

Wovon sprechen wir, wenn wir von Digitalisierung sprechen?

Gehalte und Revisionen zentraler Begriffe des Digitalen

Martin Huber, Sybille Krämer, Claus Pias
Symposienreihe „Digitalität in den Geisteswissenschaften“

Gefördert durch

DFG Deutsche
Forschungsgemeinschaft

IMPRESSUM

HERAUSGEBER

Martin Huber, Sybille Krämer, Claus Pias

KONTAKT

Julia Menzel

Digitalität in den Geisteswissenschaften

DFG-geförderte Symposienreihe

Universität Bayreuth

Universitätsstr. 30

95447 Bayreuth

www.digitalitaet.dfg@uni-bayreuth.de

1. Auflage April 2020

Wir danken der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG Projekt Projektnummer 287972711) für die Förderung.

Standardisierte Zeichen. Ein Paradigmenwechsel in den Geisteswissenschaften

Daniel Althof (Berlin)

Das Paper konstatiert einen Paradigmenwechsel, der darin besteht, dass das Zeichen und die Erforschung der Zeichen in den Geisteswissenschaften eine tiefgreifende Transformation erfahren: Aus den analogen Medien werden sie in ein digitales Super-Rechner-Medium überführt. Dieser Prozess ändert die Verfasstheit des Zeichens selbst und den Umgang mit Zeichen grundlegend. Die Natur des Zeichens, wie sie für die Geisteswissenschaften zur Grundlage ihres Tuns wird, ist Ausgangspunkt. Anhand der Verfasstheit des Zeichens soll ein Paradigma der Geisteswissenschaften von einem Paradigma der Naturwissenschaften abgegrenzt werden, das in der Zahl wurzelt. Das Paradigma der Geisteswissenschaften äußert sich im Verstehen von Zeichen. Das Paradigma der Naturwissenschaften äußert sich in der Berechnung qua Zahlen und Variablen. Es ist eine *heuristische* Gegenüberstellung, insofern sie etwas auseinanderhält, das nicht strikt getrennt werden kann.¹ Auch wenn eine *strikte* Trennung unmöglich ist, so lässt sich doch eine Grundpolarität zwischen den Geistes- und den Naturwissenschaften festhalten. Zwischen ihnen werden Übergänge möglich, aus denen Mischformen entstehen können.

In diesem Spannungsfeld ist der Computer in seiner Funktionalität in den Blick zu bringen. Denn der Computer – verstanden als Rechenmaschine – zeigt sich zwar in seiner natürlichen Verwandtschaft zum Paradigma der Naturwissenschaften, indem er selbst grundlegend auf Berechenbarkeit basiert. Insofern er aber ein Medium für Zeichen unterschiedlichster Natur ist, zeigt sich seine Eignung auch für die Geisteswissenschaften. Mehr noch: Im Computer liegt eine Fusion von Zahl und Zeichen vor, die einen ungeheuren Transformationszog für unser Selbst- und Weltverständnis zur Folge hat, weil der Computer unseren Umgang mit kulturellem Erbe und mit Wirklichkeit tiefgreifend ändert. Ein zentrales Schlagwort ist in diesem Zusammenhang die Digitalisierung, die unseren gesamten Alltag betrifft und insbesondere auch die geisteswissenschaftliche Forschung verändert, die hier zum Gegenstand gemacht werden soll.

Die zentrale Frage ist demnach, worin die Digitalisierung der Geisteswissenschaften genau besteht bzw. wie diese Fusion der Paradigmen im Computer vollzogen wird und welche Konsequenzen sie hat. Der Vortrag möchte einen Fokus vorschlagen, der mit im Zentrum dieser Umwälzungen zu stehen scheint: die Standardisierung. Sie ist ein Angelpunkt für die Gewährleistung derjenigen Funktionalitäten, die eine digitale Reproduktion von Inhalten ermöglichen. Entscheidend ist, dass der gesamte Prozess der Digitalisierung über Standards organisiert und ermöglicht wird, indem diese z. B. die verschiedenen Schichten zwischen

¹ S. Krämer zeigt mehrfach, dass diese zwei Paradigmen keine strikten Grenzen kennen. Sie analysiert z. B. Schrift immer schon als ein „Hybrid aus Sprache und Bild“ (Krämer, Sybille: 'Operationsraum Schrift'. Über einen Perspektivenwechsel in der Betrachtung der Schrift, In: Grube, Gernot / Kogge, Werner / Krämer, Sybille (Hg.): Schrift: Kulturtechnik zwischen Auge, Hand und Maschine, München: Wilhelm Fink Verlag 2005, 31) und als eine Symbiose aus kommunikativen und kognitiven Aspekten (ebd., 32.). Ein strikt diskursives Verständnis kultureller Verständigung im Paradigma des Verstehens wäre daher fehlgeleitet (vgl. die Einleitung zu Krämer, Sybille / Bredekamp, Horst (Hrsg.): Bild, Schrift, Zahl, München: Fink 2003). Dem wäre hier auch nicht zu widersprechen. Zahl und Zeichen heuristisch zunächst zu trennen, bleibt jedoch der Leitfrage geschuldet, wie das Unberechenbare zum Berechenbaren wird.

Hard- und Softwareebene miteinander interoperabel machen oder Daten lesbar sein lassen oder Schnittstellen zwischen Software definieren.

Werfen wir zunächst einen Blick auf die heuristische Unterscheidung von Zahl und Zeichen sowie auf die damit einhergehende Begründung einer Unterscheidung von Geistes- und Naturwissenschaften. Die Naturwissenschaften gründen im Paradigma der Zahl. Die Geisteswissenschaften im Paradigma des Zeichens.

