Zeitschrift (Kriegeskorte 2012). Mit einer zeitlichen Verschiebung der wissenschaftlichen Qualitätskontrolle sind nicht zuletzt Rollenverschiebungen verbunden. Post-Publication Peer Review ist nicht mehr allein dem ausgewiesenen Experten vorbehalten, sondern schließt grundsätzlich jedermann mit ein (z.B. *PubPeer*). Weniger das subjektive Urteil, sondern die Aggregation vieler Einzelbewertungen soll damit für die wissenschaftliche Qualitätssicherung sorgen. Dies sind Mechanismen, die der Plattformökonomik von Amazon & Co. entstammen. Aber lassen sich solche Prinzipien umstandslos auf die Wissenschaft übertragen – und mit welchen Folgen? Welche Funktion kommt zukünftig der wissenschaftlichen Fach-

expertise zu und wie und auf welcher Basis wird epistemische Autorität zukünftig zugewiesen (Dickel und Franzen 2016)?

Wissenschaftspolitisch gewendet, scheint es unabdingbar, die Prozesse der Digitalisierung umfassend auch auf ihre weitreichenden Implikationen hin zu reflektieren, statt sie auf einzelne Aspekte wie die Entwicklung von technischen Infrastrukturen für Forschung (und Lehre) zu reduzieren (Schlagwort Science 2.0) oder die Digitalisierung aus einer normativen Position heraus vorschnell mit der Demokratisierung von Wissen gleichzusetzen (Schlagwort Open Science). Um die viel diskutierten Chancen und Risiken der digitalen Wende überhaupt abschätzen zu können, braucht es einen theoriegeleiteten empirischen Einblick in die rezenten Dynamiken der fortschreitenden Digitalisierung von Forschungspraktiken. Zu den Herausforderungen der Digitalisierung gehört demnach nicht nur die Frage, wie Wissen künftig mit welchen digitalen Tools hergestellt, verbreitet, rezipiert und bewertet wird, sondern auch, wer zukünftig das Wissen der Gesellschaft produziert – Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, Crowdsources und/oder Maschinen? Klar benannt ist zumindest die wissenschaftspolitische Stoßrichtung der digitalen Transformation: Daten der Forschung maschinenlesbar zu machen, um sie mit statistischen Verfahren zu validen Informationen zu verdichten und so maschinelles Lernen zu ermöglichen (European Commission 2014; Wilkinson et al. 2016).

Die Vermutung liegt nahe, dass sich mit computergesteuerten Erkenntnis- und Bewertungsverfahren auch der Charakter des Wissens verändert (Hagner & Hirschi 2013). Versuche einer datenbasierten Automatisierung verschiedener Produktionsstufen finden aber nicht nur in der Wissenschaft, sondern in allen Gesellschaftsbereichen gleichzeitig statt und stellen somit einen zentralen Effekt der digitalen Wende dar. Ein differenzierungstheoretischer Zugang auf die Frage nach den Implikationen der Digitalisierung scheint der geeignete Ansatz, um aus einer vergleichenden Perspektive Reichweite und Tiefe des digitalen Wandels empirisch genauer bestimmen und nachhaltig gestalten zu können.

Literatur

- Alberts, B. (2012). Editorial: The End of „Small Science“? *Science* (337), 1583
- Anderson, C. (2008). The End of Theory: The Data Deluge Makes the Scientific Method Obsolete. *Wired Magazine* vom 23.06.2008 Abgerufen am 27.09.2017 von <https://www.wired.com/2008/06/pb-theory/>
- Baecker, D. (2007). *Studien zur nächsten Gesellschaft*. Frankfurt am Main: Suhrkamp
- Biagioli, Mario (2002). From Book Censorship to Academic Peer Review. *Emergences: Journal for the Study of Media & Composite Cultures*, 12 (1), 11–45

Bohannon, J. (2016). Who's downloading pirated papers? Everyone. *Science*, 352 (6285), 508–512

Bornmann, L. (2014). Do altmetrics point to the broader impact of research? An overview of benefits and disadvantages of altmetrics. *Journal of Informetrics*, 8, 895–903

boyd, d.; Crawford; K. (2013). Big Data als kulturelles, technologisches und wissenschaftliches Phänomen. Sechs Provokationen. In: H. Geiselberger & Moorstedt, T. (Hrsg.), *Big Data. Das neue Versprechen der Allwissenheit (187–218)*. Berlin: Suhrkamp, edition unseld

