

Thinking-in-Interaction

Diagrammatik-Konzepte und der Medienwandel im Verhältnis von User-Interfaces, Informationsvisualisierung und Interaction-Design

Christoph Ernst

1. Einleitung

Die Vermutung ist ebenso naheliegend wie lange schon ausformuliert: Der Aufschwung der Diagrammatik-Forschung über die letzten rund zwanzig Jahre ist auch und vor allem ein Ergebnis des Einflusses des ‚Computers‘ auf die Kultur, heute sagt man: der ‚digitalen‘ Medien.¹ Doch so berechtigt die Vermutung klingen mag – will man sie auf den Begriff bringen, wird die Lage schnell verworren. Worin genau soll die Beziehung zwischen digitalen Medien und Diagrammatik bestehen? Und anhand welches Bereiches der ‚digitalen‘ Medienkultur soll man diesen Verdacht untersuchen?² Waren diese Fragen in den frühen 2000er-Jahren ebenso offen wie das Interesse am Schlagwort ‚Diagrammatik‘ unbestimmt,³ ist die Lage inzwischen deutlich übersichtlicher. Verglichen mit den Anfängen des sich in den 1990er-Jahren in unverbundener und verstreuter Form konstituierenden Forschungsfeldes ist die Diagrammatik heute nicht mehr begründungsbedürftig,

¹ Steffen Bogen/Felix Thürlemann, „Jenseits der Opposition von Text und Bild. Überlegungen zur Theorie des Diagramms und des Diagrammatischen“. In: Alexander Patschovsky (Hgg.), *Die Bilderwelt der Diagramme Joachims von Fiore. Zur Medialität religiös-politischer Programme im Mittelalter*. Ostfildern 2003, S. 1-22, hier S. 3.

² Digitale Medienkultur wird hier unspezifisch als Sammelbegriff für die durch vernetzte computerbasierte Medien geprägte Informations- und Kommunikationskultur verwendet. Kanonische Grundlagentexte finden sich in Noah Wardrip-Fruin/Nick Montfort (Hgg.), *The New Media Reader*. Cambridge, MA & London 2003; Karin Bruns/Ramon Reichert (Hgg.), *Reader Neue Medien. Texte zur digitalen Kultur und Kommunikation*. Bielefeld 2007.

³ Vgl. z.B. für die Philosophie Petra Gehring et al. (Hgg.), *Diagrammatik und Philosophie*. Amsterdam 1992; für die Literaturwissenschaft Matthias Bauer, „Roman und Semiotik“. In: *Wirkendes Wort* 42, 3, 1992, S. 478-494; für die Kunstgeschichte Ulrike Maria Bonhoff, *Das Diagramm. Kunst-historische Betrachtungen über seine vielfältige Anwendung von der Antike bis zur Neuzeit*. Münster 1993.

sondern eine feste Größe. In dem Maße, in dem sich herauskristallisiert hat, wie die Forschungsansätze zur Diagrammatik gegeneinander abgegrenzt sind,⁴ zeichnete sich über die Jahre auch ab, wo die Schnittstellen zur digitalen Medienkultur liegen.

Als ein zentrales Thema hat sich im Laufe der 2010er-Jahre die Diskussion des Zusammenhangs von Graphical User Interfaces und Informationsvisualisierungen erwiesen.⁵ Informationsvisualisierung wird dabei in der ganzen Breite des Begriffs verstanden,⁶ also über die Visualisierung quantitativer Daten hinaus,⁷ wenngleich Datenvisualisierung unter dem Eindruck der gesellschaftlichen Relevanz von ‚Big Data‘ ab Mitte der 2000er-Jahre das Zentrum bildet.⁸ Kann die Diagrammatik für diese Forschung einen theoretischen Beitrag zur Analyse der Epistemologie dieser Visualisierungen bilden,⁹ so ergeben sich die medientheoretisch entscheidenden Fragen im Verhältnis von Diagrammatik und Interfaces – ein Begriff, der historisch vielschichtig ist und der zuletzt eine bemerkenswerte Theoretisierung erfahren hat.¹⁰

Ein Interface wird dabei nicht nur als eine Menge der Symbole verstanden, die auf einem Display repräsentiert sind, sondern als ein in Interaktionen ausge-

⁴ Vgl. Birgit Schneider/Christoph Ernst/Jan Wöpking (Hgg.), *Diagrammatik. Ein interdisziplinärer Reader*. Berlin 2016.

⁵ Vgl. bereits Bogen/Thürlemann, „Jenseits der Opposition von Text und Bild“, S. 4-5; Johanna Drucker, *Graphesis. Visual Forms of Knowledge Production*. Cambridge, MA & London 2014; Daniel Irrgang, „Topological Surfaces: On Diagrams and Graphical User Interfaces“. In: Florian Hadler/Jochim Haupt (Hgg.), *Interface Critique*. Berlin 2016, S. 49-73.

⁶ Vgl. Martina Heßler/Dieter Mersch (Hgg.), *Logik des Bildlichen. Zur Kritik der ikonischen Vernunft*. Bielefeld 2009.

⁷ Vgl. zur Geschichte dieser Forschungsfelder Michael Friendly/Daniel J. Denis, „Milestones in the history of thematic cartography, statistical graphics, and data visualization“. 2009 (= <http://www.math.yorku.ca/SCS/Gallery/milestone/milestone.pdf>, Abruf am 01.05.2020); Sandra Rendgen/Julius Wiedemann/Nigel Holmes, *Information Graphics*. Köln 2012; Sandra Rendgen, *History of Information Graphics*. Köln 2019; Edward Tufte, *The Visual Display of Quantitative Information*. Cheshire, CT 2002. Was die Definition angeht, siehe auch Lev Manovich, „What is Visualization?“. 2010, S. 1-23, hier S. 1-5. (= <https://journals.tdl.org/paj/index.php/paj/article/view/19/58>, Abruf am 30.04.2020). Der Text wurde mit Titel „Information Visualization“ inzwischen in leicht modifizierter Form wiederabgedruckt in Lev Manovich, *Cultural Analytics*. Cambridge & London 2020, S. 187-206.

⁸ Vgl. aus Anwendungsperspektive z.B. Sang C. Suh/Thomas Anthony (Hgg.), *Big Data And Visual Analytics*. Cham 2017; medienwissenschaftlich aber insb. Orit Halpern, *Beautiful Data. A History of Vision and Reason since 1945*. Durham, NC & London 2014. Je nach Begriff von ‚Daten‘ kann man das Verhältnis auch umdrehen und Datenvisualisierung als Oberbegriff für Informationsvisualisierung begreifen. Vgl. Wibke Weber/ Alexandra Wenzel, „Interaktive Infografiken: Standortbestimmung und Definition“. In: Wibke Weber/Michael Burmester/Ralph Tille (Hgg.), *Interaktive Infografiken*, Berlin & Heidelberg 2013, S. 3-23, hier S. 4-5.

⁹ Thomas Lischied, *Diagrammatik und Mediensymbolik. Multimodale Darstellungsformen am Beispiel der Infografik*. Duisburg 2012.

¹⁰ Vgl. zur Begriffsgeschichte Peter Schaefer, „Interface. History of a Concept, 1868-1888“. In: David W. Park/Nicolas W. Jankowski/Steve Jones (Hgg.), *The Long History of New Media. Technology, Historiography, and Contextualizing Newness*. New York, NY [u. a.] 2011, S. 163-175. Vgl. zur neueren Interface-Theorie Jan Distelmeyer, *Machtzeichen. Anordnungen des Computers*. Berlin 2017; Alexander R. Galloway, *The Interface Effect*. Malden, MA 2012; Branden Hookway, *Interface*. Cambridge, MA & London 2014.

staltetes dynamisches Verhältnis zwischen Menschen und Medientechnologien. Analog dazu ist das klassische *Interface*-Design über die Jahre in der anwendungsorientierten Forschung in einem umfassenderen Begriff von *Interaction*-Design aufgegangen, wenngleich den visuellen Interfaces nach wie vor zentrale Bedeutung zufällt.¹¹ Diese Verschiebung zeigt, dass die diagrammatische Epistemologie von Informationsvisualisierungen in Gestalt von dynamischen Interaktionsprozessen beobachtet werden muss.¹² Verwiesen sieht man sich damit auf das für die Geschichte der digitalen Medien grundlegend wichtige Feld der Human-Computer-Interaction bzw. des Interaction Designs.¹³

Folgt man diesem Ansatz, hat diese Verschiebung gleichwohl eine Konsequenz für die Forschung zur Diagrammatik. Wird der Verknüpfungspunkt zwischen Diagrammatik, Informationsvisualisierungen und Interfaces darin gesehen, wie Symbole auf dem Interface repräsentiert und mit Operationen verknüpft werden, gleichzeitig aber die Geltungsreichweite von ‚Interaction‘ breiter gefasst, als ‚nur‘ auf die Interaktivität einer räumlichen Anordnung von Elementen auf einer zweidimensionalen Fläche bezogen, dann muss man sich zwangsläufig fragen, ob hier nicht eine Grenze der Diagrammatik erreicht ist. Festmachen lässt sich dies an einem Medienwandel, der seit ca. Mitte der 2000er-Jahre in den Massenmärkten für digitale Medien angekommen ist: Zunehmend findet die Entwicklung von sogenannten ‚Natural User Interfaces‘ und ‚Tangible User Interfaces‘ statt,¹⁴ welche die Frage aufwerfen, ob die Interaktion mit Informationsvisualisierungen inzwischen nicht jenseits des Beobachtungshorizontes der Diagrammatik liegt, oder aber, ob die Diagrammatik auch diesen weiteren Zusammenhang zwischen Interfaces und Informationsvisualisierung adressiert. Die Einbettung des Zusammenhangs von Informationsvisualisierung und Interfaces in einen umfassenderen Begriff von Interaktion stellt mithin die Frage nach der epistemologischen Reichweite von verschiedenen Diagrammatik-Konzepten.

Vor diesem Hintergrund lautet die Überlegung des vorliegenden Textes, dass die Epistemologie von Diagrammatik als die einer Praxis des *Explizit-Machens* verständlich gemacht werden kann, die sich neuen Formen der Medialität des Verhältnisses von Interfaces und Informationsvisualisierungen gegenüberstellt. Das Ziel des Textes ist keine spezifische ‚diagrammatische‘ Analyse von Beispielen, sondern ein programmatischer Einblick, der eine ganze Reihe von Ideen in

¹¹ Vgl. überblickend Gerhard M. Buurman/Stefano M. Vannotti, „Interaktionsdesign“. In: Wibke Weber (Hgg.), *Kompendium Informationsdesign*. Berlin & Heidelberg 2008, S. 125-149, hier S. 130-131.

¹² Vgl. Weber/Wenzel, „Interaktive Infografiken“, S. 12.

¹³ Vgl. überblickend Andreas Butz/Antonio Krüger, *Mensch-Maschine-Interaktion*. Berlin & Boston 2017; Kevin Liggieri/Oliver Müller (Hgg.), *Mensch-Maschine-Interaktion. Handbuch zu Geschichte – Kultur – Ethik*. Stuttgart 2019. Mit Blick auf die Geschichte von Interfaces insb. Hans Dieter Hellige, „Krisen- und Innovationsphasen in der Mensch-Computer-Interaktion“, in: Hans Dieter Hellige (Hgg.), *Mensch-Computer-Interface. Zur Geschichte und Zukunft der Computerbedienung*. Bielefeld 2008, S. 11-92. Dies berührt die Frage, wie die Fachgebiete des Informations-, Interface- und Interaktionsdesigns aus medienwissenschaftlicher Sicht diskutiert werden können. Ein erster Ansatz dazu ist es, das Design von Interfaces und Interaktionen als ein Prozess des ‚Erfindens‘ von Medien zu verstehen. Vgl. Janet H. Murray, *Inventing the Medium. Principles of Interaction Design as a Cultural Practice*. Cambridge, MA & London 2012.

¹⁴ Vgl. Hellige, „Krisen und Innovationsphasen in der Mensch-Computer-Interaktion“, S. 55-67.

aktualisierter und weiterführender Form aufgreift, die in der Monographie *Diagramme zwischen Metapher und Explikation* in einem größeren Kontext entwickelt wurden.¹⁵ Zu diesem Zweck wird zunächst der Unterschied zwischen engen und weiten Diagrammatik-Konzepten referiert und die Diagrammatik in Anlehnung an Robert Brandom als eine Form von Praktiken des „Explizit-Machens“ beschrieben. Im Rahmen einer Diskussion von Johanna Druckers einflussreicher Aufarbeitung der Geschichte visueller Wissensproduktion wird sodann eine über den Begriff der „Kulturtechnik“ begründete praxistheoretische Forschungsperspektive für die Diagrammatik skizziert und anhand zweier Beispiele für den Medienwandel des Verhältnisses von User-Interfaces, Informationsvisualisierung sowie Interaktion illustriert. Ein Plädoyer für ein weit gefasstes, pragmatistisch inspiriertes Verständnis von Diagrammatik schließt die Argumentation ab.

2. Enge und weit gefasste Diagrammatik-Konzepte

Diagrammatik lässt sich als ein theoretisches Unterfangen verstehen, das eine Epistemologie ‚diagrammatischer‘ Denkweisen am Beispiel ihrer Ausprägungen in spezifischen kulturellen Praktiken untersucht. In der Frage, welche Praktiken dabei den Gegenstand bilden, ergeben sich jedoch verschiedene Konzeptionen von Diagrammatik. Idealtypisch gesprochen lassen sich ein enges und ein weites Konzept von Diagrammatik unterscheiden.¹⁶

Ein Konzept von Diagrammatik ist ‚eng‘, wenn es beim gängigen Grundverständnis von Diagramm beginnt und von dort aus die epistemische Leistungsfähigkeit von Diagrammen erweist, so etwa in der Diskussion um spatiale Formen der Repräsentation von logischen Relationen in der Philosophie und Mathematik.¹⁷ ‚Weit‘ ist dagegen ein Konzept, wenn es Diagrammatik schon in Praktiken am Werk sieht, die sich nicht auf ‚Diagramme‘ im Sinne einer medial verkörperten und differenzierten Form von Inskriptionen einordnen lassen. Dieses weite Konzept von Diagrammatik macht nicht zwangsläufig Aussagen über Diagramme im

¹⁵ Vgl. Christoph Ernst, *Diagramme zwischen Metapher und Explikation. Studien zur Medien- und Filmästhetik der Diagrammatik*. Bielefeld 2021.

¹⁶ Die Unterscheidung steckt schon in den Überlegungen von Bogen/Thürlemann, „Jenseits der Opposition von Text und Bild“, wird dann in Matthias Bauer/Christoph Ernst, *Diagrammatik. Einführung in ein kultur- und medienwissenschaftliches Forschungsfeld*. Bielefeld 2010, hier S. 17-21, über eine Kritik an gattungstheoretischen Diagramm-Begriffen hergeleitet; siehe zudem Christoph Ernst/Birgit Schneider/Jan Wöpking, „Lektüren und Sichtweisen der Diagrammatik“. In: Birgit Schneider/Christoph Ernst/Jan Wöpking (Hgg.), *Diagrammatik-Reader. Grundlegende Texte aus Theorie und Geschichte*. Berlin 2016, S. 7-15. Komplexere Ausarbeitungen finden sich bei Sybille Krämer, *Figuration, Anschauung, Erkenntnis. Grundlinien einer Diagrammatologie*. Berlin 2016, siehe auch Ernst, *Diagramme zwischen Metapher und Explikation*, S. 128-131.

¹⁷ Vgl. etwa Jan Wöpking, *Raum und Wissen. Elemente einer Theorie epistemischen Diagrammgebrauchs*. Berlin 2016.

engeren Sinn, sondern appliziert Begriffe wie ‚Diagramm‘ oder ‚diagrammatisches Denken‘ auf andere Praktiken und ihnen anhängige Zeichenprozesse.¹⁸

Beide Konzepte haben ihren Reiz: Ein enges Verständnis von Diagrammatik erlaubt es meist präzise zu benennen, worin der epistemische Gewinn von diagrammatischen Formen gegenüber anderen Formen der Repräsentation besteht. Ausgehend von dieser Fähigkeit gelingt es derartigen Ansätzen, auf eine sehr klare Weise konkrete diagrammatische Erkenntnisleistungen zu identifizieren, etwa innerhalb des Bezugssystems der Geometrie oder der Logik. Schwächen offenbaren diese Ansätze, sobald man fragt, was die Grenzen dessen sind, was alles als ‚Diagramm‘ durchgeht. Lässt sich der Gegensatz alphabetischer oder algebraischer Repräsentation von Information im Unterschied zu diagrammatischen Repräsentationen am Beispiel von Geometrie sehr gut demonstrieren, wird es bei komplexeren Zeichenkonfigurationen wie Infografiken schnell schwieriger. Was etwa ist die Übertragbarkeit der am Beispiel von Diagrammen in der Geometrie oder Logik explizierten Erkenntnisleistungen im Rückbezug auf weniger klar umrissene Begriffe von ‚Diagramm‘, die aber dennoch zweifelsohne ‚diagrammatisch‘ funktionieren? Müssen enge Begriffe von Diagramm nicht zwangsläufig Annahmen über eine ‚diagrammatische‘ Art der Repräsentation treffen, die *nicht* auf den engen, gattungstheoretischen Begriff von Diagramm begrenzt ist, sondern über diesen hinausgeht?

Dies ist der Einsatzpunkt von weiten Diagrammatik-Konzepten. Mitunter auch als „funktionale“ Ansätze bezeichnet,¹⁹ gehen diese Konzepte den umgekehrten Weg. Eine ‚diagrammatische‘ Epistemologie wird als ein genereller Teil der Kognition vorausgesetzt und in vollkommen unterschiedlichen Gegenstandsbereichen identifiziert. Doch die damit einhergehende Flexibilität ist teuer erkauft. Die Diagrammatik muss in den Rang einer grundlegenden Erkenntnistheorie befördert werden, in der das ‚Diagramm‘ oder das ‚Diagrammatische‘ auf der Ebene von Schemata oder kognitiven Modellen angesiedelt ist. Das Problem liegt auf der Hand: In dieser Sichtweise sind ‚Diagramme‘ quasi überall. Teils noch mit indirektem Bezug auf die Debatten in Geometrie oder Logik, meist aber unabhängig davon wird aus der Diagrammatik eine Universaltheorie, die – zumeist vor semiotischem Hintergrund²⁰ – auf die unterschiedlichsten Felder bezogen werden kann, von Bildern über Literatur, aber auch Filme oder Musik.²¹ Der Nachteil derartiger Ansätze ist die rapide wachsende Unschärfe ihrer Grundbegriffe und

¹⁸ Diese ‚weite‘ Perspektive wird gerne einem an Charles S. Peirce orientierten Diagrammatik-Begriff nachgesagt, was grundsätzlich auch nicht falsch ist. Vgl. Frederik Stjernfelt, *Diagrammatology. An Investigation on the Borderlines of Phenomenology, Ontology, and Semiotics*. Dordrecht 2007; aber innerhalb der semiotischen Forschung gibt es auch enger gefasste Rekonstruktionen, siehe etwa Michael H. G. Hoffmann, *Erkenntnisentwicklung. Ein semiotisch-pragmatischer Ansatz*. Frankfurt a. M. 2005.