1. Das Paradigma des Zeichens – Verstehen

Das Zeichen bzw. die Theorie des Zeichens unterliegen einer wechselvollen Geschichte.² Überlegungen zum Zeichen finden sich schon in der Antike bei Aristoteles. Im Mittelalter hat die Auseinandersetzung dann schon einen breiten Raum eingenommen und bestimmt den Diskurs über Repräsentation und Erkenntnis, insofern das Zeichen eine Vermittlerfunktion innehat. Zentral in der Diskussion ist der Relationsbegriff des Zeichens, der besagt, dass jedes Zeichen ein Zeichen *von etwas für jemanden* ist. Das bleibt auch die wesentliche Linie bis in die zeitgenössische Auseinandersetzung hinein, wenngleich der Grad an Ausdifferenzierung zunimmt und das Zeichen immer mehr zum Angelpunkt philosophischer Diskurse gerät.³ Für Ch. S. Peirce z. B. ist ein Zeichen in struktureller Hinsicht eine nicht auflösbare, triadische Relation zwischen dem Representamen, dem Objekt des Zeichens und seinem Interpretanten. In prozessualer Hinsicht ist das Zeichen eine infinite Kette von Verweisungen. Weitere maßgebliche Entwicklungen führen das fort. G. Freges Unterscheidung zwischen Sinn und Bedeutung knüpft an diese Relationalität an. Auch F. de Saussures Auflösung der referenziellen Beziehung des Zeichens auf ein Objekt ändert an der Referenzialität des Zeichens nichts. Selbst wenn das Zeichen bei de Saussure seine Bedeutung allein aus der Einordnung im Sprachsystem gewinnt und das Zeichensystem als eigenständige Ordnung von der Ordnung der Dinge abgehoben wird, ist dem Zeichen als Signifikant eine Bezogenheit auf ein Anderes, sein Signifikat, unbedingt eigen. Das Andere ist hier kein fixierbares Objekt oder Konzept mehr, sondern lediglich das Geflecht negativer Differenzen, das nicht abschließbar ist. Was also in dieser Geschichte als konstante Linie sichtbar ist, bleibt festzuhalten: Ein Zeichen steht für etwas anderes. Das Zeichen verweist auf die Sache und ist nicht die Sache selbst. Zeichen benötigen eine Interpretation, eine Auslegung. Die Hermeneutik ist die Kunst dieser Auslegung. Mit Zeichen kann man jedoch nicht per se so operieren bzw. rechnen, wie man das mit Zahlen kann. Man kann Zeichen nur lesen oder deuten. Das erfordert ein komplexes semantisches und kulturelles Wissen. Was das Zeichen bedeutet, erschließt sich erst vermöge dieses Wissens, das selbst wiederum durch Zeichen vermittelt ist. Wissen ist also abhängig von einem Diskurs, den das Zeichen selbst verändert. Es besteht also eine Wechselwirkung zwischen Zeichen und Kontext: Der Kontext bestimmt das Zeichen und das Zeichen wirkt auf den Kontext (hermeneutischer Zirkel).

2. Das Paradigma der Zahl – Berechenbarkeit

² Vgl. für diesen kurzen Abriss auch genauer Meier-Oeser, Stephan / Frank, Hartwig: Zeichen, In: Historisches Wörterbuch der Philosophie, Bd. 12.

³ Die sprachphilosophische Wende in der Philosophie ist selbst nur ein Ausdruck dieser Verschiebung, die zentral auch den Strukturalismus und Poststrukturalismus prägt.

Die Zahl scheint auch ein herkömmliches Zeichen zu sein. Sie hat einen Signifikanten, d. h. einen Zeichenkörper, der beliebig ist, und sie hat ein Signifikat, d. h. eine Bedeutung, wie z. B. das Konzept 2. Die Zahl ist aber auch Teil eines mathematischen Symbolsystems, das im 16. Jh. eingeführt wurde.⁴ Nicht die Abzählbarkeit steht im Mittelpunkt, sondern die Definition klar formulierter Operationen auf Symbolen, deren Bedeutung sich allein durch diese Regeln bestimmt. Solche formallogischen Systeme, die aus einem Vokabular, d. h. aus Zeichen, und aus Transformationsregeln bestehen, die die Herstellung weiterer gültiger Ausdrücke beschreiben, heißen Kalkül. Das Dezimalsystem und die darauf definierten Rechenregeln sind z. B. ein solcher Kalkül. Ein Kalkül ist kein Theorieentwurf, er repräsentiert nichts. Die Zeichen haben nur eine kalkülinterne Bedeutung, und deren Bedeutung ist nur durch ihre Transformationsregeln bestimmt.⁵ Und damit sind sie im eigentlichen Sinne keine Zeichen mehr. Denn die Zahl benötigt keine Interpretation. Die Zahl ist im Rahmen eines Kalküls die Sache selbst.⁶ Berechenbar ist ein Problem in diesem Kontext dann, wenn a) die Problemstellung im Medium einer künstlichen Symbolsprache ausgedrückt wird und b) die Problemlösung auf Operationen mit der Symbolsprache zurückgeführt werden kann.⁷

Die Formalisierung der gesamten Wirklichkeit findet darin einen zentralen Angelpunkt und eine starke Basis, die die Idee von Wahrheit und die Idee davon, was wirklich Wirklichkeit ist, entscheidend prägt. Über die Zahl wird die Formalisierbarkeit, d. h. die Rückführbarkeit aller Verhältnisse auf Zahlenverhältnisse und logische Verhältnisse, zum Paradigma für die Ordnung von Wirklichkeit überhaupt. Das beflügelt einerseits die höhere Mathematik.⁸ Anderer-

⁴ Vgl. für diese Thesen zu Zeichen, Zahl und Kalkül Krämer, Sybille: Kalküle als Repräsentation. Zur Genese des operativen Symbolismus in der Neuzeit, In: Rheinberger, H.-J. / Hagner, M. / Wähling-Schmidt, B. (Hg.): Räume des Wissens: Repräsentation, Codierung, Spur, Berlin: Akademie-Verlag 1997. Dort unterscheidet sie einen ontologischen von einem symbolischen Symbolismus. Ontologischer Symbolismus meint, dass das Gegebensein symbolisch repräsentierter Gegenstände unabhängig ist von der Repräsentation (Akt der Symbolisierung). Symbolischer Symbolismus grenzt sich davon ab, indem er sagt, dass Symbole primär sind und epistemische Gegenstände (das Symbolisierte) darin erst konstituiert werden (ebd., 111f.).