Bruns, A. & Burgess, J. (2013). Blogforschung: Der ‚Computational Turn‘. In: P. Haber & E. Pfanzelter (Hrsg.), *historyblogosphere. Bloggen in den Geschichtswissenschaften (S. 135–148)*. München: Oldenbourg

Bucchi, M. (2013). Style in science communication. *Public Understanding of Science*, 22 (8), S. 904 –915

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) (2016). Open Access in Deutschland. Die Strategie des Bundesministeriums für Bildung und Forschung. Abgerufen am 27.09.2017 von https://www.bmbf.de/pub/Open_Access_in_Deutschland.pdf

Costas, R.; Zahedi, Z. & Wouters, P. (2015). Do ‚altmetrics‘ correlate with citations? Extensive comparison of altmetric indicators with citations from a multidisciplinary perspective. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 66 (10), 2003–2019

Dickel, S. & Franzen, M. (2015). Digitale Inklusion: Zur sozialen Öffnung des Wissenschaftssystems. *Zeitschrift für Soziologie*, 44 (5), 330–347

Dickel, S. & Franzen, M. (2016). The “Problem of Extension” revisited: new modes of digital participation in science. *JCOM*, 15 (01), A06_en

DORA (2013). American Society for Cell Biology: San Francisco declaration on research assessment. Abgerufen am 27.09.2017 von http://www.ascb.org/files/SFDeclaration_FINAL.pdf

Eiben, C.; Siegel, J. B.; Bale, J. B.; Cooper, S.; Khatib, F.; Shen, B. W.; Foldit Players; Stoddard, B. L.; Popovic, Z. & Baker, D. (2012). Increased Diels-Alderase activity through backbone remodeling guided by Foldit players. *Nature Biotechnology*, 30, 190–192

Enserink, M. (2016). In dramatic statement, European leaders call for ‘immediate’ open access to all scientific papers by 2020. *Science*, doi:10.1126/science.aag0577

European Commission (2014). Background document: Public Consultation ‘Science 2.0’: Science in transition. Directorates-General for Research and Innovation (RTD) and Communication Networks, Content and Technology (CONNECT) Abgerufen am 27.09.2017 von <https://ec.europa.eu/research/consultations/science-2.0/background.pdf>

Fecher, B. & Friesike, S. (2013). Open Science: One term, five schools of thought. In: S. Bartling & S. Friesike (Hrsg.), *Opening Science. The Evolving Guide on How the Internet is Changing Research, Collaboration and Scholarly Publishing* (S. 7–47). Heidelberg et al.: Springer Open

Fenner, M. (2013). What Can Article-Level Metrics Do for You?. *PLoS Biol* 11(10): e1001687

Fleck, C. (2013). Der Impact Faktor-Fetischismus. *Leviathan* 41 (4), 611–646

Franzen, M. (2011). *Breaking News. Wissenschaftliche Zeitschriften im Kampf um Aufmerksamkeit*. Baden-Baden: Nomos

Franzen, M. (2015). Der Impact Faktor war gestern. Altmetrics und die Zukunft der Wissenschaft. Themenheft: Der impact des impact factors. *Soziale Welt*, 66 (2), 225–242

Franzen, M. (2016). Science between Trust and Control: Non-Reproducibility in Scholarly Publishing. In: H. Atmanspacher & S. Maasen (Hrsg.): *Reproducibility: Principles, Problems, Practices and Prospects* (S. 468–485). Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc

Franzen, M. (2017). Digitale Resonanz Neue Bewertungskulturen fordern die Wissenschaft heraus, *WZB Mitteilungen* 155, 30–33

Franzoni, C. & Sauermann, H. (2014). Crowd science. The organization of scientific research in open collaborative projects. *Research Policy* 43 (1), 1–20

Garfield, E. (1955). Citation Indexes for Science. A New Dimension in Documentation through Association of Ideas. *Science*, 128, 108–111

Garfield, E. (2006). The History and Meaning of the Journal Impact Factor. *JAMA* 295 (1), 90–93

Haeussler, C. (2011). Information-sharing in academia and the industry: A comparative study. *Research Policy*, 40 (1), 105–122