¹⁹ Vgl. etwa Wöpking, *Raum und Wissen*. S. 13-26.

²⁰ So bei Stjernfelt, *Diagrammatology* oder Bauer/Ernst, *Diagrammatik*.

²¹ Vgl. zu Fernsehserien die schöne Arbeit von Daniela Wentz, *Bilderfolgen. Diagrammatologie der Fernsehserie*. Paderborn 2017; mit Blick auf ein dokumentarisches Format auch Christoph Ernst, „Thinking Wall und Diagramm. Die Pinnwand als Medium der Explikation am Beispiel der Fernsehserie ‚Metal Evolution‘“. In: Daniela Wentz et al. (Hgg.), *Bis auf Weiteres. Pinnwand und Serie (= Augenblick. Konstanzer Hefte zur Medienwissenschaft 68)*. Marburg 2017, S. 11-28.

Gegenstandsbereiche. Diesen Ansätzen fällt es schwer, über die sehr allgemeine Unterstellung, es werde ‚diagrammatisch‘ gedacht, hinauszugehen. Inwiefern eine Beschreibung eines Gegenstandes in Begriffen der Diagrammatik einen signifikanten Vorteil gegenüber alternativen Vokabularen bzw. etablierten Ansätzen einbringt, bleibt unklar und ist mitunter beliebig gegen andere Ansätze austauschbar. Solche Ansätze bleiben also die Antwort schuldig, was denn ohne eine Diagrammatik *nicht* zu erklären wäre; ›Diagramm‹ und ›Diagrammatik‹ werden zu Theoriebegriffen ohne Trennschärfe.

Im Laufe der Jahre wurde nun zunehmend deutlich, dass die Medientheorie im Hinblick auf das Verhältnis von engen und weiten Diagrammatik-Konzepten einiges zu sagen hat. Wie sich enge und weite Diagrammatik-Konzepte ausgestalten, hängt wesentlich davon ab, welche mediale Grundlage man für das jeweils veranschlagte ‚Diagramm‘ gegeben sieht. Wenn man ein Diagramm bereits als Funktionselement kognitiver Inferenzen betrachtet, die über die Semiose in Welt verstrickt sind, dann billigt man der Tatsache, dass die Bedeutung von Diagrammen aus einer Nutzung von Raum als bedeutungstragendem Medium hervorgeht, eine unwichtigere Rolle zu, als dann, wenn man das Diagramm als ein materiell verkörpertes, externalisiertes Objekt begreift, bei dem die räumliche Verfassung einer ‚Diagrammatizität‘ den entscheidenden Unterschied im Kontrast zu anderen Formen der Bedeutungskonstitution macht.²² Im ersten Fall ist es beispielsweise möglich, auch Prozesse der Bedeutungskonstitution von Literatur als ‚diagrammatisch‘ zu analysieren, *ohne* dies auf die spezifische „Schriftbildlichkeit“ oder anderweitig materialisierte Räumlichkeit der Medialität des Textes zu beziehen.²³ Das wäre im zweiten Fall unmöglich, geht man doch davon aus, dass die Medialität des Diagramms die entscheidende Voraussetzung für diejenigen Unterschiede sind, welche Diagramme als materiell verkörperte Raumdinge gegenüber anderen Formen von bedeutungstragenden Inskriptionen machen.²⁴

Diese medientheoretische Perspektive ist wichtig, weil sie auf die Relevanz der medialen Grundlagen für die Externalisierung und Visualisierung von Informationen hinweist – also für jenen Prozess der Semiotisierung, in dem sich Diagramme von anderen Zeichenformen unterscheiden. Gleichzeitig aber besteht die Gefahr, dass sich ein solches medientheoretisches Argument seinerseits in einer in diesem Forschungsfeld mitunter zu beobachtenden Reduktion auf das Materielle und das Technische verengt. Demgegenüber ist zum einen in Rechnung zu stellen, dass schon der Raum – und erst recht die Nutzung von Raum als Trägermedium für Informationen – keine Reduktion auf Materialität zulässt; Raum ist also immer

²² Vgl. z.B. Wöpping, *Raum und Wissen*. S. 18; Drucker, *Graphesis*. S. 66.

²³ Vgl. Sybille Krämer, „Operative Bildlichkeit. Von der ‚Grammatologie‘ zu einer ‚Diagrammatologie‘? Reflexionen über erkennendes ‚Sehen‘“. In: Martina Heßler/Dieter Mersch (Hgg.), *Logik des Bildlichen. Zur Kritik der ikonischen Vernunft*. Bielefeld 2009, S. 94-117; Sybille Krämer, „‚Schriftbildlichkeit‘ oder: Über eine (fast) vergessene Dimension der Schrift“. In: Sybille Krämer/Horst Bredekamp (Hgg.), *Bild, Schrift, Zahl*. München 2003, S. 157-176.

²⁴ Vgl. grundlegend aus philosophischer Perspektive etwa die Arbeit von Wöpping, *Raum und Wissen*. Vgl. zur Schnittstelle Diagramm, Materialität und Kunst auch Susanne Leeb (Hgg.), *Die Materialität der Diagramme*. Berlin 2012.

auch sozial, kulturell und kognitiv.²⁵ Zum anderen sind Diagramme solche Zeichen, die eine spezifische Art der Nutzung von Raum implizieren, die nicht identisch ist mit anderen Zeichen. An dieser Stelle führt kein Weg an der Semiotik von Charles S. Peirce vorbei, spezifiziert sie doch die Form der Diagramme als die einer bestimmten Form von ikonischem Zeichen, nämlich als solche ikonische Zeichen, welche die Relationen zwischen Elementen repräsentieren.²⁶ Im Sinne der Medientheorie auf die materiellen Grundlagen hinzuweisen macht deshalb vor allem dann Sinn, wenn es darum geht, über die empirische Realität der Bedingungen der medialen Verkörperung von Diagrammen eine Spezifizierung dessen zu erreichen, was als ‚diagrammatische‘ Denkleistung identifiziert werden soll. Ist dieses Argument zunächst ein Plädoyer für ein tendenziell engeres Diagrammatik-Konzept, so ist auch zu bedenken, dass der Witz der pragmatistischen Semiotik von Peirce darin besteht, dass etwas ‚diagrammatisch‘ zu ‚repräsentieren‘, bedeutet, es als *praktische* Art und Weise der Bezugnahme zu erklären. Die Repräsentation von Bedeutung ist praktisch verfasst, und genau hier kommen durch die Hintertür wieder weiter gefasste Diagrammatik-Konzepte ins Spiel. Kein Diagramm hat also für sich Bedeutung, sondern ist ein Teil der Gebrauchspraktiken von in Medien verkörpert Zeichen.²⁷ Wie kann man dies etwas deutlicher machen?

3. Diagrammatik, Kulturtechnik und visuelle Wissensproduktion

3.1 Die Kurve abflachen! – Zum Alltagswissen um Informationsvisualisierungen

Mit Beginn der Corona-Krise im Jahr 2020 fokussierte sich die Aufmerksamkeit der Welt auf eine interaktive Infografik, die als ein „Dashboard“ bezeichnet wird.²⁸ Die Website mit dem Titel *Coronavirus COVID-19 Global Cases by the Center for Systems Science and Engineering (CSSE) at Johns Hopkins University (JHU)* wurde weltweit rezipiert und bildete die Grundlage diverser visueller Aufbereitungen der Entwicklung in den deutschen Medien. Zur Visualisierung der globalen Dimension der Pandemie verwendete die Grafik eine zentral positionierte, skalierbare ‚Heat Map‘, in der rot die ›aktiven‹ Corona-Fälle pro Land repräsentiert und von den offiziellen Infektions-, Sterbe- und Genesungszahlen flankiert werden. Am rechten

²⁵ Diesen Punkt kann man am besten medienspezifisch illustrieren. Vgl. am Beispiel der Raumtheorie des Films etwa Regine Prange, „Zur Theoriegeschichte der filmischen Raumkonstruktion und ihrer Aktualität als Gegenstand einer historischen Bild- und Medienwissenschaft“. In: Henning Engelke/Ralf Michael Fischer/Regine Prange (Hgg.), *Film als Raumkunst. Historische Perspektiven und aktuelle Methoden*. Marburg 2012, S. 12-53.

²⁶ Vgl. Charles S. Peirce, *Phänomen und Logik der Zeichen*. Frankfurt a.M. 2005, S. 64.

²⁷ Ein zweifelsohne sehr weitgefasstes Diagrammatik-Konzept findet sich in Bauer/Ernst, *Diagrammatik*. Allerdings ist es ein Konzept, das seinen funktionalen Begriff von Diagramm indirekt aus unterschiedlichen Arten der praktischen Bezugnahme ableitet. Zwar wird dies nicht in praxistheoretischen Begriffen ausgearbeitet, sondern eher in Rezeptionsästhetischen und hermeneutischen, aber der Gedanke ist zu finden.

²⁸ Vgl. anwendungsorientiert Stephen Few, *Information Dashboard Design. The Effective Visual Communication of Data*. Sebastopol, CA 2006.

Rand befand sich für jedes Land die kritische und viel zitierte ‚Kurve‘, welche die Geschwindigkeit des Anstiegs der offiziellen Fallzahlen des jeweiligen Staates auswies.²⁹ Angesichts der Dynamik der Krise und ihrer immensen ökonomischen Folgen avancierte das Dashboard zu einem Symbol für ‚Datenpolitik‘ in der Corona-Krise, insbesondere hinsichtlich der Frage, welche Informationen missverständlich in dem Dashboard repräsentiert sind.³⁰

Dass derartige diagrammatische Visualisierungen zu „Kollektivsymbolen“ werden können, ist eine gesellschaftspolitische relevante Dimension der Diagrammatik.³¹ Die Visualisierung von Informationen, die aus der Analyse von Datensets unterschiedlicher Art gewonnen werden, gehört zu den Kernbereichen der Kommunikation. Aufzeigen lässt sich das auch an anderen zeitgenössischen Beispielen, etwa dem „Hockey-Stick-Graph“, der den Einfluss menschlicher Emissionen auf das Klima illustriert.³² Auch die für die Corona-Krise prägende Formulierung, die ‚Kurve abzuflachen‘ und das dazugehörige Diagramm, fallen in diese Kategorie. Doch in der Anreicherung von Diagrammen zu Symbolen der kollektiven Bezugnahme und Meinungsbildung steckt noch ein tiefergreifender Aspekt. Denn die symbolische Dimension von Diagrammen bringt in den Blick, dass es ein Alltagswissen um die Bedeutung von diagrammatischen Formen in ihrer ganzen Breite gibt – seien es Karten, Charts, Graphen etc. –, das gewissermaßen die unterschwellige Verankerung des Designs von Informationsvisualisierungen und den Interaktionsmöglichkeiten mit ihnen bildet. Dieses Alltagswissen besteht sowohl in den Bedeutungen, die man mit einer diagrammatischen Darstellung spontan assoziiert als auch in den Praktiken, mit denen man aus solchen Visualisierungen Schlüsse ableitet; es setzt also kein Spezialwissen um Statistik oder die Verfertigung von Informationsvisualisierungen voraus.

Für die Bedeutung von Diagrammen als „Grenzobjekten“, die von ganz unterschiedlichen Personenkreisen verstanden werden, ansonsten aber keinen Kon-

²⁹ Siehe auch <https://www.arcgis.com/apps/opsdashboard/index.html#/bda7594740fd40299423467b48e9ecf6> (Abruf am 09.02.2025).

³⁰ Vgl. auch meine kurze Stellungnahme in Christoph Ernst, „Die Kurve abflachen! – Über Informationsvisualisierung und die Corona-Pandemie“ (2020). (= <https://www.uni-bonn.de/neues/die-kurve-abflachen-2013-ueber-informationsvisualisierung-und-die-corona-pandemie/>, Abruf am 17.04.2020) Weitergeführt wurden Überlegungen aus dem vorliegenden Text in Christoph Ernst, „Futures of COVID-19 – Zukünfte in Daten- und Informationsvisualisierungen der Corona-Krise“. In: Arno Görgen/Tobias Eichinger/Eugen Pfister (Hgg.), *Superspreader. Popkultur und mediale Diskurse im Angesicht der Pandemie!!*. Bielefeld 2024, S. 71-82, hier S. 74. Zum Dashboard auch Elmar Sander, „Von Florence Nightingale zu ‚Flatten the Curve‘: Infografiken als epistemische Vermittler in epidemischen Zeiten.“ In: Arno Görgen/Tobias Eichinger/Eugen Pfister (Hgg.): *Superspreader. Popkultur und mediale Diskurse im Angesicht der Pandemie!!*, Bielefeld 2024, S. 55-70, hier S. 56-58.

³¹ Jürgen Link, *Normale Krisen? Normalismus und die Krise der Gegenwart (mit einem Blick auf Thilo Sarrazin)*. Konstanz 2013.

³² Vgl. Birgit Schneider, *Klimabilder. Eine Genealogie globaler Bildpolitiken von Klima und Klimawandel*. Berlin 2018, S. 183-192. Die symbolische Dimension von Diagrammen lässt sich auch historisch aufarbeiten, z.B. anhand der beeindruckenden Diagramm-Tradition des Mittelalters, in denen diagrammatische Strukturen ein Symbol für die Ordnung der Welt gewesen sind. Vgl. als Einblick in die neuere Fachforschung Timoty Leonardi/Marco Rainini (Hgg.), *Ordinare il mondo. Diagrammi e simboli nelle pergamene di Vercelli*, Mailand 2018.

sens unter diesen Personen erfordern,³³ ist dieses Alltagswissen elementar wichtig. Allerdings bringt es auch einen Begriff von Diagramm ins Spiel, der provokativ sein mag, wenn man ein Diagramm als etwas versteht, das von Formen wie Charts, Graphen oder Karten gattungstheoretisch abgegrenzt werden muss.³⁴ Vielmehr wird ein über die Semiotik begründeter Begriff von Diagramm veranschlagt, der aus zwei Bestandteilen besteht: Das Diagramm ist demnach funktional als eine Oberklasse von Zeichen bestimmt, die medial an raumbasierte Medien gebunden ist. Dabei handelt es sich in der Regel um zweidimensionale Visualisierungen, bei denen eine kognitiv-sinnliche Interaktion mit einer für diese Art der Repräsentation typischen, zeichenhaften Inskriptionen versehenen, materiellen Fläche stattfindet. Diese diagrammatische Repräsentation kann eher in Richtung eines klassischen „diagram proper“ tendieren, aber auch andere Formen wie Graphen, Karten oder Infografiken einschließen.³⁵ Entscheidend ist der epistemische Zweck. Die Art der praktischen Bezugnahme, in denen die Zeichen stehen, setzt eine Art der Repräsentation voraus, die man als ‚diagrammatisch‘ bezeichnet und die insbesondere auf einem Repräsentationsverhältnis struktureller Ähnlichkeit beruht.³⁶ Geht diese Definition über enge Diagrammatik-Konzepte zwar hinaus, so weitet sie den Diagramm-Begriff aber auch nicht zu einer kognitiven Kategorie aus (z.B. ‚Diagramm‘ als eine Form mentaler Repräsentation). Im Lichte der Bandbreite zwischen engen und weiten Diagrammatik-Begriffen zeichnet sich vielmehr eine Ebene ‚mittlerer‘ Reichweite ab.

Der Umstand, dass ein Alltagswissen um die Bedeutung diagrammatischer Zeichenhaftigkeit existiert und anhand von Informationsvisualisierungen expliziert werden kann, ergibt sich – als Indizienbeweis – aus der Tatsache, dass eine Formulierung wie ‚die Kurve abflachen‘ zum Symbol der Krise avancieren konnte, demonstriert diese Formulierung doch den Siegeszug von Informationsvisualisierungen in den Medien der alltäglichen Lebenswelt. Üblicherweise werden die alltäglichen Formen dieser Visualisierungen entlang der Materialität ihres Trägermediums in statische (Print), animierte (Film) und interaktive (Web) Formen der Informationsvisualisierung unterteilt.³⁷ Wichtiger als die mediale Vielfalt ist hier jedoch die praktische Handlungsimplication des Satzes. Sprachpragmatisch ist ‚Die Kurve abflachen‘ kein assertiver Sprechakt, der beschreibend etwas über die Welt

³³ Vgl. umfassend Susan Leigh Star, *Grenzobjekte und Medienforschung*. Hrsg. von Sebastian Gießmann und Nadine Taha, Bielefeld 2017.

³⁴ Um eine Infografik zu konstruieren ist es z.B. nötig zu wissen, wann es sinnvoll ist, einen bestimmten Diagrammtyp (Rose-, Sankey-, Kreis-, Balkendiagramm etc.) zu verwenden und wann eine Karte oder einen Chart. Vgl. die Übersichten in Tim Finke/Sebastian Manger/Sebastian Fichtel (Hgg.), *Information. Animated Infographics*. Berlin 2012, S. 92-93 und S. 137.

³⁵ Vgl. Michael May/Frederik Stjernfelt, „Measurement, Diagram, Art. Reflections on the Role of the Icon in Science and Aesthetics“. In: Morten Søndergaard/Peter Weibel (Hgg.), *Magnet. Thorbjørn Lausten's Visual System*. Heidelberg 2008, S. 53-73, hier S. 67.

³⁶ In der Semiotik bezeichnet man das als „operationale Ikonizität“, vgl. Stjernfelt, *Diagrammatology*. S. 90-105.

³⁷ So in Finke/Manger/Fichtel, *Information*. S. 21. In diesem Buch liegt der Fokus allerdings auf den animierten Infografiken. Vgl. auch Manovich, „What is Visualization?“. S. 2; Manovich, *Cultural Analytics*. S. 189.

feststellt (eine Feststellung), sondern ein direkter Sprechakt, der eine symbolische, an das Kollektiv gerichtete Handlungsaufforderung enthält.³⁸

Diese normative Implikation ist nur in Relation zur visuellen Repräsentation von Diagrammen der Corona-Krise zu verstehen.³⁹ Wer das Diagramm nicht gesehen und verstanden hat, in dem die ‚Kurve‘ die Kapazitäten des Gesundheitssystems überfordert, für den bleibt der Sprechakt unverständlich. Dieser Umstand bringt eine bei Peirce als entscheidend angesehene Dimension von Diagrammen ins Spiel: Zwischen den Relationen, die ein Diagramm repräsentiert, und den Praktiken und Handlungen der Lebenswelt besteht eine Beziehung.

3.2 Praktiken des Explizit-Machens

Die normative Legitimation des direktiven Sprechaktes ‚die Kurve abflachen‘ impliziert in dieser Hinsicht eine Inferenz im Modus ‚Wenn X dann Y‘, die im Diagramm sichtbar explizit gemacht ist. Die darauf aufbauende konditionale Aussage ‚Entweder es tritt Szenario A ein oder es tritt Szenario B ein‘ mündet dies in die situative Narrativierung ‚Keine Überforderung des Gesundheitssystems vs. Überforderung des Gesundheitssystems‘, die mit politischen Konnotationen angereichert wird – im Fall von ‚Keine Überforderung des Gesundheitssystems‘ etwa der Implikation, dass man keine ‚italienischen Verhältnisse‘ will etc.