⁵ Krämer, Sybille: Symbolische Maschinen. Die Idee der Formalisierung in geschichtlichem Abriß, Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft 1988, 60. Man spricht dann auch von einem uninterpretierten Kalkül.

⁶ S. Krämer sieht den Hauptaspekt der Kalkülisierung darin, dass „der Vollzug und die Beschreibung dieses Vollzugs [...] in eins“ fallen. Woraus folgt: „Die Operationen mit Zeichen treten an die Stelle der Operationen mit den Sachen selbst und dies nicht nur temporär, sondern auf Dauer.“ (Krämer, Sibille: Simulation und Erkenntnis. Über die Rolle computergenerierter Simulation in den Wissenschaften, In: Nova Acta Leopoldina 110 /337 (2011).) Die Zahl ist insofern als die Sache selbst zu bezeichnen, als sie sich bzw. als sich das Zahlzeichen nicht auf eine ontologische Entität bezieht, die sie nur vertritt und beide ihre Existenz unabhängig voneinander haben könnten. Sie bezieht ihre Bedeutung aus dem Kalkül, einer ideellen Entität, und zwar derart, dass der Kalkül nur in der Zahl (und anderen Symbolen) seinen Ausdruck hat und die Zahl (und ihre Funktionalität) den Kalkül wirklich werden lässt. Krämer drückt diesen Sachverhalt in einem Aufsatz über Technik als Kulturtechnik so aus: „[I]m Zuge der Veranschaulichung des ‚kognitiv Unsichtbaren‘ verändert sich der Zahlbegriff: ‚Zahl‘ bedeutet nicht länger eine Anzahl, verstanden als abzählbare Menge von Einheiten, sondern wird zum Referenzmodell eines Symbolismus, mit dem regelgeleitet operiert werden kann. Durch die Übertragung des Rechnens mit gegenständlichen Einheiten mittels Rechenbrett auf das rein schriftliche Rechnen im dezimalen Positionssystem entsteht überhaupt erst der neuzeitliche Zahlbegriff. Die Visualisierung in einem Medium ist zugleich ein Akt der Konstitution des Visualisierten.“ (Krämer, Sybille: Technik als Kulturtechnik, In: Kornwachs, Klaus (Hg.): Technik - System - Verantwortung, Berlin/Münster/Wien: LIT Verlag 2004, 163.)

⁷ Krämer, Sybille: Symbolische Maschinen. Die Idee der Formalisierung in geschichtlichem Abriß, a.a.O., 91.

⁸ Insbesondere sind es folgende Bereiche, die zentral sind: 1) Die Buchstabenalgebra. Mit der symbolischen Algebra wird im 15. Jh. das Auflösen von Gleichungen schriftlich explizierbar. Vorher war es ein ingenieures Geheimwissen. (Krämer, Sybille: Kalküle als Repräsentation. Zur Genese des operativen Symbolismus in der Neuzeit, a.a.O., 113.) 2) Die Analytische Geometrie. Descartes entdeckt, dass durch die Abbildung von Punkten

seits wirkt es ebenso auf die Philosophie überhaupt. Descartes ist ideengeschichtlich eine Schlüsselfigur. Er entwickelt in den *Regulae* eine universelle Methode, die auf alle nur denkbaren Gegenstände anzuwenden ist.⁹ Nicht der Gegenstand gibt die Methode vor (Aristoteles), sondern die Methode bestimmt, was als wissenschaftlich zu gelten hat und überhaupt als Gegenstand in Frage kommt.¹⁰ Die Methode ist dann auch auf Problemlösung ausgerichtet, insofern sie die Rückführung auf Größe überhaupt (*magnitudo in genere*) anstrebt (Quantifizierung), um damit das Gesuchte aus gegebenen Bedingungen herzuleiten. Leibniz geht mit der Formalisierung noch einen Schritt weiter: Er macht den Kalkül zum Programm (Leibnizprogramm), indem er annimmt, dass alle wissenschaftliche Wissensbildung kalkülierbar sei. In einem solchem Kalkül wäre jedes Problem berechenbar.¹¹ Wenngleich sich Leibniz' Vorhaben als zu ambitioniert zeigt, ist der Siegeszug der Formalisierung in den Wissenschaften bis heute ungebrochen. Objektivität in den Wissenschaften ist eng an die Formulierung von allgemeinen Gesetzen gekoppelt, die sich als Formeln ausdrücken und damit berechnen lassen. Quantifizierung und Berechenbarkeit werden so zur Signatur der frühen Neuzeit, aber auch von Wissenschaftlichkeit überhaupt.

3. Vermittlung von Zeichen und Zahl im Computer

Weil es in den Geisteswissenschaften nicht allein um die Syntax des Zeichens geht, die nur auf Zeichenebene verhandelt und unter formalen Gesichtspunkten betrachtet werden könnte, sondern vor allem um die Semantik, die im historisch verankerten, wandelbaren Wissen besteht, bleibt eine Formalisierung im ersten Zugriff ein Widerspruch.¹² Das Zeichen so gefasst, entzieht sich einer Berechenbarkeit im dem oben genannten Sinne, dass etwas a) als Problemstellung im Medium einer künstlichen Symbolsprache ausgedrückt werden können muss und b) dann die Problemlösung auf Operationen mit der Symbolsprache zurückgeführt werden kann. Zeichen im engeren Sinne sind keine Elemente in einem abgeschlossenen Kalkül, sondern verweisen prinzipiell offen auf ein Anderes, ein Höheres, dessen Ausdruck sie sind.¹³ Die Zahl ist Inbegriff der Berechenbarkeit. Das Zeichen entzieht sich der Berechenbar-

auf Zahlenpaare (x, y) geometrische Figuren in die Formelsprache der Algebra übersetzt werden können. Geometrische Probleme können so leichter gelöst werden (ebd., 114.). 3) Die Infinitesimalrechnung. Leibniz überträgt die formale Symbolmanipulation auf das Rechnen mit unendlich kleinen und großen Größen (ebd.). Die Frage nach der metaphysischen Bedeutung des Unendlichen wird hier explizit ausgeklammert (vgl. Krämer, Sybille: *Symbolische Maschinen. Die Idee der Formalisierung in geschichtlichem Abriß*, a.a.O., 60).