Hagner, M. & Hirschi, C. (2013). Editorial. In: D. Gugerli; M. Hagner; C. Hirschi; A. B. Kilcher; P. Purtschert; P. Sarasin & J. Tanner (Hrsg.), *Nach Feierabend. Digital Humanities* (S. 7–10). Zürich, Berlin: diaphanes

Hall, G. (2015). What does Academia_edu's success mean for Open Access? The data-driven world of search engines and social networking. *LSE Impact Blog*. Abgerufen am 27.03.2018 von <http://blogs.lse.ac.uk/impactofsocialsciences/2015/10/22/does-academia-edu-mean-open-access-is-becoming-irrelevant/>

Haustein, Stefanie; Bowman, Timothy D.; Holmberg, Kim; Tsou, Andrew; Sugimoto, Cassidy R. & Vincent Larivière. (2016). Tweets as impact indicators: Examining the implications of automated “bot” accounts on twitter. *Journal of the Association for Information Science and Technology* 67(1), 232–238

Hecker-Stampehl, J. (2013). Bloggen in der Geschichtswissenschaft als Form des Wissenstransfers. In: P. Haber & E. Pfanzelter (Hrsg.), *historyblogosphere. Bloggen in den Geschichtswissenschaften* (S. 37–50). München: Oldenbourg

Herb, U. (2017). Open Access: Von Inklusion zu Exklusivität? DOI:10.5281/zenodo.1001901

Heißbrüggen-Walter, S. (2013). Tatsachen im semantischen Web: Nanopublikationen in den digitalen Geisteswissenschaften? In: P. Haber & E. Pfanzelter (Hrsg.): *historyblogosphere. Bloggen in den Geschichtswissenschaften* (S. 149–160). München: Oldenbourg

Himmelstein, D. S.; Rodriguez Romero, A.; Levernier, J. G., Munro, T. A.; McLaughlin, S.R.; Tzovaras, B. G.; Greene, C. S. (2018). Research: Sci-Hub provides access to nearly all scholarly literature. *Elife* 1, S. 1–22. doi: 10.7554/eLife.32822

Keller, A. D. (2001). *Zeitschriften in der Krise: Entwicklung und Zukunft elektronischer Zeitschriften*. Dissertation Humboldt-Universität zu Berlin, Berlin

König, R. & Nentwich, M. (2016). Soziale Medien in der Wissenschaft. In: J.-H. Schmidt; & M. Taddicken (Hrsg.), *Handbuch Soziale Medien* (S. 1–20). Wiesbaden: Springer Fachmedien

Könneker, C. & Lugger, B. (2013). Public Science 2.0 – Back to the Future. *Science*, 342 (6154), 49–50

Kriegeskorte, N. (2012). Open Evaluation: A Vision for Entirely Transparent Post-Publication Peer Review and Rating for Science. *Frontiers in Computational Neuroscience*, 6 (79). doi: 10.3389/fncom.2012.00079

Kurtz, M. J. & Bollen, J. (2010). Usage bibliometrics. *Annual Review of Information Science and Technology*, 44 (1), 1–64

LaPorte, R. E.; Marler, E.; Akazawa, S. et. al. (1995). The death of biomedical journals. *British Medical Journal*, 310 (6991), 1387–1390

Li, X.; Thelwall, M.; Giustini, D. (2012). Validating Online Reference Managers for Scholarly Impact Measurement. *Scientometrics*, 91 (2), 461–471

Lin, J. & Fenner, M. (2013). Altmetrics in Evolution: Defining and Redefining the Ontology of Article-Level Metrics. *ISQ*, 25, 20–26

Luhmann, N. (1990). *Die Wissenschaft der Gesellschaft*. Frankfurt am Main: Suhrkamp

Luhmann, N. (2005). Veränderungen im System gesellschaftlicher Kommunikation und die Massenmedien. In: ders. (Hg.), *Soziologische Aufklärung 3* (S. 355–368). Wiesbaden: VS Verlag, 4. Auflage

Mau, S. (2017). *Das metrische Wir. Über die Quantifizierung des Sozialen*. Berlin: Suhrkamp

McKenzie, L. (2017). Swipe right for science. Papr app is 'Tinder for preprints'. *Nature*. DOI: 10.1038/nature.2017.22163