Aus Sicht der Philosophie und ihrer Logik handelt es sich dabei um triviale Inferenzen. Aber es geht hier nicht um schlusslogische Komplexität oder Eleganz. Es geht darum, dass eine derartige alltägliche Logik nicht das minderwertige Abbild einer Idealsphäre der reinen Logik ist, sondern das praktische Fundament, aus dem sich auch die komplexeren logischen Fachsprachen erst entwickeln können. In Anlehnung an die Philosophie Robert Brandoms eröffnet dies die Möglichkeit,⁴⁰ die üblichen Funktionsbestimmungen von Diagrammen als ‚veranschaulichend‘, ‚illustrierend‘, ‚erklärend‘ bzw. ‚erläuternd‘ etc. dahingehend unter einer Gesamtperspektive zu bündeln, als sie in einem weit gefassten Sinn von Explikation als *explikative* Praktiken angesehen werden können. Mit Blick auf das Beispiel heißt das: Was im ‚Die Kurve abflachen‘-Diagramm an logischem Gehalt durch Visualisierung explizit – und damit bewusst – gemacht wird, ergänzt nicht nur eine

³⁸ Vgl. klassisch John R. Searle, *Ausdruck und Bedeutung. Untersuchungen zur Sprechakttheorie*. Frankfurt a.M. 1990, S. 17-50, hier S. 31-33.

³⁹ Dies verweist auf das weite Feld der Bildwissenschaft und Visual Culture-Forschung, allerdings wird in diesen Diskursen mitunter die lebensweltliche Bedeutung der Sprache (auch beim Umgang mit visuellen Medien aller Art) erheblich unterschätzt.

⁴⁰ ‚Anlehnung‘ heißt, dass die Formulierung durch Brandoms Grundgedanken inspiriert ist, aber nicht alle Aspekte seines beeindruckenden Gedankengebäudes ratifiziert und schon gar nicht reklamiert, auf dieser Ebene philosophischer Komplexität eine Aussage treffen zu wollen. Vgl. Robert B. Brandom, *Expressive Vernunft. Begründung, Repräsentation und diskursive Festlegung*. Frankfurt a.M. 2000; Robert B. Brandom, *Begründen und Begreifen. Eine Einführung in den Inferentialismus*. Darmstadt 2001. Siehe zu einer Rekonstruktion von Brandom hier auch Christoph Ernst, „Künstliche Intelligenz und pragmatisches Metavokabular. Vorbemerkungen zu einer medienphilosophischen Rezeption von Robert B. Brandom“. In: *Internationales Jahrbuch für Medienphilosophie*, 5 (2019), S. 137-156.

bestehende Informationslage, sondern produziert und strukturiert aktiv auch weitere darauf aufbauende Argumentationsketten.

Natürlich kann man sich auch mit dem Begriff der ‚Explikation‘ in zermürbende argumentative Auseinandersetzungen begeben, etwa dahingehend, dass das, was aus der Perspektive des Designs von Infografiken ‚explikativ‘ ist, etwas anderes ist, als das, was man philosophisch darunter versteht.⁴¹ Das gilt zumal bei Brandom, der den Begriff der Explikation aus der romantischen Tradition heraus als eine Variante von ‚Expression‘ versteht. Seine in den sprachphilosophischen Hauptarbeiten entwickelte inferenzielle bzw. holistische Semantik beruht allerdings – und darauf kommt es mir an – auf dem hier sehr anschlussfähigen Gedanken, dass der semantische Kern einer Bedeutung, also das, was die Sprechakttheorie den ‚propositionalen Gehalt‘ nennt, nicht als eine ‚Sache‘, sondern als ein ‚Tun‘ verstanden werden kann. Dieses Tun geht mit einem impliziten Wissen um diejenigen Schlussfolgerungen (Inferenzen) einher, die mit der Verwendung eines Begriffs innerhalb eines holistischen Ganzen anderer Begriffe verbunden sind. Aus diesem Grund ist eine Explikation in ihrer elementarsten Form eine Praxis des „Explizit-Machens“ der impliziten „inferentiellen Gliederung“ eines Begriffs – das heißt für Brandom, eines ‚Bewusstwerdens‘ des impliziten Wissens um diejenigen logischen Folgen, die sich aus dem Gebrauch eines Begriffs in Relation zu einer Menge anderer Begriffe ergeben. In seiner Minimalform ist explizites Wissen damit ein Wissen darum, worauf man sich durch die Verwendung eines Begriffs festlegt und zu was man durch den Gebrauch des Begriffs innerhalb einer Sprachgemeinschaft berechtigt ist.⁴²

Brandom zufolge sind auch spezifische (medien-)kulturell ausdifferenzierte Praktiken des Explizit-Machens diesem grundlagentheoretischen Verständnis von Explikation verpflichtet, Brandom sagt aber nichts zu ihnen. Zwei anschließende Fragerichtungen sind aus medienwissenschaftlicher Sicht deshalb besonders wichtig:⁴³ Erstens ist zu fragen, im welchem Verhältnis diese Art der Semantik der Sprache zur *nicht*-sprachlichen Logik steht, wie sie sich etwa in denjenigen logischen Relationen zeigt, die, folgt man den Erkenntnissen der Kognitionswissenschaft, über das körperliche In-der-Welt-Sein konstituiert werden (z.B. in Embodiment-Theorien).⁴⁴ Zweitens ist zu fragen, wie das Problem der medialen Differenzierung

⁴¹ Vgl. insb. Rudolf Carnap, *Induktive Logik und Wahrscheinlichkeit*. Wien 1959, S. 12-18. Vgl. auch Ernst, *Diagramme zwischen Metapher und Explikation*, S. 27-33.

⁴² Vgl. Brandom, *Begründen und Begreifen*. S. 9-66, hier S. 23. Vgl. auch die Auseinandersetzung mit Brandom in Ernst, *Diagramme zwischen Metapher und Explikation*, S. 51-57.

⁴³ Eine dritte Fragerichtung wäre die nach den Grenzen der Explizierbarkeit als solcher, also dem Nicht-Explizierbaren. Vgl. dazu Joachim Bromand/Guido Kreis (Hgg.), *Was sich nicht sagen lässt. Das Nicht-Begriffliche in Wissenschaft, Kunst und Religion*. Berlin 2010. Darin auch ein Beitrag von Sybille Krämer zur Diagrammatik.

⁴⁴ Vgl. Mark Johnson, *The Body in the Mind. The Bodily Basis of Meaning, Imagination, and Reason*. Chicago, IL & London 1987. In enger Anlehnung an Mark Johnson und George Lakoff auch Ernst, *Diagramme zwischen Metapher und Explikation*; in die gleiche Richtung mit punktuellen Verweisen auf Brandom auch Michael Tomasello, *Eine Naturgeschichte des menschlichen Denkens*. Berlin 2014. Generell schließt sich hier das Feld der sog. 4E-Theorien in der Kognitionswissenschaft an, in denen Kognition als „embodied“, „enacted“, „externalized“ und „embedded“ beschrieben wird.

spezifischer Praktiken von Explikation gelöst werden kann. Angesichts der Realität materiell-technischer Verkörperungen von Inskriptionen und den unterschiedlichen Modalitäten der kognitiv-sinnlichen Interaktion mit ihnen haben bestimmte Praktiken des Explizit-Machens, abhängig von Situation und Kontext, eine größere explikative Kraft, als andere Praktiken. Genau darum aber dreht sich die Diagrammatik-Forschung, wenn etwa die Tradition von Leonhard Euler, John Venn und Charles S. Peirce fortgeschrieben und das Potenzial raumbasierter Formen von logischer Notation im Kontrast zu linguistischen oder algebraischen Notationen erforscht wird.⁴⁵

Die Leistungen des Explizit-Machens, die man diagrammatischen Zeichen zusprechen kann, müssen als ein Teil medialer „Transkription“ verstanden werden, in denen die Umschreibung in unterschiedliche mediale Realisierungsformen auf die explikative Funktion Einfluss nimmt.⁴⁶ Für die daraus resultierende Spannung zwischen den sich wandelnden medialen und kulturellen Bedingungen von Explizit-Machen und der grundsätzlichen Fähigkeit, etwa durch kognitives „mapping“ aus einem visuell erfassten Sinnzusammenhang Schlussfolgerungen abzuleiten, hat insbesondere die anwendungsorientierte Forschung ein gutes Gespür.⁴⁷ Anwendungsorientierte Ansätze, etwa auf dem Feld der Informationsvisualisierung⁴⁸ oder des Interface- bzw. Interaction-Design,⁴⁹ verfügen über ein feines Sensorium und einen differenzierten Werkzeugkasten zur Gestaltung effektiver Formen des Explizit-Machens.⁵⁰ Insbesondere aber sind diese Ansätze sensibel für den Einfluss von medialem Wandel.⁵¹ Darauf lässt sich mit Blick auf die Frage nach der Bedeutung von Interfaces aufbauen.

Siehe einführend die entsprechenden Artikel in Achim Stephan/Sven Walter (Hgg.). *Handbuch Kognitionswissenschaft*. Stuttgart & Weimar 2013.

⁴⁵ Interessant wäre eine Aufarbeitung von Brandoms eigenen „Meaning-Use-Diagrams“, die er als Werkzeuge eines analytischen Pragmatismus versteht. Vgl. Robert B. Brandom, *Between Saying and Doing. Towards An Analytic Pragmatism*. Oxford [u. a.] 2008.

⁴⁶ Diese Transkriptionsprozesse zu beschreiben ist das Projekt der „Mediensemantik“ Ludwig Jägers. Vgl. etwa Ludwig Jäger, „Bezugnahmepraktiken. Skizze zur operativen Logik der Mediensemantik“. In: Gisela Fehrmann/Meike Adam/Ludwig Jäger (Hgg.), *Medienbewegungen. Praktiken der Bezugnahme*. Paderborn 2012, S. 13-42. Siehe ausführlich Ernst, *Diagramme zwischen Metapher und Explikation*, insb. S. 114-123. Siehe – allerdings unter Bezug auf Bruno Latour – auch die Bemerkung in Sybille Krämer, „Notationen, Schemata, Diagramme: Über ›Räumlichkeit‹ als Darstellungsprinzip. Sechs kommentierte Thesen“. In: Gabriele Brandstetter/Franck Hofman/Kirsten Maar (Hgg.): *Notationen und choreographisches Denken*. Freiburg 2009, S. 27-45, hier S. 37.

⁴⁷ Vgl. hier auch Manovich, „What is Visualization?“, S. 3 bzw. Manovich, *Cultural Analytics*, S. 189-190.

⁴⁸ Vgl. etwa Colin Ware, *Information Visualization. Perception for Design*. Amsterdam [u. a.] 2013; Torsten Stapelkamp, *Informationsvisualisierung. Web - Print - Signaletik. Erfolgreiches Informationsdesign: Leitsysteme, Wissensvermittlung und Informationsarchitektur*. Berlin & Heidelberg 2013.

⁴⁹ Vgl. Alan Cooper et al., *About Face. The Essentials of Interaction Design*. Indianapolis, IN 2014; Jenny Preece/Yvonne Rogers/Helen Sharp, *Interaction Design. Beyond Human-Computer Interaction*. Chichester 2015; siehe auch Murray, *Inventing the Medium*.

⁵⁰ Einen Ansatz, um Infografiken unter Rückgriff auf die Diagrammatik zu analysieren, bietet Lischheid, *Diagrammatik und Mediensymbolik*.

⁵¹ Besonders ist dies der Fall, wo sich die Ansätze mit Medienkunst verschränken. Vgl. etwa Manovich, „What is Visualization?“; Manovich, *Cultural Analytics*. S. 187-206.

3.3 Interfaces und Informationsvisualisierung

In der neueren medienwissenschaftlichen Interface-Forschung herrscht die Einschätzung vor, ein ‚Interface‘ sei nicht als ein statischer Gegenstand, sondern als ein Prozess, eine Relation und ein Effekt zu verstehen. Im Kontext der Diagrammatik ist dafür der Ansatz von Johanna Drucker einschlägig.⁵² Für Drucker ist ein Interface eine „mediating structure“, welche jeweils bestimmte „tasks“ und Verhaltensweisen ermöglicht und zugleich reguliert.⁵³ Über Interfaces werden in der Kultur Informationen zugänglich. Entsprechend sind auch die „graphical features“ eines Buches als Interface zu betrachten, bestehen sie doch ebenso wie zeitgenössische Interfaces aus „instructions for reading, navigation, access and use“.⁵⁴ Zu jeder Zeit gilt dabei: „the structure of an interface is information, not merely a means of access to it.“⁵⁵ Das Interface macht also nicht einfach nur ‚Informationen verfügbar‘, sondern die Verfügbarmachung erfolgt aus einer ‚informativen‘ Struktur heraus, die Möglichkeiten der Wahrnehmung, der Orientierung, des Zugangs und des Gebrauchs bietet. Davon abzugrenzen ist die Struktur der Informationen, zu denen das Interface einen Zugang eröffnet. Sie steht ihrerseits in einer Objektrelation, so etwa als modellierte Relation zu einer Menge an diskreten Daten. Repräsentiert also die Struktur der Information die Daten in einer bestimmten Weise, so etabliert die Struktur des Interfaces den Zugang zu dieser Repräsentation.

Drucker rückt das Verhältnis von Interfaces und Informationsvisualisierung damit in eine mediengeschichtliche Perspektive ein, die durch die ‚Evolution‘ von Sprache, Schrift, Buch, Fotografie, Film, Radio, Fernsehen bis hin zu Computern (als Medien) und dem Internet gekennzeichnet ist.⁵⁶ Diese Sichtweise hat zwei Vorteile: Erstens erlaubt sie es, überzeugend zu zeigen, dass die Interaktivität von Informationsvisualisierungen kein definierendes Merkmal der ‚digitalen Medien‘ ist; Interaktivität findet auf dem Zeitstrahl der Medien also nicht erst im Übergang von Fernsehen zum Computer statt.⁵⁷ Zweitens gelingt es Drucker, die drei

⁵² Mir ist bewusst, dass Drucker noch weitere Texte zum Thema vorgelegt hat. Im vorliegenden Kontext orientiere ich mich aber nur an der Monographie *Graphesis* aus dem Jahr 2014.

⁵³ Vgl. Drucker, *Graphesis*. S. 138-139.

⁵⁴ Ebd., S. 139. In prinzipiell vergleichbarer, aber etwas weiter gefasster Weise kann man ein Buch daher als ein „cultural interface“ bezeichnen. Vgl. Lev Manovich: *The Language of New Media*. Cambridge, MA & London 2001, S. 69-115.

⁵⁵ Drucker, *Graphesis*. S. 143.

⁵⁶ Siehe für eine derartige Perspektive auf die Mediengeschichte klassisch etwa Friedrich Kittler, „Geschichte der Kommunikationsmedien“. In: Jörg Huber/Alois Müller (Hgg.), *Raum und Verfahren*. Basel & Frankfurt a.M. 1993, S. 169-188; Brian Winston, *Media Technology and Society. A History from the Telegraph to the Internet*. London & New York, NY 1998. In den letzten Jahren ist die Kritik an derartigen Ansätzen gewachsen, siehe etwa Erhard Schüttelpelz, „Die medienanthropologische Kehre der Kulturtechniken“. In: Lorenz Engell/Joseph Vogl/Bernhard Siegert (Hgg.), *Kulturgeschichte als Mediengeschichte (oder vice versa?)*. Weimar 2006, S. 87-109.

⁵⁷ In dieser Perspektive dokumentieren z.B. Ansätze zu einem interaktiven Fernsehen in den späten 1980er- und frühen 1990er-Jahren den Umbruch hin zu einer neuen Ära der ‚digitalen‘ bzw. ‚interaktiven‘ Medien. Vgl. etwa Jens F. Jensen, „The Concept of ‚Interactivity‘ in ‚Interactive ›Television‹ and ›Interactive Media‹“. In: Jens F. Jensen/Cathy Toscan (Hgg.), *Interactive Television. TV of the Future or the Future of TV*. Aalborg 1999, S. 25-66.

grundlegenden medialen Repräsentationsformen von Informationsvisualisierungen, also Schrift/Buch (Print), Film/Fernsehen und digitale Medien (Web), gegeneinander zu gewichten. Während filmische Realisierungsformen für ihren Ansatz keine Bedeutung haben, zielt ihr Argument darauf, darzulegen, dass zeitgenössische Formen der Informationsvisualisierung, wie sie in webbasierten Formaten begegnen, in einer Kontinuität zu älteren Schrift- und Print-Formaten stehen.⁵⁸ Dass etwa – diesen Punkt betont Drucker sehr stark⁵⁹ – der Webdesigner Jesse James Garrett in einer in einschlägigen Kreisen berühmten Darstellung der „Elements of User Experience“ aus dem Jahr 2000 die Informationskultur des WWWs als Dualität zwischen dem „web as an information space“ und „as a task supporting environment“ auffasst,⁶⁰ also als Dualität zweier Strukturen, erscheint in dieser Hinsicht nur konsequent.

Allerdings handelt es sich bei dieser Prämisse Druckers insofern um eine medienhistorische Momentaufnahme, als das Verhältnis von diagrammatischer Informationsvisualisierung und Interfaces paradigmatisch an der in den späten 1990er-Jahren zu beobachtenden, rasanten Entwicklung von Websites im WWW festgemacht wird.⁶¹ Was die impliziten medientheoretischen Annahmen in Druckers Argument angeht, muss man deshalb stets auch beachten, dass sich diese medialen Bedingungen verändern können (und verändert haben). Wichtig wird diese Frage nach Medienwandel insbesondere hinsichtlich der pragmatistischen Grundierung von Druckers Ansatz.

3.4 Visuelle Wissensproduktion als Kulturtechnik

Drucker wertet das Verhältnis von Interface und Informationsvisualisierung als Ausdruck genereller Praktiken der „Visual Forms of Knowledge Production“. Als visuelle Formen der Wissensproduktion ist das Feld der Informationsvisualisierung ein Bündel aus Praktiken der Herstellung formaler Ordnung, die zwar dem medialen Wandel unterliegen, aber historisch konstant beobachtet werden können. Wichtige historische Kontexte wie z.B. das Auf- und Verzeichnen von Beobachtungen (im Sinne von Registrieren und Speichern) in der Zeitmessung und der Astronomie sind über viele Kulturen hinweg nachweisbar.⁶² Was bei Drucker damit als Gesamtheit der „Visual Forms of Knowledge Production“ bezeichnet wird, ist

⁵⁸ Der Film ist nach Drucker unbedeutend. Diese Abwertung des Films kann man allerdings kritisch sehen. Vgl. Ernst, *Diagramme zwischen Metapher und Explikation*. Siehe zu einer Diagrammatik des Bewegtbildes auch Wentz, *Bilderfolgen*.

⁵⁹ Vgl. Jesse James Garrett, „The Elements of User Experience“. (= <http://www.jjg.net/elements/pdf/elements.pdf>, Abruf am 27.04.2020); Jesse James Garrett, *Die Elemente der User Experience. Anwenderzentriertes (Web-)Design*. München 2012, hier S. 29.

⁶⁰ Drucker, *Graphesis*. S. 142-143.

⁶¹ Vgl. den aufschlussreichen historischen Überblick in Rob Ford, *Web Design. The Evolution of the Digital World 1990-Today*. Hrsg. von Julius Wiedemann, Köln 2019.