⁹ Descartes, René: *Regulae ad directionem ingenii / Cogitationes privatae*, Bd. 613, Philosophische Bibliothek hrsg. v. Wohlers, Christian, Hamburg: Meiner 2018.

¹⁰ Krämer, Sybille: *Symbolische Maschinen. Die Idee der Formalisierung in geschichtlichem Abriß*, a.a.O., 92.

¹¹ Ebd., 138. Dabei will Leibniz über bloß mathematische Kalküle hinausgehen. Er bedient sich ihrer Verfahren. Aber er möchte die Bereiche, die ein solcher Kalkül abdeckt, qualitativ erweitern. Er möchte eine universelle Kalkülsprache entwickeln (ebd., 104.). Er entwirft ein Modell, das begriffliche Inhalte zurückführt auf mathematisch gebildete Abhängigkeitsbeziehungen zwischen Zahlen, das der Idee nach nicht bloß mit Variablen operiert (die für Sachverhalte stehen), sondern mit Zeichen, die ihre Bedeutung aus dem System selbst gewinnen. Leibniz will auch hier (begriffliche) Wahrheit zurückführen auf Richtigkeit.

¹² Die Philosophie der idealen Sprache um Gottlob Frege, Bertrand Russel, Alfred North Whitehead, dem frühen Ludwig Wittgenstein und Rudolf Carnap versteht sich gerade als eine, die versucht, die Vagheiten der normalen Sprache durch Formalisierung zu eliminieren. Das jedoch läuft auf die Entwicklung einer Idealsprache hinaus und bedeutet weniger, die Sprache selbst als eine zu verstehen, die sich formalisieren ließe.

¹³ Das darf an dieser Stelle nicht so verstanden werden, dass eine Referenztheorie der Bedeutung vertreten würde. Es soll nur darauf aufmerksam gemacht werden, dass ein Zeichen überhaupt über sich hinausweist und Bedeutung konstituiert wird.

keit. So lässt sich die Ausgangsposition formulieren – eine Ausgangssituation für unsere Überlegungen, die auf den ersten Blick ein striktes Lagerdenken nachvollziehbar werden lässt.¹⁴ Diese beiden Paradigmen lassen sich jedoch zusammendenken – und zwar im Computer selbst.

Zahl und Zeichen als Paradigmen zu verstehen, dient als Fokus für konzeptionell geschiedene, nicht immer trennbare Weisen der Weltverständigung. Diese Paradigmen konstituieren sich, indem Zahl und Zeichen anders operieren. Die Zahl findet ihre klar definierte Bedeutung im Setting eines Kalküls vor. Das Zeichen bleibt auf ein Auslegungsgeschehen angewiesen, das seine nie abschließbare Bedeutung im Kontext erzeugt. Die semantische Dimension einer Zahl *fällt in eins* mit den syntaktischen Operationen innerhalb des Kalküls.¹⁵ Die semantische Dimension eines Zeichens ist wenn überhaupt mittelbar getragen von der Syntax¹⁶ oder bleibt sogar jenseits davon¹⁷. Die formale Sprache als ein Repräsentant des Paradigmas der Zahl konstituiert Semantik *unmittelbar* durch Syntax. Die natürliche Sprache als ein Repräsentant des Paradigmas des Zeichens transportiert Semantik *mittelbar* durch Syntax. Die Differenz beider Sprachräume macht sich sehr deutlich darin, dass schriftliches Rechnen als ein konkreter Kalkül gerade auf seine syntaktischen Elemente reduziert werden kann – und so auch am besten funktioniert. Das im Kalkül festgelegte Verfahren muss lediglich korrekt angewendet werden, um die Richtigkeit des Ergebnisses garantiert zu wissen. Natürliche Sprache ist zwar auf Syntax angewiesen, aber nicht auf sie reduzierbar. Der definitorische Zusammenfall bzw. die prinzipielle Trennung von Semantik und Syntax bildet daher überhaupt die Grundlage für die Unterscheidung von Zahl und Zeichen dahingehend, dass die Zahl die Sache selbst genannt werden kann, das Zeichen jedoch nicht. Die Konstitution von Bedeutung unterscheidet sich. So gewendet besteht der Unterschied darin, dass zwar auch die Zahl Zeichencharakter aufweist, jedoch die Zahl ihre Bedeutung eindeutig in der formalen Definition der Transformationsregeln, d. h. in der Syntax, findet, das Zeichen jedoch nicht. *Im Paradigma der Zahl liegt die Semantik allein und vollständig in der Syntax. Im Paradigma des Zeichens konstituiert sich Semantik jenseits der Syntax.* Diese Distinktion ist die Grundlage für die Unterscheidung von Natur- und Geisteswissenschaften. Dort liegt die Wahrheit unmittelbar in der Berechnung als konkrete Anwendung der Transformationsregeln. Hier konstituiert man Bedeutung durch Auslegung als offener Verstehensprozess auf Grundlage der Zeichen. *Zahl und Zeichen unterscheidet damit die Frage nach der Bedeutungskonstitution. Beides sind Zeichen.* Die Zahl ist ein in einem formalen System eingegrenztes, formales Zeichen, in dem die Semantik fixiert ist. Das Zeichen ist auf Lebenswelt hin geöffnet, aus der sie Semantik erst gewinnen muss.

Die Algorithmisierung der Transformation des formalen Zeichens ist der eigentliche Ursprung der Berechenbarkeit – nicht die Zahl. Das ist aber auch der Ursprung der Turing-

¹⁴ Vgl. z. B. die Methodenreflexion von Snow, Charles Percy: Die zwei Kulturen. Literarische und naturwissenschaftliche Intelligenz, Stuttgart: Klett 1967.

¹⁵ Wenn hier von Semantik gesprochen wird, sind nicht metaphysische Erörterungen über das Wesen der Zahl von Belang, sondern die rein formalen Zusammenhänge, die (formal) interpretiert werden. Die Interpretation (mathematisch gesprochen) bezieht sich zwar immer auf ein Universum. Aber in diesem Universum sind es dann immer die formulierten formalen Zusammenhänge, die darin aktualisiert werden und so *als diese formalen* Zusammenhänge eine Semantik haben.