Morretti, F. (2016). *Distant Reading*. Konstanz: Konstanz University Press

National Information Standards Organization (NISO) (2014). *Alternative Metrics Initiative Phase I White Paper* vom 6. Juni 2014. Abgerufen am 27.09.2017 von https://groups.niso.org/apps/group_public/download.php/13809/Altmetrics_project_phase1_white_paper.pdf

Pain, E. (2016). How to keep up with the scientific literature. *Science Careers* doi:10.1126/science.caredit.a1600159

PLoS Medicine Editors (2006). Editorial: The Impact Factor Game. *PLoS Medicine*, 3, e291

Priem, J. (2013). Scholarship: Beyond the paper. *Nature*, 495, 437–440

Priem, J.; Taraborelli, D.; Groth, P. & Neylon, C. (2010). *Altmetrics: A manifesto*. Abgerufen am 27.09.2017 <http://altmetrics.org/manifesto/>

Ratti, E. (2016). The end of 'small biology'? Some thoughts about biomedicine and big science. *Big Data & Society*, 3 (2), 1–6

Scheer, A.-W. (2015). *Hochschule 4.0. Whitepaper No. 8*. Abgerufen am 27.09.2017 von <https://hochschulforumdigitalisierung.de/sites/default/files/dateien/Hochschule-4.0-Whitepaper-Professor-Scheer.pdf>

Spezi, V.; Wakeling, S.; Pinfield, S.; Creaser, C.; Fry, J. & P. Willett (2017). Open-access mega-journals: The future of scholarly communication or academic dumping ground? A review. *Journal of Documentation*, 73(2), 263–283

Stichweh, R. (1987). *Die Autopoiesis der Wissenschaft*. In: D. Baecker et al. (Hrsg.): *Theorie als Passion* (S. 447–481). Frankfurt am Main: Suhrkamp

Straub, M. C. P. (2016). Giving Citizen Scientists a Chance: A Study of Volunteer-led Scientific Discovery. *Citizen Science: Theory and Practice*, 1(1): 5, 1–10

Taylor, M. (2013). Exploring the boundaries. How altmetrics can expand our vision of scholarly communication and social impact. *Information Standards Quarterly*, 25, 27–32

Tollefson, J. (2018). China declared largest source of research articles. *Nature*, 553, 390

Van Noorden, R. (2014). Online collaboration: Scientists and the social network. *Nature*, 512 (7513), 126–129

Van Noorden, Richard (2017). Publishers threaten to remove millions of papers from ResearchGate. *Nature News* doi:10.1038/nature.2017.22793

Weingart, P. & Taubert, N. (Hrsg.) (2016). *Wissenschaftliches Publizieren: zwischen Digitalisierung, Leistungsmessung, Ökonomisierung und medialer Beobachtung*.

Berlin/Boston: De Gruyter Akademie Forschung. (Forschungsberichte/ Interdisziplinäre Arbeitsgruppen, Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften; 38)

Wilkinson, M. D.; Dumontier, M.; Aalbersberg, J. J.; Appleton, G.; Axton, M.; Baak, A. et al. (2016). The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship. *Scientific Data* 3, 160018 EP

Wouters, P. & Costas, R. (2012). *Users, narcissism and control – tracking the impact of scholarly publications in the 21st century*, Utrecht: SURFfoundation. Abgerufen am 27.09.2017 von <http://research-acumen.eu/wp-content/uploads/Users-narcissism-and-control.pdf>

Wouters, P. et al. (2015). *The Metric Tide: Literature Review (Supplementary Report I to the Independent Review of the Role of Metrics in Research Assessment and Management)*. HEFCE. DOI: 10.13140/RG.2.1.5066.3520

Manuskript eingereicht: 31.10.2017
Manuskript angenommen: 22.06.2018

Anschrift der Autorin:

Dr. Martina Franzen
Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung
Forschungsgruppe Wissenschaftspolitik
Reichpietschufer 50
10785 Berlin
E-Mail: martina.franzen@wzb.eu

Dr. phil. Martina Franzen ist wissenschaftliche Mitarbeiterin der Forschungsgruppe Wissenschaftspolitik am Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung (WZB). Ihr gegenwärtiger Forschungsschwerpunkt liegt auf den Implikationen einer fortschreitenden Datafizierung der Gesellschaft respektive der wissenschaftlichen Wissensproduktion.