⁶² Vgl. Drucker, *Graphesis*. S. 64-137, hier S. 66-67. Vgl. zur Bedeutung der Sonnenuhr bereits Steffen Bogen, „Schattenriss und Sonnenuhr. Überlegungen zu einer kunsthistorischen Diagrammatik“. In: *Zeitschrift für Kunstgeschichte* 68, 2, 2005, S. 153-176.

nichts anderes als das, was in der deutschsprachigen Forschung seit ca. Anfang der 2000er-Jahre als „Kulturtechniken“ firmiert.⁶³

Der Querbezug zur Kulturtechnik-Forschung macht Druckers Herangehensweise auch programmatisch interessant, ging mit der Kulturtechnik-Forschung doch ursprünglich die Forderung einher, die Dominanz der lange vorherrschenden, stark literaturtheoretisch geprägten text- und diskurszentrierten Theorieparadigmen zu überwinden – ein Impuls, der in der Medienwissenschaft unter der Überschrift „Praxistheorie“ fortgeführt wurde.⁶⁴ Die zentrale Argumentationsfigur dieser Herangehensweise folgt dem Gedanken eines systematischen ‚Vorrangs der Praxis‘ und ist von Thomas Macho prominent so formuliert worden:

Kulturtechniken – wie Schreiben, Lesen, Malen, Rechnen, Musizieren – sind stets älter als die Begriffe, die aus ihnen generiert werden. Geschrieben wurde lange vor jedem Begriff der Schrift oder des Alphabets; Bilder und Statuen inspirierten erst nach Jahrtausenden einen Begriff des Bildes; bis heute kann gesungen und musiziert werden ohne Tonbegriffe oder Notensysteme. Auch das Zählen ist älter als die Zahl. Zwar haben die meisten bekannten Kulturen gezählt oder bestimmte Rechenoperationen durchgeführt; aber sie haben daraus nicht zwangsläufig einen Begriff der Zahl abgeleitet.⁶⁵

Auf Drucker hin gelesen bedeutet das, dass die von ihr untersuchten visuellen Formen der Wissensproduktion in ‚medialen Praktiken‘ am Werk sind, *bevor* sich spezifische explizite Begriffe ausdifferenzieren, etwa den Begriff des ‚Diagramms‘.⁶⁶ Setzt man voraus, dass die Kulturtechnik-Forschung wesentlich mitverantwortlich ist für das Entstehen einer kultur- und medienwissenschaftlichen Diagrammatik-Forschung,⁶⁷ lässt sich Druckers Ansatz somit sowohl als eine Form von Kulturtechnik-Forschung (und ihrer Prämissen) verstehen als auch mit der Diskussion um weit oder eng gefasste Diagrammatik-Konzepte verknüpfen. Für Drucker fällt

⁶³ „Kulturtechnik“ hier in der für die Diagrammatik einschlägigen Definition bei Sybille Krämer/Horst Bredekamp, „Kultur, Technik, Kulturtechnik: Wider die Diskursivierung der Kultur“. In: Sybille Krämer (Hgg.), *Bild, Schrift, Zahl*. München 2003, S. 11-22.

⁶⁴ Vgl. zur soziologischen Ausgangsdebatte programmatisch für die Medienwissenschaft zuletzt Sebastian Gießmann, „Elemente einer Praxistheorie der Medien“. In: *Zeitschrift für Medienwissenschaft* 19, 2, 2018, S. 95-109. Diese Forschungsrichtung weist theoretisch selbst wieder ihre eigenen Fallstricke und Defizite auf. Vgl. kritisch etwa Till A. Heilmann, „Zur Vorgängigkeit der Operationskette in der Medienwissenschaft und bei Leroi-Gourhan“. In: *Internationales Jahrbuch für Medienphilosophie* 2, 1, 2016, S. 7-29.

⁶⁵ Thomas Macho, „Zeit und Zahl. Kalender- und Zeitrechnung als Kulturtechniken“. In: Sybille Krämer/Horst Bredekamp (Hgg.), *Bild, Schrift, Zahl*. München 2003, S. 179-192, hier S. 179. Vgl. auch Ernst, *Diagramme zwischen Metapher und Explikation*, S. 51-57.

⁶⁶ Unterlaufen werden somit alle Ansätze, die „medienkomparatistisch“ von etablierten Grenzen ausdifferenzierter Medien (Buch, Film etc.) her argumentieren, also z.B. Debatten um Intermedialität oder dergleichen. Vgl. programmatisch Erhard Schüttelpelz/Sebastian Gießmann, „Medien der Kooperation. Überlegungen zum Forschungsstand“. In: *Navigationen. Zeitschrift für Medien- und Kulturwissenschaften* 15, 1, 2015, S. 7-54.

⁶⁷ Die Bedeutung von Sybille Krämers Arbeiten zur Schriftbildlichkeit für die deutschsprachige Diagrammatik-Forschung ist kaum zu überschätzen. Vgl. Krämer, „Schriftbildlichkeit“.

unter visuelle Wissensproduktion dabei alles, was sie als Prozess einer „Graphesis“ bezeichnet – und das ist die gesamte Menge der folgenden Forschungsgebiete:

1. „Knowledge and/as vision“, also die Frage, wie visuelle Repräsentationen „intellectual work“ unterstützen.
2. „Languages of Form“ als Studium der Systeme, in denen visuelle Formen kategorisiert wurden.
3. „Dynamics of form/universal principles of Design“ im Sinne der Anwendung dieser ‚Formensprachen‘ für die Gestaltung.
4. „Gestalt principles and tendencies“, also die Gestaltgesetze und ihre wahrnehmungspsychologischen Grundlagen.
5. „Basic variables“, wie sie durch die Semiotik aufgezeigt wurden (Ikon, Index, Symbol etc.).
6. „Understanding graphics and editing“ im Sinne von Techniken des „framing and reading“.
7. „Processing images“ als Feld der komputationalen bzw. computerbasierten Bildverarbeitung.
8. „Typology of graphic forms“ als Klassifikation bestehender graphischer Bildtypen.⁶⁸

Offenkundig ist das ein sehr breites Spektrum an wissenschaftlichen Disziplinen. Die Einordnung in das Feld ‚Diagrammatik‘ ist aber insofern gerechtfertigt, als der Begriff von ‚grafischem Bild‘, der bei Drucker veranschlagt wird, sich paradigmatisch auf „information graphics, interfaces, and other schematic formats, specifically in relation to humanistic problems of interpretation“ bezieht.⁶⁹ Verrechnet man an dieser Stelle den englischen Begriff ‚graphic‘ und den deutschen Begriff ‚Diagramm‘ dahingehend, dass man davon ausgeht, dass Druckers Begriff von ‚graphic‘ auf einer diagrammatischen Art der Bezugnahme beruht, dann stellt sich ihre Perspektive auf visuelle Formen der Wissensproduktion zwar nicht so breit dar, wie etwa kognitivistische Begriffe von Diagrammatik unterstellen, aber immer noch deutlich weiter, als es eng gefasste Konzepte von Diagrammatik je zulassen würden. Dementsprechend geht Drucker davon aus, dass der Grundtatbestand visueller Wissensgenerierung nicht auf eine bestimmte Gattung wie Diagramm, Chart, Graph, Karte, Infografik etc. reduziert werden kann.⁷⁰

⁶⁸ Die Liste findet sich bei Drucker, *Graphesis*. S. 20.

⁶⁹ Ebd., S. 17.

⁷⁰ Die in der anwendungsorientierten Literatur zu Infografiken oft vorzufindende Diskussion, ob nicht schon frühe Höhlenmalereien ‚Infografiken‘ seien, lässt sich somit gut einordnen, beruht sie doch auf einer Übergeneralisierung, in der vom Standpunkt der Kenntnis sehr viel neuerer Formen der visuellen Wissensproduktion auf eventuelle historische Kontinuitäten zurückgeschlossen wird. Ist eine derartige Einschätzung hinsichtlich der medialen und diskursiven Wurzeln neuerer Praktiken der Visualisierung quantitativer Daten im 18. Jahrhundert kulturhistorischer Unfug, bringt es aber immerhin die Ahnung zum Ausdruck, dass es auf Ebene von Praktiken tief zurückreichende Kontinuitäten gibt. Nicht Höhlenmalerei, sondern frühe Kalender und Sternenkarten werden somit zu den Vorläuferpraktiken der Diagrammatik. Vgl. z.B. Torsten Stapelkamp, *Informationsvisualisierung*. S. 32-129.

Genau dies aber macht es nötig, den medientheoretischen Argumentationsfaden wieder aufzugreifen und zu fragen, welche *Praktiken* mit visueller Wissensgenerierung assoziiert sind und wann für diese Praktiken ihre Medialität einen Unterschied macht. Drucker sieht den epistemischen Gewinn visueller Formen der Wissensproduktion darin, dass aus einer Visualisierung eine kreative Schlussfolgerung gezogen werden kann, die das bestehende Wissen erweitert. Damit wiederholt sie das zentrale Argument der Peirce'schen Diagrammatik und folgt Peirce unausgesprochen in der Bestimmung der Art und Weise, wie dieses Wissen zustande kommt. Entscheidend sind die praktischen Möglichkeiten der Rekonfiguration einer diagrammatischen Konfiguration.⁷¹

A basic distinction can be made between visualizations that are *representations* of information already known and those that are *knowledge generators* capable of creating new information through their use. Representations are static in relation to what they show and reference – a bar chart presenting statistics about voting patterns is a good example. Knowledge generators have a dynamic, open-ended relation to what they can provoke; for instance, a train time-table can be used to calculate any number of alternative itineraries.⁷²

Die Rekonfiguration einer diagrammatischen Konfiguration steckt in der Zuschreibung, „knowledge generators“ würden durch ihren Gebrauch neues Wissen erzeugen, was Drucker dahingehend präzisiert, dass diese Formen in einer „dynamic, open ended relation“ zu dem stehen, was sie an Einsicht auslösen können. In einem Zugfahrplan kann man viele alternative Verbindungen kalkulieren, wohingegen Repräsentationen statische Verhältnisse abbilden, z.B. eine Karte, die das Wahlverhalten zeigt. Ähnlich wie in anderen Ansätzen zur Diagrammatik ist „use“ allerdings ein ziemlich relativer Begriff und wird von Drucker teils eher kognitiv-mental verstanden, teils als eine Aktion, die als körperliche Praxis ‚hands-on‘ durchgeführt wird.⁷³ Vorausgesetzt, dass Druckers Prämisse korrekt ist und die Buchkultur und die Webkultur in einer Kontinuität zueinander zu stehen, ist dann implizit auch die Frage aufgeworfen, welchen Unterschied Interfaces in der Interaktion mit Visualisierungen machen. Dies führt auf das Terrain des guten alten Begriffs der ‚Interaktivität‘.

⁷¹ Vgl. zur Erweiterung von Wissen ausführlich Hoffmann, *Erkenntnisentwicklung*; vgl. zum Zusammenspiel von Konfiguration und Refiguration bereits Bauer/Ernst, *Diagrammatik*. S. 40-108. Diese Beobachtung liegt seit Peirce wohl den allermeisten Ansätzen zur Diagrammatik zugrunde, siehe etwa auch Krämer, *Figuration, Anschauung, Erkenntnis*. Die Unterscheidung wird auch diskutiert in Ernst, *Diagramme zwischen Metapher und Explikation*, S. 47-51.

⁷² Drucker, *Graphesis*. S. 65.

⁷³ Aus pragmatistischer Sicht, aber auch mit Blick auf die kognitionswissenschaftliche Forschung könnte man dies so präzisieren, dass man argumentiert, dass die eher mentale Seite die Abstraktion körperlicher Praktiken ist, also ganz auf Linie von Johnson, *The Body in the Mind*. Wenn auch nicht wirklich ausgearbeitet, ist diese körperlich-praktische Dimension auch schon erwähnt in Bauer/Ernst, *Diagrammatik*, hier S. 47: „Die für die Diagrammatik typische, *mediengestützte Interaktion von Gehirn, Auge, Hand und Schaubild* kennzeichnet einen wichtigen Teil der kultur- und medienwissenschaftlichen Erforschung der Diagrammatik“ (Hervorh. im Orig.).

In den 1980er- und 1990er-Jahren noch ein Schlüsselbegriff der Debatte um ‚Neue Medien‘, ist Interaktivität – ähnlich wie andere Begriffe dieser Ära (Multi-media, Cyberspace, Hypertext etc.) – inzwischen aus dem Vokabular der medientheoretischen Debatte weitestgehend verschwunden.⁷⁴ Eine Ursache für den theoretischen Ansehensverlust war die übergeneralisierte Einschätzung, Interaktivität als Differenzierungsmerkmal dezidiert ‚Neuer‘ Medien zu verstehen – ein Argument, das Druckers historischer Genealogie zwischen Buch und Web in die Karten spielt.⁷⁵ Geht es bei Interaktivität also um die Zuschreibung operativer kommunikativer Merkmale eines Mediendispositivs auf Grundlage seiner Interface-Elemente, liegt der Fall bei ‚Interaktion‘ allerdings deutlich anders.⁷⁶ Rudimentär gesagt, besteht die Abgrenzung zu ‚Interaktivität‘ darin, dass der Begriff der ‚Interaktion‘ einen größeren Geltungsumfang hat. Interaktion bezeichnet eine Gesamtheit kommunikativer Handlungen zwischen sozialen Akteuren (menschlich, nicht-menschlich) und kann sich dabei auch auf die Interaktion mit der materiellen Umwelt beziehen.⁷⁷ Im Grundsatz umfasst das ‚Interaction Design‘ zeitgenössischer Medien deshalb die vollständige Interaktion mit einem computerbasierten technischen System, mithin auch die Aspekte von Interaktion, die sich nicht auf das Interagieren mit einem ‚interaktiven‘ Interface-Element beschränken lassen.⁷⁸

Berührt ist damit die breite Debatte um die Theoretisierung von Mensch-Maschine-Relationen und ihre zeitgenössische medientheoretische Deutung,⁷⁹ die auch elementare Zusammenhänge medienwissenschaftlicher Praxistheorie adressiert.⁸⁰ So stößt man zunächst auf die *soziale* Komponente, dass ‚interaction‘ im Einklang mit dem Feld des User Experience Designs (UX-Design) gegenwärtig als Gesamtheit aller möglichen sozialen Interaktion mit einem Mediensystem gefasst

⁷⁴ Das heißt nicht, dass man den Begriff nicht beim Design von Informationsvisualisierungen sinnvoll verwenden kann. Vgl. etwa Wibke Weber/Michael Burmester/Ralph Tille (Hgg.), *Interaktive Infografiken*. Berlin & Heidelberg 2013.

⁷⁵ Eine Summe der Debatte zu Interaktivität in diesen Jahren bilden die Beiträge in Christoph Bieber/Claus Leggewie (Hgg.), *Interaktivität. Ein transdisziplinärer Schlüsselbegriff*. Frankfurt a.M. & New York, NY 2004.

⁷⁶ Diese Unterscheidung ist ebenso nahe liegend wie oft verwendet. Sie findet sich etwa in Jens F. Jensen, „The Concept of ‚Interactivity‘ in ‚Interactive Television‘ and ‚Interactive Media‘“. In: Jens F. Jensen/Cathy Toscan (Hgg.), *Interactive Television. TV of the Future or the Future of TV*. Aalborg 1999, S. 25-66.

⁷⁷ Vgl. zum symbolische Interaktionalismus S. Hans Joas/Wolfgang Knöbel, *Sozialtheorie. Zwanzig einführende Vorlesungen*. Frankfurt a.M. 2004, S. 183-219.

⁷⁸ Ein klassischer Gegensatz war in den 1990er-Jahren noch die Debatte um Fernsehen vs. interaktives Fernsehen. Vgl. Jens F. Jensen/Cathy Toscan (Hgg.), *Interactive Television. TV of the Future or the Future of TV*. Aalborg 1999.

⁷⁹ Siehe zu den medialen Voraussetzungen etwa Florian Sprenger/Christoph Engemann (Hgg.), *Internet der Dinge. Über smarte Objekte, intelligente Umgebungen und die technische Durchdringung der Welt*. Bielefeld 2015; mit Blick auf Interfaces auch Timo Kaerlein, *Smartphones als Nahkörpertechnologien. Zur Kybernetisierung des Alltags*. Bielefeld 2018.

⁸⁰ Vgl. zu Mensch-Maschine-Beziehungen mit unterschiedlichen Schwerpunkten etwa Kevin Liggi-eri/Oliver Müller (Hgg.), *Mensch-Maschine-Interaktion. Handbuch zu Geschichte – Kultur – Ethik*. Stuttgart 2019; Caja Thimm/Thomas C. Bächle (Hgg.), *Die Maschine: Freund oder Feind?* Wiesbaden 2019; siehe zur medientheoretischen Diskussion hier insbesondere die Debatte um Technik-Medien-Umwelt-Beziehungen, vgl. etwa Erich Hörl (Hgg.), *Die technologische Bedingung. Beiträge zur Beschreibung der technischen Welt*. Berlin 2011.

wird. Der Besitz eines Mediums bzw. der Zugang zu diesem Medium, ist ebenso relevant wie die Entschlussfassung, mit dem Medien etwas Spezifisches zu tun; die Phase des direkten Austauschs mit dem System – gedacht zudem noch als Interoperabilität verschiedener miteinander verbundener Geräte (z.B. Smartphone App und einem Terminal am Flughafen) – muss genauso berücksichtigt werden wie der Abschluss der Interaktion und die aus ihr resultierenden möglichen Folgeaktionen (z.B. ein Anruf beim Support).⁸¹ Diese Entwicklung aber ist stark von den *technischen* Veränderungen der Bedingungen von ‚Interaction‘ abhängig. Für die Diagrammatik wesentlich ist dabei insbesondere, dass sich im Kontext der Entwicklung von Natural User Interfaces und Tangible User Interfaces die kognitiven Modalitäten von der Hand-Auge-Koordination und darauf abgestimmter Interaktions-Konzepte auf Sprache, Gesten etc. erheblich ausgeweitet haben.⁸² Auch Drucker ist sich dieser möglichen Grenze ihres Ansatzes bewusst und bemerkt:

As new functionalities begin to emerge in the modular and data driven organization of interconnected corpora, the features that have to be structured into designs for use are also changing. True tactile user interface supports scale changes, diving and drilling, expansion and compression, in ways that the material substrate of paper could only hint at.⁸³

Mit der Veränderung des „material substrate“ verändern sich zwar nicht gleich die kognitiven Prinzipien einer diagrammatischen Epistemologie als solcher. Was sich aber sehr wohl ändert, sind die *soziotechnischen Bedingungen der Semantisierung von Raum*, inklusive der Interaktion von Körpern mit der materiellen Umwelt. Diese veränderte mediale Lage hat Konsequenzen für die Tatsache, dass das Erkenntnispotenzial von Informationsvisualisierungen in ihrem Gebrauch liegt.

Die Diagrammatik hat somit sowohl mit der Situation umzugehen, dass sich die über Interfaces gegebene Medialität von Informationsvisualisierung modal wandelt, etwa Interaktion über Gesten oder Haptik wichtiger werden, als auch mit dem Umstand, dass es neue Formen der Informationsvisualisierung gibt, die nicht als diagrammatische Elemente (Punkte, Linien etc.) auf einer zweidimensionalen Fläche repräsentiert werden, also durch nicht-bildliche (aber immer noch sichtbare) Modalitäten veranschaulichen. Bei diesen Formen des Explizit-Machens von Informationen sind unterschiedliche Ansätze auseinander zu halten: Grob lassen sich (a.) alternative Formen der Visualisierung von Informationen und (b.)