¹⁶ Z. B. sind in einer natürlichen Sprache zugleich syntaktische Elemente vorhanden, die für das Gemeinte wesentlich sind.

¹⁷ Dies ist z. B. dann der Fall, wenn keine natürliche Sprache mit grammatischen Regeln im Spiel ist, sondern sich Gemütszustände in Gestik oder Mimik äußern.

Maschine und damit des Computers. Die Turing-Maschine ist als theoretische Maschine vor der Erfindung des Computers entwickelt worden. Sie ist eine Maschine, die mit einem Minimalset bestehend aus Lese-Schreib-Kopf und Arbeitsband und den Minimaloperationen Lesen, Schreiben, Bewegen (um ein Feld) eine universelle Rechenmaschine ist. Sie setzt Berechenbarkeit und Automatisierung bzw. Formalisierbarkeit und Mechanisierbarkeit gleich. Alles, was formalisierbar ist, kann die Turing-Maschine berechnen, indem sie nach vorgegebenen Regeln Symbole auf einem Band transformiert. Die Turing-These lautet also: Jeder beliebige Algorithmus kann als sequenzielle Symbolmanipulation abgebildet werden. Der Computer als Implementierung einer Turing-Maschine kann alles berechnen. Es ist somit auch keine Maschine denkbar, die mehr berechnen könnte. Alles, was berechnet werden kann, kann der Computer berechnen. Und so kommt am Ende die komplexeste Anwendung zurück auf die sequenzielle Transformation von 0 und 1. Der Computer ist hier dezidiert eine Rechenmaschine. Als solche ist er ein ideales Werkzeug für die Naturwissenschaften, in der das Paradigma der Berechenbarkeit leitend ist.¹⁸

Der Computer als Realisierung der Turing-Maschine lässt sich somit einerseits in das Paradigma der Zahl einordnen. Die Geschichte der Computer ist eine Geschichte der Formalisierung. Aber Formalisierung ist eine Methode, um Bedeutung zu konstituieren. Das heißt also, dass der Computer nicht nur mit der Idee der automatisierten Verarbeitung aufs Engste verwoben ist, sondern darin auch die Idee der Wahrheitsfähigkeit und die der Welthaltigkeit solcher automatisierten Symbolmanipulationen prägt.¹⁹ Werden im Computer als Implementierung einer Turing-Maschine Symbole algorithmisch verarbeitet, ist die in diesem Problemzusammenhang entscheidende Frage, welche Zeichen der Computer nun verarbeitet. Denn an der Art der Zeichen hängt auch die Reichweite seiner Bedeutungskonstitution, die er berechnend leisten kann. Die Zahl zeigte sich als ein Spezialfall des Zeichens. Dass der Computer nun Zahlzeichen algorithmisch verarbeitet, liegt nahe, ist jedoch gleichfalls nur ein Spezialfall der algorithmischen Zeichenverarbeitung. Der Computer ist dezidiert auch als ein Medium definiert, das Zeichen im engeren Sinne darstellt. Als solches tritt er dazwischen und vermittelt.²⁰ Damit greift der Computer vermittelt über die Digitalisierung in das Paradigma

¹⁸ Die moderne Naturwissenschaft setzt zwar nicht auf die Kalkülisierung der Wirklichkeit im Sinne von Leibniz, aber auf eine Quantifizierung, die sich ideengeschichtlich nachverfolgen lässt im Siegeszug der Naturwissenschaften, der mit der Umstellung vom scholastischen, deduktiven Verfahren auf das experimentelle induktive Verfahren bei Francis Bacon begann. Nicht die Auslegung von (tradierten) Texten (und damit von Zeichen bzw. Begriffen) ist das grundlegende Paradigma. Denn der Bruch besteht auch gerade darin, dass die Autorität einer überlieferten Analyse oder Untersuchung nicht mehr anerkannt wird. Die lang gepflegte Tradition einer Kommentierung von Texten (und damit einer hermeneutischen Beschäftigung auch mit naturwissenschaftlichen Gegenständen) im Mittelalter wird so beendet. Das grundlegende Paradigma besteht in der Rückführung der Wirklichkeit auf quantifizierbare Entitäten, deren Verhältnisse sich in allgemeinen Gesetzen ausdrücken und berechnen lassen. Erklärbar im Sinne der Naturwissenschaften ist ein Phänomen dann, wenn es sich auf allgemeine Gesetze zurückführen lässt, aus denen sich Aspekte des Phänomens ableiten lassen. Wenngleich also nicht die Kalkülisierung im Vordergrund steht, bilden die Naturwissenschaften und der Computer aufgrund ihres gemeinsamen Grundes der Zahl eine innige Gemeinschaft.

¹⁹ Mit der (algorithmischen) Verarbeitung kommt nach der räumlichen Fixierung im Zeichen bzw. der Schrift die Dimension der Zeit hinzu. Vgl. Krämer, Sybille: 'Operationsraum Schrift'. Über einen Perspektivenwechsel in der Betrachtung der Schrift, a.a.O., 47.

²⁰ Dies berührt einen breiten Diskurs über die Medialität des Computers. Vgl. etwa: Bolz, Norbert / Kittler, Friedrich / Tholen, Christoph (Hrsg.): *Computer als Medium*, München: Wilhelm Fink Verlag 1994; Coy, Wolfgang (Hrsg.): *Aus der Vorgeschichte des Mediums Computer*, München: Wilhelm Fink Verlag 1994; Doltzer, Bernhard J.: *Diskurs und Medium. Zur Archäologie der Computerkultur*, München: Wilhelm Fink Verlag 2006; Robben, Bernard: *Der Computer als Medium. Eine transdisziplinäre Theorie*, Bielefeld: transcript Verlag 2006.

des Zeichens ein. Erstens deswegen, weil er Zeichen darstellt, und zweitens deswegen, weil die Darstellung der Zeichen *eo ipso* auch die Verarbeitung der Zeichen ermöglicht. Als ein solcher Apparat bewegt er sich auf einer Ebene, auf der gerade diejenigen Zeichen formal aufbereitet und mittels höherer Programmiersprachen algorithmisch verarbeitet werden, die sich eigentlich einer Formalisierung und Algorithmisierung entziehen sollten. Denn Semantik kann bei Zeichen im engeren Sinne nicht allein auf die Syntax zurückgeführt werden. Nach der Formalisierung der Wirklichkeit, die die Wirklichkeit qua Zahl berechenbar gemacht hat, folgt nun die Digitalisierung der Wirklichkeit, die die Wirklichkeit der Zeichen abbildet – und auch qua Zeichen berechenbar machen möchte. Wie der Computer in das Paradigma des Zeichens eingreift, muss jetzt erörtert werden.

4. Die Digitalisierung

Und hier kommt Digitalisierung in ihrer heutigen Form als Transformation des Analogen ins digitale Medium des Computers in den Fokus. Betrachten wir diejenigen Aspekte, die für die geisteswissenschaftliche Forschung relevant sind. Die Digitalisierung der Forschungsgegenstände, seien es Text, Bild, Ton, Objekt oder Ähnliches, d. h. die Überführung analoger Gegenstände in Bits und Bytes, ist Grundlage digitaler geisteswissenschaftlicher Forschung. Dabei ist es wichtig an dieser Stelle zu sehen, dass die besagten Gegenstände selbst Zeichen sind. Das ergibt sich nicht allein aus der Reflexion über Zahl und Zeichen, sondern auch aus dem Selbstverständnis geisteswissenschaftlicher Forschung. Denn alles, was Gegenstand der Geisteswissenschaft werden kann, muss verstehbar sein. Und das, was verstanden werden kann, ist Zeichen. Alles, was sich als Mentales ausdrückt, benutzt Zeichen, durch welche es sich ausdrückt. Ein Zeichen ist ja überhaupt nur Zeichen dadurch, dass es für ein Anderes steht, auf das es verweist. Voraussetzung für das Verstehen ist das Vorhandensein eines Verstehbaren, d. h. eines Zeichens. Und nur das Verstehbare als Vorhandensein eines Zeichens fordert zum Verstehen auf. Damit ist das Zeichen Basis aller Geisteswissenschaft, und die Geisteswissenschaften arbeiten ausschließlich mit Zeichen.²¹ Zugleich ist damit aber auch gesagt, dass Geisteswissenschaft als digitale Wissenschaft Zeichen *per definitionem* auf Zahlen, nämlich auf 0 und 1, zurückführt. Es bleibt im Auge zu behalten, dass die Formalisierung die Zahl zur Sache macht, dagegen die Digitalisierung das Zeichen zunächst zur Darstellung im Computer bringt. Erst im zweiten Schritt wird das digitale Zeichen in dem Sinne algorithmisch verarbeitet, dass von einer Berechnung gesprochen werden kann. Aber das genau ist die entscheidende Zwischenstufe, die wesentlich Zeichen im engeren Sinne und Berechenbarkeit verbinden kann. *Denn die Formalisierung erzeugt Bedeutung, indem sie Semantik und Syntax verschmilzt. Die Digitalisierung erzeugt Bedeutung, indem sie Semantik aus der Syntax gewinnt. Das geschieht mittels der Standardisierung.*

5. Die Standardisierung

Computer sind keine einfachen Turing-Maschinen. Es sind Rechenmaschinen, die Turing-Maschinen in einer Von-Neumann-Architektur mit verschiedenen Funktionsgruppen der

²¹ Vgl. zu den Überlegungen zu Zeichen in den Geisteswissenschaften Hösle, Vittorio: Kritik der verstehenden Vernunft. Eine Grundlegung der Geisteswissenschaften, München: C.H. Beck 2018, 43f.

Hardware implementieren.²² Schichtenmodelle kommen auch zur Strukturierung der Software zum Einsatz. Zentrale Funktionen wie sie auch auf Hardware-Ebene vorkommen werden den Schichten zugeordnet. Dabei gibt es unterschiedliche Architekturtypen, die je andere Schichten voneinander unterscheiden. Ein Modell wäre das 3-Schichten-Modell. Es besteht aus einer Präsentationsschicht, auch *client tier* genannt. Sie ist für die Repräsentation der Daten, die Benutzereingaben und die Benutzerschnittstelle verantwortlich. Dazu kommt eine Logik- bzw. Anwendungsschicht, auch *application-server tier* genannt. Hier wird die Anwendungslogik durch Verarbeitungsschritte definiert. Desweiteren gibt es die *data-server tier*, eine Datenhaltungsschicht. Sie ist verantwortlich für das Speichern und Laden von Daten. Dabei nimmt eine Schicht für die Bearbeitung bereitgestellte Services von der unteren Schicht in Anspruch und stellt selbst für höhere Schichten Services zu Verfügung. Die Schichtung erlaubt eine strikte, modulare Trennung von Aufgaben. Jede Schicht hat ihre zugewiesene Funktion. Diese Funktion unterliegt diesen klar definierten Verarbeitungsanweisungen, die eine Eingabe von der oberen oder unteren Schicht zu einer Ausgabe an die obere oder untere Schicht transformieren.

Zentral für die Frage nach Zeichen ist einerseits die Darstellungs- und andererseits die Applikationsebene, denn Zeichen werden abgebildet²³ und dann verarbeitet. Standardisierung ist die Bereitstellung von einheitlichen, klar definierten Rahmenbedingungen, unter denen diese Transformation der Eingaben zu validen Ausgaben möglich wird.²⁴ Abgesehen von den unzähligen Standards für die hardwareseitige Ausgestaltung der Architektur, geht es auch immer um die Spezifikation der Logik derjenigen Daten-Objekte im weiten Sinne, die an den jeweiligen Schnittstellen übergeben werden. Diese Objekte haben ein Format. In Anbetracht des Einsatzes dieser Technologien und Standards für die Präsentation und Verarbeitung der Daten lautet die hier zu belegende These nun: *War die Kalkülisierung bzw. Formalisierung der Wirklichkeit die Voraussetzung für den mathematisch-naturwissenschaftlichen Zugang zur Wirklichkeit, so ist die Standardisierung der Wirklichkeit die Voraussetzung für den digital-geisteswissenschaftlichen Zugang zur Wirklichkeit.*

6. Formalisierung vs. Standardisierung

1) Die Formalisierung setzt auf Abstraktion. Die Standardisierung auf Konkrektion.