⁸¹ Vgl. das Schaubild bei Buurman/Vannotti, „Interaktionsdesign“, S. 135; vgl. zum UX-Design anwendungsorientiert Jens Jacobsen/Lorena Meyer, *Praxisbuch Usability & UX. Was jeder wissen sollte, der Websites und Apps entwickelt*. Bonn 2017; kritisch Rainer Mühlhoff, „Digitale Entmündigung und ‚User Experience Design‘. Wie digitale Geräte uns nudgen, tracken und zur Unwissenheit erziehen“. In: *Leviathan. Journal of Social Sciences* 46, 4, 2018, S. 551-574.

⁸² Vgl. Nishant Shah, „Interface“. In: Timon Beyes/Jörg Metelmann/Claus Pias (Hgg.), *Nach der Revolution. Ein Brevier digitaler Kulturen*. Berlin 2017, S. 152-160; Bernard Robben/Heidi Schelhowe (Hgg.), *Be-greifbare Interaktionen der allgegenwärtige Computer: Touchscreens, Wearables, Tangibles und Ubiquitous Computing*. Bielefeld 2012.

⁸³ Drucker, *Graphesis*. S. 168.

alternative Formen der Veranschaulichung von Informationen unterscheiden. Der Unterschied ist eher graduell und liegt auf der Ebene der Integration von Visualisierungen in die Dimensionalität des Raums: Im ersten Fall werden teils die materiellen Grundlagen, teils die semiotischen Darstellungsformen von Visualisierungen verändert, im Zentrum steht aber nach wie vor eine zweidimensionale Visualisierung. Im zweiten Fall wird durch neue Technologien der Erfahrungsraum von Visualisierungen durch andere Form der Nutzung von Umweltressourcen in Richtung dreidimensionaler Veranschaulichungen ausgeweitet; das Ziel ist eine Überwindung der zweidimensionalen Fläche.

War es über viele Jahre ein wesentliches Argument der Diagrammatik-Forschung, die Epistemologie zweidimensional verkörperter visueller Relationen gegen die Dominanz der Schriftkultur auszuspielen und Praktiken des ‚Explizit-Machens‘ über diesen visuellen Mehrwehrt von Diagrammen zu erklären, ist nun nicht mehr nur mit neuen Formen des visuellen Explizit-Machens zu rechnen, sondern auch mit Formen des Explizit-Machens jenseits des Registers des Visuellen und des Bildlichen.⁸⁴ Genau das aber war immer schon die Provokation eines weit gefassten Diagrammatik-Begriffs – dass nämlich von Diagrammatik die Rede sein kann, obwohl es nicht um Diagramme und die inferenziellen Praktiken des Umgangs mit ihnen ging. Wie stellt sich also die Situation dar?

4. Diagrammatik und neue Interface-Paradigmen

4.1 Der Medienwandel von Interfaces und Informationsvisualisierung

Was der mediale Unterschied zwischen der zweidimensionalen Ära der Graphical User Interfaces und einer neuen ‚Interfacekultur‘ der Natural User Interfaces und Tangible Interfaces sein soll, wird in einer schönen Illustration deutlich, die sich in einem Paper zu „Embedded Data Representations“ von Wesley Willett, Yvonne Jansen und Pierre Dragicevic findet.⁸⁵ Die Darstellung geht mit einem möglichen ‚Use Case‘ einher, in dem die Managerin eines Ladengeschäfts über Daten zu ihrer verkauften Ware und deren Ort im Geschäft verfügt und eine Optimierung der Anordnung der Waren im Laden erreichen will. Zunächst hat man es mit einer „non-situated visualization“ zu tun, die über ein Graphical User Interface, wie es für das (hier offensichtlich einem Apple iMac nachempfundenen) Desktop-

⁸⁴ Auf der übergeordneten Ebene medientheoretischer Leitmedien ist der Schritt von konstruktivistischen zu postkonstruktivistischen (praxistheoretischen) Annahmen als Übergang von Schrift zum Bild konzipiert und an der „Operativität“ (Sybille Krämer) visueller Formen festgemacht worden – mit der Diagrammatik im Zentrum. Inzwischen ist aber wohl von einer Phase nach dem ‚Iconic Turn‘ auszugehen. Vgl. im Kontext auch Christoph Ernst, „Von der Schrift zum Bild. Postkonstruktivistische Motive in der Diskussion um Medialität“. In: Joachim Renn/Christoph Ernst/Peter Isenböck (Hgg.), *Konstruktion und Geltung. Beiträge zu einer postkonstruktivistischen Sozial- und Medientheorie*. Wiesbaden 2012, S. 205-231.

⁸⁵ Vgl. Willett/Jansen/Dragicevic, „Embedded Data Representations“, S. 465.

Computing kennzeichnend ist, bearbeitet wird.⁸⁶ Die heute ebenfalls technisch durch mobile Medien realisierte „situated visualization“ geht einerseits dank der gestenbasierten Steuerung des Mediums und seines Interfaces über diese Situation hinaus, andererseits durch die Möglichkeit, sich frei am Ort des Geschehens zu bewegen. Allerdings gilt: „However, she still needs to explicitly make the connection between the data points she sees on her tablet and their corresponding referents on the shelves.“⁸⁷ Mit der ebenfalls durch mobile Medien gekennzeichneten „embedded visualization“ ist dann eine Stufe erreicht, die zwar derzeit technisch bereits gut beherrschbar ist, aber noch nicht im Massenmarkt. Das allerdings dürfte sich bald ändern, dringt Augmented Reality über die klassischen Mobile Media als Erweiterung von Smartphones oder Tablets, absehbar insbesondere über Wearables in den Alltag ein. In diesen Interaktions-Szenarien findet ein direkter Austausch zwischen dem Medium und den Objekten statt, und Informationen über diesen Austausch werden als Augmented Reality-Anwendung direkt vor Augen gestellt. Das vierte, eher in fernerer Zukunft liegende Paradigma wäre dann die „embedded physicalization“, in der man überhaupt nicht mehr an ein spezifisches Medium gebunden ist und stattdessen von einer Art ‚Non-Media-Centric Data Visualization‘ sprechen könnte.⁸⁸

Diese Formulierung darf man nicht missverstehen. Natürlich muss hier immer noch von Medialität und Zeichenhaftigkeit die Rede sein, schließlich findet Kommunikation statt. ‚Nicht-medien-zentriert‘ heißt nur, dass in der praktischen Interaktion zwischen dem menschlichen Körper und dem verkörperten Datenobjekt alle „indirections“⁸⁹, also alle zeiträumlichen Umwege, wegfallen sollen. Das Ziel ist die radikale „Depräsentation“ des User-Interfaces.⁹⁰ Die zugrunde liegende Medienutopie ist diese: „Physical artifacts will eventually become objects that can be computationally manipulated like pixels on a screen while maintaining their physical properties.“⁹¹ Objekte sollen wie Pixel auf einem Screen komputational manipulierbar sein, gleichzeitig aber ihre physikalischen Eigenschaften behalten. Gedacht wird also vor allem an eine Interaktionssituation der körperlichen Erfahrung.

Semiotisch geht es hier um eine Überlagerung des materiellen Zeichenträgers mit dem (unmittelbaren) Objekt,⁹² die – phänomenologisch gesagt – eine neue Form „artifizieller Präsenz“⁹³ hervorbringt, die eine Art ‚asemiotische‘ Dimension *explikativer Praxis* sein soll. Die oft betonte ‚intuitive Rationalität‘, die diagram-

⁸⁶ Vgl. Ebd.

⁸⁷ Ebd.

⁸⁸ Vgl. ebd. Siehe zum Anspruch der „non-media-centric media theory“ David Morley, „For a Materialist, Non-Media-centric Media Studies“. In: *Television & New Media* 10, 1, 2009, S. 114-116.

⁸⁹ Alexander et al., „Exploring the Challenges of Making Data Physical“. S. 2418.

⁹⁰ Vgl. dazu Marianne van den Boomen, *Transcoding the Digital. How Metaphors Matter in New Media*. Amsterdam 2014, S. 36-37; Jan Distelmeyer, „Depräsentieren: Auf der Suche nach der Gegenwart des Computers“. In: Ivo Ritzer/Harald Steinwender (Hgg.), *Politiken des Populären. Medien, Kultur, Wissenschaft*. Wiesbaden 2019, S. 55-74.

⁹¹ Alexander et. al., „Exploring the Challenges of Making Data Physical“. S. 2418.

⁹² Dies steht im Einklang mit der Bedeutung der Überblendung als epistemologischer Basisoperation von Diagrammatik. Vgl. Ernst, *Diagramme zwischen Metapher und Explikation*.

⁹³ Lambert Wiesing, *Artifizielle Präsenz. Studien zur Philosophie des Bildes*. Frankfurt a.M. 2005.

matischen Visualisierungen zugesprochen wird,⁹⁴ wird in eine ‚direkte‘ Erfahrung mit einer „computer-supported physical representation“ umgewandelt: Körperliche Indexikalität und eine durch maschinelles Lernen aus Daten abgeleitete Indexikalität kausaler Beziehungen koinzidieren auf eine artifizielle Kontiguität hin, deren Zielpunkt eine neue Form der *Direktheit explikativer Evidenz* ist. Erreicht werden soll eine Explikation von kausalen Relationen in Daten durch eine Erfahrung indexikalischer Kontiguität der Objekte in der Welt. Konzeptionell führt das in die Herausforderung der Ablösung einer ‚medienzentrierten‘ Objektrepräsentation durch ‚nicht-medienzentrierte‘ Interaktionen, die aber immer „computer-supported“ sind. Wie aber sind solche Explikationen im Rahmen einer „situated analytics“⁹⁵ mit der Diagrammatik verbunden? Dies führt zur Frage nach alternativen und neuen Formen der Visualisierung von Informationen.

4.2 „Direct Visualization“ und intermediäre Formen der Explikation

Lev Manovich hat derartige Formen unter dem Schlagwort einer „direct visualization“ diskutiert.⁹⁶ Die Ausgangsproblematik ist diese: Wie stellt sich das Erkenntnispotenzial, das durch die bekannten Visualisierungsformen von quantitativen Daten in der Printkultur im 18. und 19. Jahrhundert, also etwa durch Graphen, Diagramme, Charts und Karten, in der gegenwärtigen Interfacekultur dar?⁹⁷ Am Beispiel diverser Medienkunst-Projekte konstatiert Manovich, dass es im Kontrast zur bisherigen Tradition der Informationsvisualisierung notwendig sei, von den tradierten Methoden der Transkription von Daten in geometrische Formen abzuweichen und andere Verfahrensweisen zu berücksichtigen. Dazu fasst er das Prinzip dieser neueren Verfahren als „direct visualization“ bzw. „visualization without reduction“:

In direct visualization, the data is reorganized into a new visual representation that preserves its original form. Usually, this does involve some data transformation such as changing data size. For instance, text cloud reduces the size of text to a small number of most frequently used words. However, this is a reduction that is quantitative rather than qualitative. We don't substitute media objects by new objects (i.e. graphical primitives typically used in infovis), which only communicate selected properties of these objects (for instance, bars of different lengths representing word frequencies). My phrase

⁹⁴ So etwa der berühmten Karte von Napoleons Russland-Feldzug. Vgl. Sandra Rendgen, *The Minard system. The Complete Statistical Graphics of Charles-Joseph Minard*. New York, NY 2018, S. 154-157.

⁹⁵ Vgl. Bruce Thomas, et al. „Situated Analytics“. 2018, S. 185-220 (URL: <https://hal.inria.fr/hal-01947243>, Abruf am 02.05.2020).

⁹⁶ Ich beziehe mich hier insb. auf Manovich, „What is Visualization?“ aus dem Jahr 2010 bzw. den modifizierten Wiederabdruck 2020 in Manovich, *Cultural Analytics*. S. 187-206.

⁹⁷ Vgl. Michael Friendly/Daniel J. Denis, „Milestones in the History of Thematic Cartography, Statistical Graphics, and Data Visualization“.

„visualization without reduction“ refers to this preservation of a much richer set of properties of data objects when we create visualizations directly from them.⁹⁸

In direkter Visualisierung soll ein „much richer set of properties of data objects“ durch die Bewahrung der Form des Ausgangsobjektes (zu betonen ist: eines *Datenobjektes*, z.B. eines Films) visualisiert werden. Manovich wendet sich damit gegen das, was man – seiner Logik folgend – als Tradition einer ‚indirekten‘ Visualisierung beschreiben kann.⁹⁹

Dies betrifft die gesamte Tradition der Visualisierung von quantitativen Daten auf einer zweidimensionalen Fläche mittels der Transkription der Daten in die visuelle Logik spatialer Variablen und ihrer Relationen (nah-fern, klein-groß, dick-dünn etc.). Erlaubt diese Transkription in zweidimensional repräsentierte diagrammatische Zeichen eine Abstraktion, so geht damit eine Reduktion der qualitativen Eigenschaften der Form einher.¹⁰⁰ Was Manovich ins Auge fasst, entspricht Johanna Druckers Prämisse, dass die epistemische Kraft von diagrammatischen Visualisierungen im transkriptiven ‚mapping‘ in den Codes spatialer Variablen steckt und diese medienhistorisch in Abfolge von Print zu Webdesign realisiert worden sind.¹⁰¹ Ganz ähnlich wie Drucker geht nämlich auch Manovich davon aus, dass diese Tradition gewissermaßen eine Einheit bildet und insofern gegenüber dem Medienwandel, der sich seitdem vollzogen hat, relativ indifferent ist.¹⁰²

Von dieser Tradition weicht nun aber das, was Manovich als „direkte Visualisierung“ bzw. „Visualisierung ohne Reduktion“ beschreibt, zunehmend ab.¹⁰³ Ein einfaches Beispiel ist das Verhältnis von Raum und Informationsdichte. Für Manovich ist ein Buchindex eine einfache Form von direkter Visualisierung, weil die Bedeutung eines Begriffs aus dem Text des Buches im Index nicht durch eine diagrammatische Repräsentation im engeren Sinn dargestellt ist, sondern durch ‚direkte‘ Visualisierung der einfachen Menge an Tokens im Text.¹⁰⁴ Zwar ist es gewagt, von der Menge an Nennungen auf Bedeutung zu schließen,¹⁰⁵ aber das rudimentäre

⁹⁸ Manovich, „What is Visualization?“ S. 12; Manovich, *Cultural Analytics*. S. 198.

⁹⁹ Mit ‚indirekt‘ kann hier sowohl der Informationsgehalt eines Repräsentationsverhältnisses beschrieben werden, etwa in dem Sinn, dass ein Diagramm ‚direkter‘ bestimmte Informationen verfügbar macht, als die Sprache oder aber – wie bei Manovich – eher bildliche Formen der Visualisierung ‚direkter‘ als Diagramme sind. ‚Indirekt‘ kann aber auch, wie bereits kurz angedeutet, die physische Distanz zwischen Repräsentation und Referent meinen, also die räumliche und zeitliche Entfernung zum Bezugsobjekt. Manovich geht es vorwiegend um den ersten Fall, also die eher kognitiv definierte ‚Distanz‘ zwischen Bezugsobjekt und der Art und Weise der Visualisierung. Vgl. hier auch Willett/Jansen/Dragicovic, „Embedded Data Visualizations“. S. 466-467.

¹⁰⁰ Vgl. Manovich „What is Visualization?“ S. 6; Manovich, *Cultural Analytics*. S. 191-192.

¹⁰¹ Vgl. Manovich, „What is Visualization?“ S. 8; Manovich, *Cultural Analytics*, S. 193.

¹⁰² Vgl. Manovich, „What is Visualization?“ S. 13; Manovich, *Cultural Analytics*, S. 197-198.

¹⁰³ Kein Zufall ist dabei, dass Manovich dem Film eine größere Bedeutung zuspricht, als Drucker es tut. Das ist insofern kein Zufall, als der Film ein, interessanter Weise in der Infovis-Debatte mitunter übersehenes, aber paradigmatisches Vorläufermedium direkter Visualisierung ist.

¹⁰⁴ Vgl. Manovich, „What is Visualization?“ S. 14-15; Manovich, *Cultural Analytics*, S. 197-199.

¹⁰⁵ Auch ein nur zwei Mal verwendeter Begriff kann in einem Text einen bedeutsameren Zusammenhang repräsentieren, als ein zehn Mal verwendeter Begriff.

Beispiel macht klar, was Manovich sich vorstellt: Die Daten werden in einem Buchindex nicht in spatiale Variablen transkribiert und trotzdem erhält man ‚direkt‘ Informationen.¹⁰⁶ Diese ‚Direktheit‘ ist nicht semiotisch umcodiert, aber immer noch eine Nutzung des visuellen Raums, zumal eine, die Referenzen ermöglicht und insofern analytischen Wert hat. Aufbauend auf dem gleichen Prinzip beobachtet Manovich komplexere Beispiele. Insbesondere seine Diskussion des *Cinema Redux*-Projektes (2004) des Interaktions-Designers Brendan Daws lässt sich an dieser Stelle herausgreifen.¹⁰⁷ In diesem Projekt sind die Frames eines vollständigen Films gesampelt und verkleinert worden, was Daws als eine „visual distillation of an entire movie“ bezeichnet.

Jeder Minute des Films entspricht dabei eine Reihe in der Visualisierung. Manovichs Diskussion dieses Beispiels hebt nicht nur darauf ab, dass diese Visualisierung dem Grundprinzip des Buchindexes entspricht, sondern er betont auch, dass sie ein idealer Kompromiss zwischen der eigentlichen ästhetischen Erfahrung der Rezeption des Films und einer informativen Abstraktion sei.¹⁰⁸ Die Daten des Films werden also in direkter Visualisierung nicht in eine andere semiotische Formensprache umcodiert. Vielmehr wird durch modulierende Variation der Daten die Wahrnehmung des Films verändert. Dadurch entsteht ein Informationseffekt, der intermediär zwischen der eigentlichen Rezeption des Films, in der die materielle Frame-by-Frame-Verfassung des Films nicht wahrgenommen wird, und einer vollständig umcodierten Form, also z.B. der Transkription des Films auf einem Storyboard oder gar in algebraisch-diagrammatischer Form als Quantifizierung in Informationsgrafiken oder anderen Medien der ‚Digital Humanities‘, situiert ist. An diesem medienästhetischen Argument ist medientheoretisch wichtig, dass diese intermediäre Epistemologie nicht durch ein eventuelles ‚neues‘ statisches Symbolsystem, sondern durch die praktisch-dynamische Modulation der Daten erzeugt wird, etwa durch Praktiken des Näherheranzoomens und wieder Herauszoomens. Manovich schreibt:

Previously infovis designers mapped data into new diagrammatic representation consisting from graphical primitives. This was the default practice. With computers, a designer can select any value on the ‚original data‘ / abstract representation dimension. In other words, a designer can now chose [sic!] to use graphical primitives, or the original images exactly as they are, or any format in between. Thus, while the project’s title refers to the idea of reduction, in the historical content [sic!] of earlier infovis practice it can be actually understood as expansion – i.e. expanding typical graphical primitives (points, rectangles, etc.) into the actual data objects (film frames).¹⁰⁹

¹⁰⁶ Manovichs Ansatz ist auch hinsichtlich seiner Betonung von ‚Direktheit‘ interessant, verblasst hier allerdings schnell gegenüber fundierten Diskussionen dieses kognitionspsychologischen Begriffs in der Diagrammatik. Vgl. Wöpking, *Raum und Wissen*. insb. S. 34-35.

¹⁰⁷ Vgl. Brendan Daws, „Cinema Redux. Creating a Visual Fingerprint for a Movie“. 2004. (= <http://brendandawes.com/projects/cinemaredux>, Abruf am 01.05.2020).

¹⁰⁸ Vgl. Manovich, „What is Visualization?“ S. 16; Manovich, *Cultural Analytics*. S. 199-202.

¹⁰⁹ Manovich, „What is Visualization?“, S. 16-17; vgl. Manovich, *Cultural Analytics*, S. 199-200.

Unter dem Strich heißt das: Neue softwaregestützte Möglichkeiten der Modulation von Daten führen zu neuen Möglichkeiten der Visualisierung von Daten.¹¹⁰ Die Bedeutung diagrammatischer Abstraktion im Sinne einer Umcodierung in spatiale Variablen nimmt dabei konstant ab. Nicht mehr primär auf ein „spatial arrangement of elements“ zurückzugreifen ist insbesondere dann von Bedeutung, wenn es nicht nur um die Bewahrung, sondern auch um die Explikation von temporalen Informationen geht: Filmbilder etwa können in ihrem zeitlichen Verlauf studiert werden:

While we consciously or unconsciously notice many of these patterns during watching / reading / interacting with the work, projecting time into space – laying out movie frames, book sentences, magazine pages in a single image – gives us new possibilities to study these artifacts. Thus, space plays a crucial role in direct visualization after all: *it allows us to see patterns between media elements that are normally separated by time.*¹¹¹

Die impliziten Gestaltungsmuster des als „Bewegungs- und Zeitbild“ (Gilles Deleuze) wahrgenommenen Films werden durch Modulationen auf Ebenen wie Auflösung, Zoom oder Komprimierung explizit gemacht. Auch *Cinema Redux* ist eine Explikation. Die Filmwahrnehmung kann üblicherweise einzelne Frames nicht unterscheiden und implizite Gestaltungsmuster des Films stehen im Fokus. Weil diese Art der direkten Visualisierung aber nicht auf einer Umcodierung in ein anderes Zeichensystem beruht, das eine Übertragung in spatiale Variablen voraussetzt, unterläuft Manovich eine wesentliche Prämisse eng gefasster Begriffe von Diagrammatik. Die Frage ist dann aber: Ist direkte Visualisierung deshalb auch nicht ‚diagrammatisch‘ im Sinne eines weiter gefassten Begriffs?

4.3 „Data Physicalizations“ und „Thinking Actions“

Ein Beispiel für alternative und neue Formen der Modellierung von Informationen findet sich in Diskursen der Human-Computer-Interaction. Ein Forschungsstrang befasst sich mit Konzepten zur sogenannten „Data Physicalization“. Die Grundidee ist Manovichs direkter Visualisierung nicht unähnlich. Angestrebt wird eine neue Nutzung von Raum, die allerdings stärker von der direkten Interaktion mit dem Objekt im Raum ausgehend gedacht wird. Typischerweise definiert man Informationsvisualisierung in der Fachdebatte der Human Computer Interaction so: „The field of information visualization investigates graphical data representations that reinforce human cognition and help us in detecting causal relationships

¹¹⁰ Vgl. dazu Lev Manovich, *Software Takes Command. Extending the Language of New Media*. New York, NY [u. a.] 2013.

¹¹¹ Manovich, „What is Visualization?“ S. 21; vgl. Manovich, *Cultural Analytics*. S. 203.

between data.“¹¹² In Ergänzung dazu findet sich eine Diskussion um die Möglichkeiten, die sich aus den gegebenen bzw. nahzukünftigen Möglichkeiten von Augmented Reality, Mixed Reality und Virtual Reality im Zusammenspiel mit Natural User Interface und Tangible User Interfaces für die Informationsvisualisierung ergeben.¹¹³

In einer ersten Bestimmung versteht man unter Datenphysikalisierungen dabei das Folgende: „Physical data visualizations, or data physicalizations, are ‚artifacts whose geometry or material properties encode data‘ designed to better support ‚cognition, communication, learning, problem solving, and decision making‘.“¹¹⁴ Steht bei traditionellen Informationsvisualisierung die graphische Repräsentation von Verhältnissen, die sich aus Daten herauslesen lassen, im Vordergrund, so geht es jetzt um eine situierte physikalische Modellierung dieser Verhältnisse. Geht man von neuen technologischen Möglichkeiten der Präsentation und Zugänglichmachung durch neue Formen von Interfaces aus, soll die in allen Informations- und Datenvisualisierungen angestrebte ‚Verstärkung‘ von schlussfolgerndem Denken nunmehr durch eine immersiv-holistische Echtzeit-Interaktion realisiert werden. Dient die klassische Datenvisualisierung etwa der Suche nach Kausalitäten in Daten, so wird diese nun durch die Dimension der Erfahrbarmachung von Kausalität ergänzt und erweitert.

Im Unterschied zu Manovichs Begriff der direkten Visualisierung zielt die Datenphysikalisierung dabei allerdings nicht auf eine Überwindung von Prinzipien der Veranschaulichung mittels spatialer Variablen. Vergleichbar der auch bei Johanna Drucker erhobenen Forderung nach einem „humanistic design“ von zukünftigen Informationsvisualisierungen wird die Veränderung der medialen Bedingungen der geometrisch-diagrammatischen Tradition ernst genommen.¹¹⁵ Dabei berühren diese neueren Entwicklungen eine Seite von Diagrammatik, die in der Forschung zwar immer schon enthalten war, allerdings unter der Ägide der stark bildwissenschaftlich geprägten Ansätze der letzten Jahre nur selten beachtet

¹¹² Reinout Roels/Yves Baeten/Beat Signer, „Interactive and Narrative Data Visualisation for Presentation-based Knowledge Transfer“. In: *Communications in Computer and Information Science* 739, 2017, S. 1-22, hier S. 1.

¹¹³ Siehe zu Augmented Reality, Mixed Reality und Virtual Reality überblickend Samuel Greengard, *Virtual Reality*. Cambridge, MA & London 2019. Zur Beziehung zur Informationsvisualisierung und Datenphysikalisierung siehe Thomas, „Situated Analytics“. Mit Blick auf die Datenphysikalisierung selbst beziehe ich mich hier auf Jason Alexander et al., „Exploring the Challenges of Making Data Physical“. [CHI'15 Extended Abstracts, Apr 18-23, 2015, Seoul, Republic of Korea], 2015, S. 2417-2420 (= <https://dl.acm.org/citation.cfm?doid=2702613.2702659>, Abruf am 09.02.2025); Yvonne Jansen et al., „Opportunities and Challenges for Data Physicalization“. [CHI 2015, Crossings, Seoul, Korea], 2015, S. 3227-3236 (= <https://dl.acm.org/citation.cfm?doid=2702123.2702180>, Abruf am 09.02.2025); Saiganesh Swaminathan et al., „Supporting the design and fabrication of physical visualizations.“ [3D Printing and Fabrication CHI 2014], 2014, S. 3845-3854. (URL: <https://dl.acm.org/citation.cfm?doid=2556288.2557310>, Abruf am 09.02.2025); Faisal Taher et al., „Investigating the Use of a Dynamic Physical Bar Chart for Data Exploration and Presentation“. In: *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics* 23, 1, S. 451-460.

¹¹⁴ Taher et al., „Investigating the Use of a Dynamic Physical Bar Chart“. S. 451.

¹¹⁵ Vgl. Drucker, *Graphesis*. S. 176-179.

Diese Drehscheiben existierten in zwei Formen: Überliefert sind sie primär als in gedruckte Bücher integrierte Erweiterungen zweidimensionaler Skizzen ins Dreidimensionale. Es gab aber auch aus Holz und anderen Materialien gefertigte freistehende Modelle.¹²⁰ In der einschlägigen Forschung ist es dabei durchaus umstritten, ob diese Modelle eher pädagogisch dem „teaching“ gedient hätten oder wirklich der epistemologischen „calculation“. ¹²¹ In Büchern teilweise als Bausätze zum Ausschneiden enthalten, boten Volvellen die Möglichkeit, Konstellationen in einem Modell händisch durchzuspielen und ein Ergebnis zu prozessieren,¹²² was diesen Modellen den falschen Ruf eingebracht hat, „analoge Computer“ zu sein.¹²³ Dennoch: Dass die Metapher des ‚Computers‘ verfängt, hat mit der Analogie zu automatisch prozessierten Operationen zu tun. In diesem Fahrwasser bemerkt auch Drucker zur Epistemologie derartiger „Knowledge Generators“, dass ihre Erkenntniskraft in der schnellen Möglichkeit der Herstellung einer bestimmten Kombination oder Kalkulation aus einem fixen Set an Daten besteht:

The outcome is determined by a set of operations, but the result is a product, generated through the combination of spatial organization and a set of rules for its use. Many instruments for the calculation of times of day, position on the globe, navigation, are knowledge generators. They are taking a fixed set of values and allowing them to be recombined for different uses and purposes. The spatial organization supports the combinations or calculations that produce the result. The values do not change, and no new information goes into the system in the process of computation, though results are arrived at through the mechanical, dynamic operation of their elements.¹²⁴

Natürlich sind derartige Modelle nicht mit zeitgenössischen computerbasierten Medien zu vergleichen. Der größte Unterschied ist wohl die Beziehung zu Daten. Daten werden heute konstant und dynamisch in Relation zu Aktionen generiert, wobei sich die Datenlage beständig weiterentwickelt. Davon kann in diesen Beispielen keine Rede sein. Was allerdings an dieser Stelle bemerkenswert ist, sind die Parallelen zur händischen Nutzung derartiger Modelle auf Ebene der körperlichen Interaktion, also auf Ebene der Gestaltung des *User Interfaces* selbst. Eine schöne Analogie lässt sich dabei zwischen einer berühmten Illustration der händischen Nutzung von Fäden über einer Karte aus Peter Apians *Cosmographica* und einem zeitgenössischen Prototyp für Datenphysikalisierung erkennen.

¹²⁰ Vgl. Kanas, *Star Maps*. S. 235.

¹²¹ Vgl. dazu auch die schöne Arbeit von Depner, *Zur Gestaltung von Philosophie*.

¹²² Vgl. hier auch die Diskussion der Fallstudie zum Bausatz *Kant für die Hand* in ebd., S. 218-241.

¹²³ Vgl. Kanas, *Star Maps*. S. 234.

¹²⁴ Drucker, *Graphesis*. S. 105-106, vgl. auch S. 88.



Abb. 2: Früher Scatterplot bei Peter Apian?¹²⁵

Edward Tufte hat diese Darstellung bei Peter Apian als Vorwegnahme eines bivariaten Scatterplots gedeutet und damit direkt in die Tradition der gegenwärtiger Datenvisualisierung gestellt.¹²⁶ Damit allerdings ist eine Analogie zu einer zweidimensionalen Repräsentation gebildet, die von denjenigen Interface-Elementen in der Darstellung bei Apian absieht, auf die es bei dreidimensionalen Modellen besonders ankommt: den Händen. Genau diese dreidimensionalen Interface-Elemente kommen in einem Prototyp einer zeitgenössischen Datenphysikalisierung wieder ins Spiel, und zwar als zweidimensionale Steuerelemente einer durch dreidimensionale Balken repräsentierten Menge an Daten.¹²⁷

¹²⁵ Bildquelle: Screenshot von Petri Apiani, *Cosmographia*. Antverpiae [Antwerpen] 1564 (URL: <https://archive.org/details/cosmographiaapia00apia/page/n59/mode/2up>, Abruf am 09.02.2025), S. 59.

¹²⁶ Vgl. Tufte, *The Visual Display of Quantitative Information*, S. 22.

¹²⁷ Vgl. Taher et al., „Investigating the Use of a Dynamic Physical Bar Chart“, S. 451. Bildquelle: EMERGE Capabilities Demonstration (<https://www.youtube.com/watch?v=xA4jOWCHO8I>, Abruf am 09.02.2025).

Ein entsprechender Prototyp, der als „Physical Dynamik Bar Chart“ bezeichnet und unter anderem in einem Paper von Feisal Taher et al. diskutiert wird,¹²⁸ ist in gewisser Weise kurios, aber man sollte ihn als das nehmen, was er ist: eine Konzeptstudie aus der Human Computer Interaction, deren Erkenntnisziel im vorliegenden Kontext interessant ist. Das System erlaubt die Manipulation von dreidimensionalen Balken (in Analogie zum Balkendiagramm), die über vier graphische Interfaces an den Seiten mit bestimmten Werten assoziiert werden können. Die Probanden der Studie bekamen die Aufgabe, aus diesen Datenwerten unter Benutzung des Interfaces eigenständig Korrelationen in den Daten zu visualisieren und diese dann auch mit Hilfe des Interfaces zu präsentieren. Was die medientechnische Seite des Interfaces angeht, wird diese Beobachtung der Interaktion mit physischen 3D-Objekten ausdrücklich als Mehrwert gegenüber zweidimensionalen Touchscreens gewertet: „Dynamic physicalizations provide the ability to go beyond the touch-screen and introduce tangible controls.“¹²⁹ Somit bildet sich in dem Paper sehr schön der Megatrend ab, den Übergang von zweidimensionalen Graphical User Interfaces in Richtung Natural User Interfaces und Tangible User Interfaces, speziell im Kontext von Augmented Reality und Mixed Reality-Anwendungen, für explikative Praktiken gestalten zu müssen.

Ein spezifischer Fokus der Studie lag dabei auf der Analyse des Verhältnisses zwischen den vordefinierten Interaktionen des Systems wie etwa dem Hervorheben oder dem Verbergen von Balken, ihrer Neuordnung oder der Möglichkeit, vorherige Zustände mittels eines „Snapshots“ zu speichern und dann in eine Sequenz mit weiteren Zuständen zu stellen.¹³⁰ Was dabei, folgt man dem Paper, insbesondere relevant war, sind sogenannte „Thinking Actions“, also ‚Denk-Aktionen‘, die von den Usern in Relation zu diesen vordefinierten Interaktionsmöglichkeiten ausgeführt wurden, wobei insbesondere die Hände verwendet wurden. Als Ergebnis wird dabei festgehalten, dass die Bedeutung von Handbewegungen unterschiedlicher Art nicht nur während der Präsentation der Ergebnisse, sondern vor allem während der Exploration sehr groß war.¹³¹ Die eigentlich entscheidende Frage aber bleibt offen: „It remains an open question as to whether body movements are correlated with better insights from the data, if they allow participants to read data more accurately, or if they compensate for occlusion.“¹³²

¹²⁸ Taher et al., „Investigating the Use of a Dynamic Physical Bar Chart“. Siehe für ähnliche Ideen Alexander et. al., „Exploring the Challenges of Making Data Physical“. Die Herstellung dieser Modelle wird diskutiert in Swaminathan et al., „Supporting the design and fabrication of physical visualizations“.

¹²⁹ Taher et al., „Investigating the Use of a Dynamic Physical Bar Chart“, S. 459.

¹³⁰ Vgl. ebd., S. 452.

¹³¹ Vgl. ebd., S. 459.

¹³² Ebd.

4.4 „Thinking in Action“ und „Spraction“

Über die letzten Jahre waren die Debatten um Diagrammatik immer auch Befragungen der Philosophiegeschichte auf ihre verborgenen diagrammatischen Anteile hin. Was mit der Peirce-Forschung begann,¹³³ ist über die Jahre programmatisch ausgeweitet worden, am prominentesten in der „Diagrammatologie“ Sybille Krämers.¹³⁴ Die Leitmetapher dieser philosophisch inspirierten Debatten war eine Rhetorik des ‚Denkens‘, so etwa des „Denkbildes“.¹³⁵ Diese Rhetorik verdankte sich dem Impuls, der textzentrierten Philosophiegeschichte ihre visuellen Anteile nachzuweisen oder medienphilosophisch den visuellen Formenbildungen in Medien selbst ein epistemisches Potenzial zuzusprechen. Was jedoch hier nun als „Thinking Actions“ erscheint, ist etwas anders gelagert und lohnt den näheren Blick.

Wenngleich der Bezug bei Taher et al. nicht weiter explizit gemacht wird, dürfte die Rede von „Thinking Actions“ in der Human Computer Interaction durch die kognitionspsychologische Diagrammatik von Barbara Tversky beeinflusst sein, die auch für die Debatte der Diagrammatik in den ‚Humanities‘ wichtige Einsichten bereithält. Die Bedeutung von Tverskys Ansatz ergibt sich dabei weniger daraus, dass sie philosophische und kulturwissenschaftliche Forschung zur Diagrammatik zur Kenntnis nimmt. Vielmehr entwickelt Tversky eine Diagrammatik, deren Ziel das Erklären der Funktion und Bedeutung von körperlichen Gesten für das menschliche Denken ist¹³⁶ – aufbauend auf einem weiten Diagramm-Begriff, der neben Diagrammen, Karten, Skizzen, Graphen auch andere zwei- und dreidimensionale räumliche Anordnungen umfasst. Studiert man Diagramme, so Tversky, dann bekommt man einerseits einen Einblick „into the structure of the thought that generated them“, gewinnt andererseits aber auch ein Verständnis für die „correspondences between thought and the visual-spatial expressions of thought“.¹³⁷ Diagrammatik ist für Tversky deshalb eine Theorie des menschlichen Denkens, wobei ‚Denken‘ explizites schlussfolgerndes Denken ist. Dieses Denken wiederum ist nach Tversky in externalisierten Praktiken und Zeichenhandlungen realisiert, in denen mit materiellen Raumanordnungen interagiert wird.¹³⁸

¹³³ Vgl. Franz Engel/Moritz Queisner/Tullio Viola (Hgg.), *Das bildnerische Denken: Charles S. Peirce*. Berlin 2012.

¹³⁴ Die reflexive Selbstbefragung der Philosophiegeschichte gehört seit Anfang zur Diagrammatik, siehe Gehring et. al., *Diagrammatik und Philosophie*. Neben den Arbeiten von Sybille Krämer sei hier – im deutschen Sprachraum – auch hingewiesen auf Depner, *Zur Gestaltung von Philosophie* oder André Reichert, *Diagrammatik des Denkens. Descartes und Deleuze*. Bielefeld 2013.

¹³⁵ Vgl. Wentz, *Diagrammatologie der Fernsehserie*. hier S. 111; vgl. auch Ernst, *Diagramme zwischen Metapher und Explikation*.

¹³⁶ Vgl. Barbara Tversky, „The Cognitive Design of Tools of Thought“, in: *Review of Philosophy and Psychology* 6, 2015, S. 99-116; Tversky, Barbara, „Thinking in Action“. In: *Pragmatics & Cognition* 22, 2, 2015, S. 206-223; Barbara Tversky, „Visualizing Thought“. In: *Topics in Cognitive Science* 3, 2011, S. 499-535. Tverskys Monographie *Mind in Motion* von 2019 konnte für den vorliegenden Text nicht berücksichtigt werden und wird Eingang in eine andere Publikation zum Thema finden.

¹³⁷ Tversky, „The Cognitive Design of Tools of Thought“. S. 100.

¹³⁸ Vgl. Tversky, „Thinking in Action“. S. 206-207.

Arbeitet Tversky diese medientheoretische Seite ihres Argumentes nicht spezifisch aus, bietet sie mit ihrer Rückbindung der Semantik von Diagrammen an körperliche Gesten auch für die medienwissenschaftliche Diskussion eine entscheidende Einsicht an. Tverskys Theorie unterläuft an dieser Stelle nämlich den beliebten Ansatz, die Semantik von Diagrammen aus einer ‚Hybridität‘ des Diagramms auf Ebene der sprachlichen oder bildlichen Repräsentationen herzuleiten.¹³⁹ Stattdessen sieht sie die Ursprünge dieser Semantik auf einer Ebene des spatial-motorischen impliziten Wissens um Raum.¹⁴⁰ Als kultursemiotischer Kernprozess von Diagrammen und mithin von Denken wird dabei der Prozess einer „spraction“ identifiziert:

The patterns in space that articulate abstractions are created by actions in space. Those actions are incorporated into gestures used to express acts of thought, putting, taking, lifting, sorting, pushing, separating, piling, and more. Those patterns are used to create the diagrams on paper that have more deliberate intent to communicate abstractions. Actions in space express abstractions and create abstractions, interlinked processes that have been dubbed *spraction*.¹⁴¹

Maßgeblich ist Tverskys Betonung der implizit-körperlichen Ebene der „actions in space“ für die Semantik von Diagrammen: „Spractions [...] are actions in space, whether on objects or as gestures, that create abstractions in the mind and patterns in the world, intertwined so that one primes the others.“ Diese „actions“ sind präsprachlich und dienen der menschlichen Kognition als Unterstützung („support“) und Verstärkung („augment“), und das – im Unterschied zur Sprache – „silently and directly“. ¹⁴² Was Tversky damit liefert, ist eine kognitionspsychologische Theorie der Semantik von diagrammatischen Zeichen in ihrer ganzen Breite, die von einem Vorrang der gestischen Praxis her argumentiert. Pointiert heißt es: „Diagrams can be viewed as crystallized gestures“¹⁴³ und: „The foundations of diagrams lie in actions in space.“¹⁴⁴ Wie in der Kognitionswissenschaft nicht unüblich, wird dies zum Grundprinzip der menschlichen Welterschließung erklärt, was

¹³⁹ Vgl. dazu auch Martina Heßler/Dieter Mersch, „Bildlogik oder Was heißt visuelles Denken?“. In: Martina Heßler/Dieter Mersch (Hgg.), *Logik des Bildlichen. Zur Kritik der ikonischen Vernunft*. Bielefeld 2009, S. 8-62.

¹⁴⁰ Vgl. Tversky, „The Cognitive Design of Tools of Thought“: „[...] the representations that support memory and inference appear to be spatial/motor, rather than visual.“ Siehe zu dieser These auch Ernst, *Diagramme zwischen Metapher und Explikation*.

¹⁴¹ Tversky, „The Cognitive Design of Tools of Thought“. S. 114. Vgl. Tversky, „Thinking in Action“. S. 219.

¹⁴² Tversky, „Visualizing Thought“. S. 528.

¹⁴³ Ebd., S. 113. Vgl. zu einem ähnlichen Gedanken bei Maurice Merleau-Ponty auch Jan Wöpping, „Die synthetische Kraft der Mathematik. Merleau-Pontys existentielle Philosophie der Mathematik“. In: Gabriele Gramelsberger (Hgg.), *Synthesis. Zur Konjunktur eines philosophischen Begriffs in Wissenschaft und Technik*. Bielefeld 2014, S. 61-76, hier S. 74.

¹⁴⁴ Tversky, „Visualizing Thought“. S. 527.

zu Sätzen wie diesem führt: „The arrangements and organizations used to design the world create diagrams in the world: the designed world is a diagram.“¹⁴⁵

Das Diagramm zum Symbol der Ordnung der Welt zu erklären ist keine neue Idee. Mit dem Vorrang der impliziten Praxis für die Ausbildung des semantischen Kategoriensystems, das der ‚denkenden‘ Ordnung der Welt zugrunde liegt, hat Tversky einen Punkt, der sich etwa im Rückgriff auf George Lakoff und Mark Johnson machen lässt.¹⁴⁶ In der Frage, ob man diese Ebene allein über die Integration des Körpers in die Welt oder über die Verschränkung (oder sogar Überwindung) des Körpers in der Technik erklärt, weichen Kognitionspsychologie und Medientheorie allerdings substantiell voneinander ab. Kulturtechniken sind „Körpertechniken“ (Marcel Mauss), aber sie sind eben immer auch Entkopplungen vom Körper, die umgekehrt den Körper formieren und dem Körper allererst seinen Platz zuweisen. Daraus resultiert in der Kulturtechnikforschung eine schärfere Akzentuierung der Externalisierung und der Vernetzung von materiellen Anordnungen.¹⁴⁷ Bernhard Siegert erinnert mit Recht an das Grundproblem, „ob man Kulturtechniken als begriffliche Erweiterung der Mausschen Körpertechniken auffasst oder ob man sie als Operationen auffasst, die jeweils erst von einem technischen Artefakt vergönnt werden.“¹⁴⁸ Sofern nun aber unter dem Begriff ‚Interface‘ das Verhältnis von Mensch und Technik gewissermaßen idealtypisch in Erscheinung tritt,¹⁴⁹ ist das von Tversky beobachtete „Thinking in Action“ niemals neutral, sondern ein von soziokulturellen Faktoren durchzogenes „Thinking-In-Interaction“, bei dem die kognitiven „patterns“, die aus der gestischen Interaktion mit der Welt entstehen und auf die hin die Interaktionsmöglichkeiten eines Interfaces ausgerichtet werden, als soziotechnische Artefakte zu rekonstruieren sind. Anknüpfend an die bestehende Forschung ist es deshalb eine entscheidende Aufgabe der zukünftigen Diagrammatik-Debatte, die medientechnischen Erweiterungen diagrammatischen Denkens und ihre Inanspruchnahme im Rahmen von explikativen Praktiken und ihren Interfaces als „Diagrams of Power“ zu rekonstruieren.¹⁵⁰

¹⁴⁵ Ebd.

¹⁴⁶ So die Argumentation in Ernst, *Diagramme zwischen Metapher und Explikation*; siehe im Kontext von Interfaces auch Irrgang, „Topological Surfaces“. S. 68-73.

¹⁴⁷ Vgl. zum Motiv der „Anordnung“ bei Interfaces hier auch Distelmeyer, *Machtzeichen*.

¹⁴⁸ Bernhard Siegert, „Kulturtechnik“. In: Harun Maye/Leander Scholz (Hgg.), *Einführung in die Kulturwissenschaft*. München 2011, S. 95-118, hier S. 99.

¹⁴⁹ Vgl. dazu umfassend auch Hookway, *Interface*; einführend Christoph Ernst/Thomas C. Bächle, „Interface“. In: Martina Heßler/Kevin Liggieri (Hgg.), *Technikanthropologie. Handbuch für Wissenschaft und Studium*. Baden-Baden 2020, S. 416-420.

¹⁵⁰ Vgl. Patricio Dávila (Hgg.), *Diagrams of Power. Visualizing, Mapping, and Performing Resistance*. Eindhoven 2019. Klassisch wird in machttheoretischen Fragen auch verwiesen auf Gilles Deleuze, *Foucault*. Frankfurt a.M. 1987, insb. S. 55-66.

5. Ausblick

Anstelle eines zusammenfassenden Fazits möchte ich die obenstehenden Beobachtungen abschließend nutzen, um – gegeben die sich wandelnde Landschaft der medialen Bedingungen von Informationsvisualisierungen – einige Überlegungen für die medienwissenschaftliche Forschung in Fragen der Diagrammatik zu formulieren. Betrachtet man die zwei skizzierten Trends neuer Formen der Informationsvisualisierung, ist zunächst klar, dass die Relevanz von Praktiken des Explizit-Machens auch im Feld der Informationsvisualisierung erstens nicht auf die Visualisierung mittels geometrisch-spatialer Variablen eingegrenzt werden kann – das zeigt Manovichs Konzept der ‚direkten Visualisierung‘ – und zweitens im Kontext der Entwicklung neuer Interface-Paradigmen zunehmend dynamisch-dreidimensionale Veranschaulichungen (die allerdings sehr wohl auf geometrisch-spatialen Formen beruhen können) zu beobachten sind, welche typisch ‚diagrammatische‘ Erkenntnisleistungen erfüllen sollen.¹⁵¹ Mit einer tendenziell bildwissenschaftlichen Fokussierung allein auf zweidimensionale Diagramme im engen Sinn kommt man hier nicht weiter. Definiert man Diagrammatik als eine Menge von Praktiken des Explizit-Machens durch bestimmte Formen medialer Transkription, ist vielmehr der Vielfalt der Formenbildungen im intermediären Bereich zwischen der Erfahrung des zu explizierenden Sachverhalts auf der einen Seite, etwa einer Filmerfahrung, und der Art und Weise der Explikation dieses Sachverhalts, etwa durch eine Infografik, die den Aufbau der erzählten Welt im Film zeigt, mehr Aufmerksamkeit zu schenken.

Das allerdings heißt auch, dass weite Konzepte von Diagrammatik nur dort sinnvoll sind, wo es um *Praktiken des Explizit-Machens* geht. Eine Diagrammatik, die das Lesen eines Buches oder das Betrachten eines Films *als solche* als ‚diagrammatisch‘ erweisen will, geht immer das Risiko ein, sich in unspezifischen Generalisierungen zu verlieren.¹⁵² Zumindest aus medienwissenschaftlicher Sicht muss man die allgemeine Unterstellung einer diagrammatischen Dimension von sinnverarbeitender Wahrnehmung im Allgemeinen als einer Praxis erster Ordnung (das Lesen eines Textes, das Verstehen einer Story etc.) von einer diagrammatischen Explikation im engeren Sinne unterscheiden. Pointierter gesagt: Es macht einen Unterschied, ob man einen Text (welcher Art auch immer) liest oder ob man den Text mit einem Stift in der Hand annotiert. Letzteres kann als diagrammatisierende Abstraktion gewertet werden, ersteres nicht.¹⁵³

¹⁵¹ Aus Perspektive eines Ansatzes wie dem von Tversky ist Manovichs Kritik an spatial-geometrischen Zeichen fehlgeleitet, weil die geometrischen Primitive implizit natürlicher Bestandteil der menschlichen Raumwahrnehmung sind. Es gibt demnach keine Form des explizit-machenden Visualisierens, die nicht auf die Formen zurückgreift.

¹⁵² In diesem Punkt zu pauschal zu argumentieren, ist eine der Schwächen des Ansatzes in Bauer/Ernst, *Diagrammatik*.

¹⁵³ Um hier Missverständnissen vorzubeugen: Das schließt nicht aus, dass man durchaus sinnvoll davon sprechen kann, dass in der Kognition (als wahrnehmendem Sinnverstehen) eine diagrammatische Disposition angelegt ist. Nur muss man diese konsequenter von den kulturellen Realisierungsformen von Diagrammen und den Praktiken ihres Gebrauchs unterscheiden. Vgl. dazu Ernst, *Diagramme zwischen Metapher und Explikation*.

Eine andere Frage ist es gleichwohl, ob das, was in neuen Formen der Visualisierung, wie sie mit den Erweiterungen der Interaktionsmöglichkeiten von Interfaces einghergehen, veranschaulicht wird, auch systematisch etwas so anderes ist, als dass es nicht auch in zweidimensionaler Form veranschaulicht werden könnte. Eine andere Qualität der medialen Präsentation und ihrer Modalitäten macht noch keine andere Qualität der präsentierten ‚Aussage‘ selbst. Wenn man ein Balkendiagramm dreidimensional repräsentiert statt zweidimensional ändert, so ändert sich nicht notwendig der Wahrheitsgehalt dessen, was durch eine Analyse in diesem Medium expliziert wird, sondern nur die Art des *Erfahrbar*-Machens. Zu klären ist daher, inwiefern mit dem Wandel der medialen Grundlage von Diagrammen auch ein epistemischer Mehrwert bei der Extrahierung von Informationen zu Zwecken der Analyse verbunden ist. Eng gefasste Konzepte von Diagrammatik haben das für die Verräumlichung von zweidimensionaler Form *en detail* nachweisen und umfassend mit Blick auf Logik und Mathematik darstellen können. Für neue Formen der Visualisierung steht eine vergleichbare Diskussion noch aus – mit potenziell negativem Ergebnis, also der möglichen Einsicht, dass neue Interfaces und neue Veranschaulichungsmöglichkeiten keinen signifikanten Unterschied machen.¹⁵⁴ Zu klären ist etwa, inwiefern neue Interfaces neue Veranschaulichungen des Zugangs zur Zeitlichkeit der Filmerfahrung ermöglichen, als dies – um nur ein Beispiel zu nennen – etwa durch Transkription in eine lineare Timeline möglich ist.¹⁵⁵

Dies führt abschließend zur Frage nach Interaktion. Wenn die hier vorgebrachten Argumente richtig sind, dann wird man sich dieser Frage auf Ebene von formalen Eigenschaften der Repräsentation zwar nähern können, also z.B. über eine Diskussion multimodaler Relationen, ultimativ aber muss man diejenigen Prämissen der Diagrammatik-Diskussion, die im Kontext des bildwissenschaftlichen Paradigmas entwickelt wurden, der Sache nach über dieses hinausweisen, also etwa die Theoretisierung der ‚operativen‘ Dimension von Diagrammen, fortführen und praxistheoretisch auf komplexe Interaktions-Aktionen abbilden.¹⁵⁶

¹⁵⁴ Das ist, tendenziell zumindest, die Vermutung bei Krämer, *Figuration, Anschauung, Erkenntnis*.

¹⁵⁵ Der Unterschied zwischen subjektiv (1. Person) erfahrener ‚Dauer‘ und objektiv (3. Person) repräsentierter ‚Zeit‘ ist eine der zentralen Prämissen von Gilles Deleuzes Filmphilosophie. Vgl. Gilles Deleuze, *Das Bewegungs-Bild. Kino 1*. Frankfurt a.M. 1989, etwa S. 22-26.

¹⁵⁶ Vgl. zur Debatte um operative Bilder im Kontext von Interfaces Distelmeyer, *Machtzeichen*. S. 92-97, aber auch Luisa Feiersinger/Kathrin Friedrich/Moritz Queisner (Hgg.), *Image – Action – Space. Situating the Screen in Visual Practice*. Berlin & Boston, MA 2018.

Literatur

- Alexander, Jason et al. „Exploring the Challenges of Making Data Physical“. [CHI'15 Extended Abstracts, Apr 18-23, 2015, Seoul, Republic of Korea], 2015, S. 2417-2420 (= <https://dl.acm.org/citation.cfm?doid=2702613.2702659>, Abruf am 02.05.2020).
- Bauer, Matthias. „Roman und Semiotik“. In: *Wirkendes Wort* 42, 3, 1992, S. 478-494.
- Bauer, Matthias. „Szenoprägnanz“. In: *Schriften zur Kultur- und Mediensemiotik* 2, 2016, S. 7-38.
- Bauer, Matthias/Ernst, Christoph. *Diagrammatik. Einführung in ein kultur- und medienwissenschaftliches Forschungsfeld*. Bielefeld 2010.
- Bieber, Christoph/Leggewie, Claus (Hgg.). *Interaktivität. Ein transdisziplinärer Schlüsselbegriff*. Frankfurt a.M. & New York, NY 2004.
- Bogen, Steffen/Thürlemann, Felix. „Jenseits der Opposition von Text und Bild. Überlegungen zur Theorie des Diagramms und des Diagrammatischen“. In: Alexander Patschovsky (Hgg.). *Die Bilderwelt der Diagramme Joachims von Fiore. Zur Medialität religiös-politischer Programme im Mittelalter*. Ostfildern 2003, S. 1-22.
- Bogen, Steffen. „Schattenriss und Sonnenuhr. Überlegungen zu einer kunsthistorischen Diagrammatik“. In: *Zeitschrift für Kunstgeschichte* 68, 2, 2005, S. 153-176.
- Bonhoff, Ulrike M. *Das Diagramm. Kunsthistorische Betrachtungen über seine vielfältige Anwendung von der Antike bis zur Neuzeit*. Münster 1993.
- Brandom, Robert B. *Expressive Vernunft. Begründung, Repräsentation und diskursive Festlegung*. Frankfurt a.M. 2000.
- Brandom, Robert B. *Begründen und Begreifen. Eine Einführung in den Inferentialismus*. Darmstadt 2001.
- Brandom, Robert B. *Between Saying and Doing. Towards An Analytic Pragmatism*. Oxford [u. a.] 2008.
- Bromand, Joachim/Kreis, Guido (Hgg.). *Was sich nicht sagen lässt. Das Nicht-Begriffliche in Wissenschaft, Kunst und Religion*. Berlin 2010.
- Bruns, Karins/Reichert, Ramon (Hgg.). *Reader Neue Medien. Texte zur digitalen Kultur und Kommunikation*. Bielefeld 2007.
- Buurman, Gerhard M./Vannotti, Stefano M. „Interaktionsdesign“. In: Wibke Weber (Hgg.). *Kompendium Informationsdesign*. Berlin & Heidelberg 2008, S. 125-149.
- Butz, Andreas/Krüger, Antonio. *Mensch-Maschine-Interaktion*. Berlin & Boston 2017.
- Carnap, Rudolf. *Induktive Logik und Wahrscheinlichkeit*. Wien 1959.
- Cooper, Alan et al. *About Face. The Essentials of Interaction Design*. Indianapolis, IN 2014.
- Dávila, Patricio (Hgg.). *Diagrams of Power. Visualizing, Mapping, and Performing Resistance*. Eindhoven 2019.
- Daws, Brendan. „Cinema Redux. Creating a Visual Fingerprint for a Movie“. 2004. (= <http://brendandawes.com/projects/cinemaredux>, Abruf am 01.05.2020).

- Depner, Hanno. *Zur Gestaltung von Philosophie. Eine diagrammatische Kritik*. Bielefeld 2016.
- Distelmeyer, Jan. *Machtzeichen. Anordnungen des Computers*. Berlin 2017.
- Distelmeyer, Jan. „Depräsentieren: Auf der Suche nach der Gegenwart des Computers“. In: Ivo Ritzer/Harald Steinwender (Hgg.). *Politiken des Populären. Medien, Kultur, Wissenschaft*. Wiesbaden 2019, S. 55-74.
- Drucker, Johanna. *Graphesis. Visual Forms of Knowledge Production*. Cambridge, MA & London 2014.
- Engel, Franz/Queisner, Moritz/Viola, Tullio (Hgg.). *Das bildnerische Denken: Charles S. Peirce*. Berlin 2012.
- Ernst, Christoph. *Diagramme zwischen Metapher und Explikation. Studien zur Medien- und Filmästhetik der Diagrammatik*. Bielefeld 2021.
- Ernst, Christoph. „Die Kurve abflachen! – Über Informationsvisualisierung und die Corona-Pandemie“ (2020). (= <https://www.uni-bonn.de/neues/die-kurve-abflachen-2013-ueber-informationsvisualisierung-und-die-corona-pandemie/>, Abruf am 17.04.2020).
- Ernst, Christoph. „Futures of COVID-19 – Zukünfte in Daten- und Informationsvisualisierungen der Corona-Krise“. In: Arno Görge/Tobias Eichinger/Eugen Pfister (Hgg.), *Superspreader. Popkultur und mediale Diskurse im Angesicht der Pandemie!!*. Bielefeld 2024, S. 71-82.
- Ernst, Christoph/Bächle, Thomas C. „Interface“. In: Martina Heßler/Kevin Liggieri (Hgg.). *Technikanthropologie. Handbuch für Wissenschaft und Studium*. Baden-Baden 2020, S. 416-420.
- Ernst, Christoph. „Künstliche Intelligenz und pragmatisches Metavokabular. Vorbemerkungen zu einer medienphilosophischen Rezeption von Robert B. Brandom“. In: *Internationales Jahrbuch für Medienphilosophie*, 5 (2019), S. 137-156.
- Ernst, Christoph. „Thinking Wall und Diagramm. Die Pinnwand als Medium der Explikation am Beispiel der Fernsehserie ‚Metal Evolution‘“. In: Daniela Wentz et al. (Hgg.). *Bis auf Weiteres. Pinnwand und Serie* (= Augenblick. Konstanzer Hefte zur Medienwissenschaft 68). Marburg 2017, S. 11-28.
- Ernst, Christoph. „Von der Schrift zum Bild. Postkonstruktivistische Motive in der Diskussion um Medialität“. In: Joachim Renn/Christoph Ernst/Peter Isenböck (Hgg.). *Konstruktion und Geltung. Beiträge zu einer postkonstruktivistischen Sozial- und Medientheorie*. Wiesbaden 2012, S. 205-231.
- Ernst, Christoph/Schneider, Birgit/Wöpking, Jan. „Lektüren und Sichtweisen der Diagrammatik“. In: Birgit Schneider/Christoph Ernst/Jan Wöpking (Hgg.). *Diagrammatik-Reader. Grundlegende Texte aus Theorie und Geschichte*. Berlin 2016, S. 7-15.
- Few, Stephen. *Information Dashboard Design. The Effective Visual Communication of Data*. Sebastopol, CA 2006.
- Finke, Tim/Manger, Sebastian/Fichtel, Sebastian (Hgg.). *Information. Animated Infographics*. Berlin 2012.
- Feiersinger, Luisa/Friedrich, Kathrin/Queisner, Moritz (Hgg.). *Image – Action – Space. Situating the Screen in Visual Practice*. Berlin & Boston, MA 2018.

- Ford, Rob. *Web Design. The Evolution of the Digital World 1990-Today*. (Hgg.). Julius Wiedemann. Köln 2019.
- Friendly, Michael/Denis, Daniel J. „Milestones in the history of thematic cartography, statistical graphics, and data visualization“ <http://www.math.yorku.ca/SCS/Gallery/milestone/milestone.pdf>, Abruf am 01.05.2020).
- Galloway, Alexander R. *The Interface Effect*. Malden, MA 2012.
- Gardner, Martin, *Logic Machines and Diagrams*. New York, NY [u. a.] 1958.
- Garrett, Jesse James. „The Elements of User Experience“. (= <http://www.jjg.net/elements/pdf/elements.pdf>, Abruf am 27.04.2020).
- Garrett, Jesse James. *Die Elemente der User Experience. Anwenderzentriertes (Web-)Design*. München 2012.
- Gehring, Petra et al. (Hgg.). *Diagrammatik und Philosophie*. Amsterdam 1992.
- Gießmann, Sebastian. „Elemente einer Praxistheorie der Medien“. In: *Zeitschrift für Medienwissenschaft* 19, 2, 2018, S. 95-109.
- Greengard, Samuel. *Virtual Reality*, Cambridge, MA & London 2019.
- Halpern, Orit. *Beautiful Data. A History of Vision and Reason since 1945*. Durham, NC & London 2014.
- Heilmann, Till A. „Zur Vorgängigkeit der Operationskette in der Medienwissenschaft und bei Leroi-Gourhan“. In: *Internationales Jahrbuch für Medienphilosophie* 2, 1, 2016, S. 7-29.
- Heber, Raimar. *Infografik. Gute Geschichten erzählen mit komplexen Daten*. Bonn 2016.
- Helfand, Jessica. *Reinventing the wheel*. Princeton, NJ 2002.
- Hellige, Hans D. „Krisen- und Innovationsphasen in der Mensch-Computer-Interaktion“. In: Hans D. Hellige (Hgg.). *Mensch-Computer-Interface. Zur Geschichte und Zukunft der Computerbedienung*. Bielefeld 2008, S. 11-92.
- Heßler, Martina/Mersch, Dieter (Hgg.). *Logik des Bildlichen. Zur Kritik der ikonischen Vernunft*. Bielefeld 2009.
- Heßler, Martina/Mersch, Dieter. „Bildlogik oder Was heißt visuelles Denken?“. In: Martina Heßler/Dieter Mersch (Hgg.). *Logik des Bildlichen. Zur Kritik der ikonischen Vernunft*. Bielefeld 2009, S. 8-62.
- Hoffmann, Michael H. G. *Erkenntnisentwicklung. Ein semiotisch-pragmatischer Ansatz*. Frankfurt a.M. 2005.
- Hookway, Branden. *Interface*. Cambridge, MA & London 2014.
- Hörl, Erich (Hgg.). *Die technologische Bedingung. Beiträge zur Beschreibung der technischen Welt*. Berlin 2011.
- Irrgang, Daniel, „Topological Surfaces: On Diagrams and Graphical User Interfaces“. In: Florian Hadler/Joachim Haupt (Hgg.). *Interface Critique*. Berlin 2016, S. 49-73.
- Jacobsen, Jens/Meyer, Lorena. *Praxisbuch Usability & UX. Was jeder wissen sollte, der Websites und Apps entwickelt*. Bonn 2017.
- Jäger, Ludwig. „Bezugnahmepraktiken. Skizze zur operativen Logik der Mediensemantik“. In: Gisela Fehrmann/Meike Adam/Ludwig Jäger (Hgg.). *Medienbewegungen. Praktiken der Bezugnahme*. Paderborn 2012, S. 13-42.

- Joas, Hans/Knöbel, Wolfgang, *Sozialtheorie. Zwanzig einführende Vorlesungen*. Frankfurt a.M. 2004.
- Johnson, Mark. *The Body in the Mind. The Bodily Basis of Meaning, Imagination, and Reason*. Chicago, IL & London 1987.
- Jensen, Jens F. „The Concept of ‚Interactivity‘ in ‚Interactive Television‘ and ‚Interactive Media‘“. In: Jens F. Jensen/Cathy Toscan (Hgg.). *Interactive Television. TV of the Future or the Future of TV*. Aalborg 1999, S. 25-66.
- Kaerlein, Timo. *Smartphones als Nahkörpertechnologien. Zur Kybernetisierung des Alltags*. Bielefeld 2018.
- Kanas, Nick. *Star Maps: History, Artistry, and Cartography*. New York, NY [u. a.] 2012.
- Kittler, Friedrich. „Geschichte der Kommunikationsmedien“ In: Jörg Huber/Alois Müller (Hgg.). *Raum und Verfahren*. Basel & Frankfurt a.M. 1993, S. 169-188.
- Krämer, Sybille. „Notationen, Schemata, Diagramme: Über ‚Räumlichkeit‘ als Darstellungsprinzip. Sechs kommentierte Thesen.“ In: Gabriele Brandstetter/Franck Hofman/Kirsten Maar (Hgg.): *Notationen und choreographisches Denken*. Freiburg 2009, S. 27-45.
- Krämer, Sybille. „‚Schriftbildlichkeit‘ oder: Über eine (fast) vergessene Dimension der Schrift“. In: Sybille Krämer/Horst Bredekamp (Hgg.). *Bild, Schrift, Zahl*. München 2003, S. 157-176.
- Krämer, Sybille/Bredekamp, Horst. „Kultur, Technik, Kulturtechnik: Wider die Diskursivierung der Kultur“. In: Sybille Krämer (Hgg.). *Bild, Schrift, Zahl*. München 2003, S. 11-22.
- Krämer, Sybille. „Operative Bildlichkeit. Von der ‚Grammatologie‘ zu einer ‚Diagrammatologie‘? Reflexionen über erkennendes ‚Sehen‘“. In: Martina Heßler/Dieter Mersch (Hgg.). *Logik des Bildlichen. Zur Kritik der ikonischen Vernunft*. Bielefeld 2009, S. 94-117.
- Krämer, Sybille. *Figuration, Anschauung, Erkenntnis. Grundlinien einer Diagrammatologie*. Berlin 2016.
- Leeb, Susanne (Hgg.). *Die Materialität der Diagramme*. Berlin 2012.
- Leonardi, Timoty/Rainini, Marco (Hgg.). *Ordinare il mondo. Diagrammi e simboli nelle pergamene di Vercelli*. Mailand 2018.
- Liggieri, Kevin/Müller, Oliver (Hgg.). *Mensch-Maschine-Interaktion. Handbuch zu Geschichte – Kultur – Ethik*. Stuttgart 2019.
- Link, Jürgen. *Normale Krisen? Normalismus und die Krise der Gegenwart (mit einem Blick auf Thilo Sarrazin)*. Konstanz 2013.
- Lischied, Thomas. *Diagrammatik und Mediensymbolik. Multimodale Darstellungsformen am Beispiel der Infografik*. Duisburg 2012.
- Macho, Thomas. „Zeit und Zahl. Kalender- und Zeitrechnung als Kulturtechniken“. In: Sybille Krämer/Horst Bredekamp (Hgg.). *Bild, Schrift, Zahl*. München 2003, S. 179-192.
- Mahr, Bernd/Robering, Klaus. „Diagramme als Bilder, die Modelle repräsentieren: Diagrammgebrauch in der Elementargeometrie“. In: *Zeitschrift für Semiotik* 31, 3-4, 2009, S. 275-309.

- Manovich, Lev. „What is Visualization?“. 2010, S. 1-23. (= <https://journals.tdl.org/paj/index.php/paj/article/view/19/58>, Abruf am 30.04.2020.)
- Manovich, Lev. *The Language of New Media*. Cambridge, MA & London 2001.
- Manovich, Lev: *Software Takes Command. Extending the Language of New Media*. New York, NY [u. a.] 2013.
- Manovich, Lev. *Cultural Analytics*. Cambridge, MA & London 2020.
- May, Michael/Stjernfelt, Frederik. „Measurement, Diagram, Art. Reflections on the Role of the Icon in Science and Aesthetics“. In: Morten Søndergaard/Peter Weibel (Hgg.). *Magnet. Thorbjørn Lausten's Visual System*. Heidelberg 2008, S. 53-73.
- Morley, David. „For a Materialist, Non–Media-centric Media Studies“. In: *Television & New Media* 10, 1, 2009, S. 114-116.
- Mühlhoff, Rainer. „Digitale Entmündigung und ‚User Experience Design‘. Wie digitale Geräte uns nudgen, tracken und zur Unwissenheit erziehen“. In: *Leviathan. Journal of Social Sciences* 46, 4, 2018, S. 551-574.
- Murray, Janet H. *Inventing the Medium. Principles of Interaction Design as a Cultural Practice*. Cambridge, MA & London 2012.
- Pape, Helmut. *Der dramatische Reichtum der konkreten Welt. Der Ursprung des Pragmatismus im Denken von Charles S. Peirce und William James*. Weilerswist 2002.
- Peirce, Charles S. *Phänomen und Logik der Zeichen*. Frankfurt a.M. 2005.
- Prange, Regine. „Zur Theoriegeschichte der filmischen Raumkonstruktion und ihrer Aktualität als Gegenstand einer historischen Bild- und Medienwissenschaft“. In: Henning Engelke/Ralf Michael Fischer/Regine Prange (Hgg.). *Film als Raumkunst. Historische Perspektiven und aktuelle Methoden*. Marburg 2012, S. 12-53.
- Preece, Jenny/Rogers, Yvonne/Sharp, Helen. *Interaction Design. Beyond Human-Computer Interaction*. Chichester 2015.
- Rendgen, Sandra. *The Minard system. The complete statistical graphics of Charles-Joseph Minard*. New York, NY 2018, S. 154-157.
- Rendgen, Sandra/Wiedemann, Julius/Holmes, Nigel. *Information Graphics*. Köln 2012.
- Rendgen, Sandra. *History of Information Graphics*. Köln 2019.
- Robben, Bernard/Schelhowe, Heidi (Hgg.). *Be-greifbare Interaktionen. Der allgegenwärtige Computer: Touchscreens, Wearables, Tangibles und Ubiquitous Computing*. Bielefeld 2012.
- Roels, Reinout/Baeten, Yves/Signer, Beat. „Interactive and Narrative Data Visualisation for Presentation-based Knowledge Transfer“. In: *Communications in Computer and Information Science* 739, 2017, S. 1-22.
- Sander, Elmar, „Von Florence Nightingale zu ‚Flatten the Curve‘: Infografiken als epistemische Vermittler in epidemischen Zeiten.“ In: Arno Görgen/Tobias Eichinger/Eugen Pfister (Hgg.): *Superspreader. Popkultur und mediale Diskurse im Angesicht der Pandemie!!*. Bielefeld 2024, S. 55-70.
- Schaefer, Peter. „Interface. History of a Concept, 1868-1888“. In: David W. Park/Nicolas W. Jankowski/Steve Jones (Hgg.). *The Long History of New Media*.

- Technology, Historiography, and Contextualizing Newness*. New York, NY [u. a.] 2011, S. 163-175.
- Schneider, Birgit/Ernst, Christoph/Wöpking, Jan (Hgg.). *Diagrammatik. Ein interdisziplinärer Reader*. Berlin 2016.
- Schneider, Birgit. *Klimabilder. Eine Genealogie globaler Bildpolitiken von Klima und Klimawandel*. Berlin 2018.
- Schüttpelz, Erhard. „Die medienanthropologische Kehre der Kulturtechniken“. In: Lorenz Engell/Joseph Vogl/Bernhard Siegert (Hgg.). *Kulturgeschichte als Medientgeschichte (oder vice versa?)*. Weimar 2006, S. 87-109.
- Schüttpelz, Erhard/Gießmann, Sebastian. „Medien der Kooperation. Überlegungen zum Forschungsstand“. In: *Navigationen. Zeitschrift für Medien- und Kulturwissenschaften* 15, 1, 2015, S. 7-54.
- Searle, John R. *Ausdruck und Bedeutung. Untersuchungen zur Sprechakttheorie*. Frankfurt a.M. 1990, S. 17-50, hier S. 31-33.
- Shah, Nishant. „Interface“. In: Timon Beyes/Jörg Metelmann/Claus Pias (Hgg.). *Nach der Revolution. Ein Brevier digitaler Kulturen*. Berlin 2017, S. 152-160.
- Siegert, Bernhard. „Kulturtechnik“. In: Harun Maye/Leander Scholz (Hgg.). *Einführung in die Kulturwissenschaft*. München 2011, S. 95-118.
- Sprenger, Florian/Engemann, Christoph (Hgg.). *Internet der Dinge. Über smarte Objekte, intelligente Umgebungen und die technische Durchdringung der Welt*. Bielefeld 2015.
- Stapelkamp, Torsten. *Informationsvisualisierung. Web – Print – Signaletik. Erfolgreiches Informationsdesign: Leitsysteme, Wissensvermittlung und Informationsarchitektur*. Berlin & Heidelberg 2013.
- Star, Susan L. *Grenzobjekte und Medienforschung*. Hgg. von Sebastian Gießmann und Nadine Taha, Bielefeld 2017.
- Stephan, Achim/Walter, Sven (Hgg.). *Handbuch Kognitionswissenschaft*. Stuttgart & Weimar 2013.
- Stjernfelt, Frederik. *Diagrammatology. An Investigation on the Borderlines of Phenomenology, Ontology, and Semiotics*. Dordrecht 2007.
- Suh, Sang C./Anthony, Thomas (Hgg.). *Big Data And Visual Analytics*. Cham 2017
- Swaminathan, Saiganesh et al. „Supporting the design and fabrication of physical visualizations“, 2014 [3D Printing and Fabrication CHI 2014], 2014, S. 3845-3854. (URL: <https://dl.acm.org/citation.cfm?doid=2556288.2557310>, Abruf am 02.05.2020).
- Taher, Faisal et al. „Investigating the Use of a Dynamic Physical Bar Chart for Data Exploration and Presentation“. In: *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics* 23, 1, S. 451-460.
- Thimm, Caja/Bächle, Thomas C. (Hgg.). *Die Maschine: Freund oder Feind?*. Wiesbaden 2019.
- Thomas, Bruce et al. „Situated Analytics“. 2018, S. 185-220 (URL: <https://hal.inria.fr/hal-01947243>, Abruf am 02.05.2020).
- Tomasello, Michael. *Eine Naturgeschichte des menschlichen Denkens*. Berlin 2014.
- Tufte, Edward. *The Visual Display of Quantitative Information*. Cheshire, CT 2002.

- Tversky, Barbara: *Mind in Motion. How Action Shapes Thought*. New York, NY 2019.
- Tversky, Barbara. „Visualizing Thought“. In: *Topics in Cognitive Science* 3, S. 499-535.
- Tversky, Barbara. „The Cognitive Design of Tools of Thought“. In: *Review of Philosophy and Psychology* 6, 2015, S. 99-116.
- Tversky, Barbara. „Thinking in Action“. In: *Pragmatics & Cognition* 22, 2, 2014, S. 206-223.
- Van den Boomen, Marianne. *Transcoding the Digital. How Metaphors Matter in New Media*. Amsterdam 2014.
- Wardrip-Fruin, Noah/ Montfort, Nick (Hgg.). *The New Media Reader*. Cambridge, MA & London 2003.
- Ware, Colin. *Information Visualization. Perception for Design*. Amsterdam [u. a.] 2013.
- Weber, Wibke/Wenzel, Alexandra. „Interaktive Infografiken: Standortbestimmung und Definition“. In: Wibke Weber/Michael Burmester/Ralph Tille (Hgg.). *Interaktive Infografiken*. Berlin & Heidelberg 2013, S. 3-23.
- Wentz, Daniela. *Bilderfolgen. Diagrammatologie der Fernsehserie*. Paderborn 2017.
- Wiesing, Lambert. *Artifizielle Präsenz. Studien zur Philosophie des Bildes*. Frankfurt a.M. 2005.
- Wilharm, Heiner. *Die Ordnung der Inszenierung*. Bielefeld 2015.
- Willett, Wesley/Jansen, Yvonne/Dragicevic, Pierre. „Embedded Data Representations“. In: *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics* 23, 1, 2017, S. 461-470.
- Winston, Brian. *Media Technology and Society. A History from the Telegraph to the Internet*. London & New York, NY 1998.
- Wöpking, Jan. *Raum und Wissen. Elemente einer Theorie epistemischen Diagrammgebrauchs*. Berlin 2016.
- Wöpking, Jan. „Die synthetische Kraft der Mathematik. Merleau-Pontys existentielle Philosophie der Mathematik“. In: Gabriele Gramelsberger (Hgg.). *Synthesis. Zur Konjunktur eines philosophischen Begriffs in Wissenschaft und Technik*. Bielefeld 2014, S. 61-76.