²² Die Funktionsgruppen umfassen: 1) Das Rechenwerk ALU (Arithmetic Logic Unit) und den Prozessor 2) Das Steuerwerk (Control Unit), das die Anweisungen eines Programms interpretiert 3) Das Bussystem, das die Module verbindet 4) Das Speicherwerk (Memory), das die Daten speichert 5) Das Eingabe-/Ausgabewerk (I/O Unit), das die Ein- und Ausgabe von Daten über Tastatur oder Bildschirm steuert. Vgl. dazu z. B. Klinke, Harald: *Aufbau eines Computers und Vernetzung*, In: Jannidis, Fotis / Kohle, Hubertus / Rehbein, Malte (Hg.): *Digital Humanities. Eine Einführung*, Stuttgart: J.B. Metzler 2017.

²³ Zum Aspekt der Abbildung vgl. Jannidis, Fotis: *Zahl und Zeichen*, In: ebd.(Hg.): .

²⁴ Es wird hier von Standards und Standardisierung in gleichem Maße gesprochen. Standardisierung ist der Prozess der Festschreibung von Standards – und zugleich auch der erkenntnistheoretische sowie sozio-ökonomische Transformationsprozess der Gesellschaft. In diesem Sinne gehören alle Aspekte zusammen und bedingen sich. Wenn hier also das standardisierte Zeichen Gegenstand der Überlegungen ist, so ist entsprechend auf konkrete Standards wie auch auf den Prozess der Standardisierung einzugehen. Wenngleich auch der sozio-ökonomische Aspekt im Hintergrund zu behalten ist und interessante Facetten in die Überlegungen einbringen könnte, bleibt dieser Aspekt hier außen vor. Wenn im Weiteren von ‚Standardisierung‘ gesprochen wird, ist dies durchaus auch in Analogie zum erkenntnistheoretischen Transformationsprozess zu sehen, der mit ‚Formalisierung‘ bezeichnet wird.

2) Die Formel ist ein Modell der Wirklichkeit, das möglichst viele Fälle abdeckt. Der Standard ist darauf ausgerichtet, viele Fälle auszuschließen.

3) Die Formel ist in erster Linie ein Modell *von* der Wirklichkeit, die sie idealisiert abbildet. Der Standard ist in erster Linie ein Modell *für* einen bestimmten Zweck mit klarer Einbettung in andere Standards, die er selbst voraussetzt, um zu funktionieren, bzw. die ihn voraussetzen, um zu funktionieren.

4) Die Formalisierung hat ihren Zielpunkt in der Immanenz. D. h. die konsequente Formalisierung geht im Kalkül auf und löst sich von der empirischen Wirklichkeit ab. Die Standardisierung ist ein Prozess, der auf einen Zweck hin ausgerichtet ist und hat ihren Zielpunkt in der empirischen Wirklichkeit. D. h. der ideale Standard geht in der Wirklichkeit auf, indem er die Wirklichkeit definiert und das nur als Wirklichkeit akzeptiert, was er als diese setzt. Für den uninterpretierten Kalkül ist die empirische Wirklichkeit irrelevant. Er ist reiner Formalismus.

5) Während die Formalisierung auf diese Weise auf Schließung hin entworfen wird, indem sie zumindest als Kalkül ihre Bedeutung aus sich gewinnt, ist die Standardisierung auf Öffnung hin entworfen, indem die Schnittstelle zu anderen Standards und der Bezug auf Wirklichkeit wesentlich sind.

6) Formalisierung ist eine Rückführung des Wirklichen auf Zahlen und auf innerlogische und innermathematische Relationen. Die modellierte Wirklichkeit wird *dekontextualisiert*, indem Kontext eliminiert wird. Standardisierung ist eine Überführung des Wirklichen auf fixierte außerlogische Relationen. Die modellierte Wirklichkeit wird *rekontextualisiert*, indem Kontext kreiert und in den Standard integriert wird.

7) Bei der Formalisierung als Grundlage für die Naturwissenschaften ist es die *unmittelbare* Identität der Zahl und der formalen Verhältnisse mit der Wirklichkeit, die den Einsatz von Computern präfiguriert. Die Berechnung *ist* die Wahrheit. Bei der Standardisierung als Grundlage für die Geisteswissenschaften ist die *mittelbare* Identität des digitalen Zeichens mit der Wirklichkeit der definierende Rahmen für den Einsatz von Computern. Die Abbildung ist eine Verdopplung.

8) Während also die Formalisierung den Anspruch erhebt, mit der Wirklichkeit unmittelbar identisch zu sein, lässt die Digitalisierung durch Standardisierung der Wirklichkeit ihr Eigenrecht und möchte lediglich mittelbar identisch mit ihr sein.

9) Die Formalisierung möchte auf eine Weise homogene Wirklichkeit sein. Die Standardisierung reguliert inhomogene Wirklichkeit.

10) Daher hat die Formalisierung eine epistemologische Ausrichtung, die Standardisierung eine praktische.

Um ein Beispiel zu geben, konzentrieren wir uns auf die Darstellungsebene. Die Daten sind das Material dessen, was uns als Inhalt bzw. als Inhalt eines bestimmten Mediums gegenübertritt – seien es Musik, Bild, Video, Objekt oder Text. Dieses Material ist *eo ipso* geformt von Standards. Nehmen wir also ein für die Geisteswissenschaften zentrales Medium, den

Text, so trifft man dort z. B. auf den Unicode-Standard für die Codierung der Zeichen. Man findet den allgegenwärtigen TEI-Standard für die Erfassung von Textstrukturen und zudem z. B. RELAX NG als Schema-Sprache für die Modellierung und Strukturierung von XML-Dokumenten. Der Geisteswissenschaftler, der digital arbeitet, ist damit in der Lage, nach seinen Erwägungen den Gegenstand und die Forschungsfragen betreffend den Text zu strukturieren und maschinenlesbar zu machen. Entsprechend der oben umrissenen Logik der Standardisierung bzw. eines Standards heißt dies für einen Text:

Der Text wird überführt in einen annotierten Text. Ein Original wird digitalisiert (6 und 7). Der Text kann mit TEI-XML überhaupt strukturiert werden, weil TEI *konkret* ein Standard für Text ist (1). TEI setzt für die Strukturierung allein auf XML und reguliert damit die Arbeit mit dem Text für die Forschergemeinschaft *praktisch* (8 und 9). Der Standard *schließt* damit andere Strukturierungsmöglichkeiten *aus* (2). Er ermöglicht zwar ein *Modell von* einem Text, aber ist zugleich ein *Modell für* die automatisierte Verarbeitung der Texte (3). Dafür wird der Standard überhaupt eingesetzt. Das ist sein *Zweck* (4). Zugleich gewinnt der Text und gewinnen die Absätze, die Sätze, die Worte, die Buchstaben, die Markierungen, die Durchstreichungen und Anmerkungen im Text einen klar umrissenen *Kontext*, indem die XML-TAGS eine Bestimmung mitführen, die sie auf den Text bzw. Teile davon übertragen (5). Diese Bestimmung gewinnt der Standard aus anderen, gleichgearteten Phänomenen, von denen her diese spezifischen Tags ihre Struktur, ihre Einbettung in andere Tags, ihre Inkompatibilität mit anderen Tags etc. gewinnen. TEI ist zudem geöffnet auf Interkonnektivität hin. Der TEI-Standard setzt damit auf andere Standards wie z. B. XML auf und erlaubt zugleich das Zusammenspiel mit anderen Standards wie RELAX-NG, der weitere *Kontextualisierungen* ermöglicht, indem er z. B. explizit im TEI-Standard erlaubte Verbindungen oder Schachtelungen von Elementen unterbindet oder fordert (4 und 5).

Der Standard bringt nun immer schon durch seine konkrete Einbettung in eine Wirklichkeit einen Kontext mit, der Voraussetzungen hat, Ziele setzt und mit theoretischen Annahmen operiert. Die dann ineinandergreifenden und aufeinander aufbauenden Standards etablieren vor diesem Hintergrund ein Ordnungsschema und machen Gehalt explizit. Ein Standard schafft Ordnung, und Ordnung ist *per se* gehaltvoll. Daher ist diesen eigentlich formalen, automatisiert verarbeitbaren Strukturen in diesem Sinne auch nicht allein ein syntaktisches Moment eigen, sondern immer auch schon ein semantisches.²⁵ All das liegt im Standard. Das will ein Standard sein.

7. Das standardisierte Zeichen

Was lässt sich jetzt festhalten? Die Formalisierung überführt die Sache in die Zahl bzw. in die Relation. Die Digitalisierung überführt das Zeichen in ein standardisiertes Zeichen.

Die Zahl bzw. die Formel ist identisch mit der Sache. Der Standard ist auf dieser abstrakten Ebene ein Zeichensystem für ein Zeichen: Das Zeichen vertritt das Zeichen, das für eine Sache steht. In der Naturwissenschaft ist das Modell identisch mit der Wirklichkeit: D. h. alles, was sich im Modell sagen lässt, lässt sich auch über die Wirklichkeit sagen und nur das, was

²⁵ Die semantische Erweiterung des Textes lässt sich natürlich auch ausbauen durch andere Standards des *semantic web* oder CIDOC-CRM. Einen Vergleich von TEI und CIDOC-CRM leistet z. B. der Aufsatz Eide, Øyvind / Ciula, Arianna: Reflections on Cultural Heritage and Digital Humanities. Modelling in Practice and Theory 2017.

sich im Modell sagen lässt, soll über die Wirklichkeit gesagt werden.²⁶ Berechenbarkeit qua Zahl ist die Essenz der Formalisierung; die Formel das Ergebnis. Die Digitalisierung erfasst das Zeichen auch in einem Modell: Abbildbarkeit qua Zeichen ist die Essenz der Standardisierung. Die Formel ermöglicht Korrektheit in der Berechnung. Der Standard ermöglicht Präzision in der Beschreibung. Während es bei der Formel allein um Syntax geht, kommt bei der Beschreibung die Semantik hinzu.

Das Erschließen der Sache qua Formel heißt, dass das Verstehen der Formel zugleich das Verstehen der Sache ist. Das Verstehen der Sache kann nur über die Formel geleistet werden. Das ist im Jargon dann kein Verstehen mehr, sondern eine Erklärung. Das Abbilden der Zeichen qua Zeichen heißt, dass ein Zeichensystem in ein anderes Zeichensystem möglichst verlustfrei transformiert werden kann und ein Verstehen der vom Zeichen bezeichneten Sache auf Grundlage beider Zeichensysteme möglich ist.

Die Formalisierung ändert ideengeschichtlich betrachtet den Modus des Erkennens vom Verstehen zum Berechnen. Die Standardisierung ändert den Modus des Erschließens vom Zeichenlesen zur Zeichenverarbeitung. Um das zu ermöglichen, ist der Standard kein beliebiges Zeichensystem, sondern ein umfassend auf Interoperabilität entworfenes und entsprechend dem Schichtenmodell modulares Zeichensystem. Jede Schicht hat ihre Standards, die feingliedrig aufeinander abgestimmt sind und so überhaupt alle Binnendifferenzierung eines im Computer rekonstruierten Mediums wie Text, Bild, Ton, Video etc. von Grund auf konstituieren. Der Computer generiert so alle für die unterschiedlichen Medien relevanten Differenzen dynamisch aus sich, indem der Programmcode – selbst wiederum ein System aus Differenzen – die vom Standard definierten Differenzen implementiert.²⁷ Digitalität ist damit das grundlegendste Medium, das sich denken lässt. Alles, was digital ist, besteht darin. Es ist so das absolute Medium. Und so verändert der Computer Medialität grundlegend. Denn im Medium der Digitalität werden Verarbeitung und Verarbeitetes identisch. Begriff und Gegenstand sind gleich. Medium, Methode und Werkzeug sind identisch. Ein Zeichen im engeren Sinne gerät auf diese Weise *eo ipso* über seine bloße Abbildbarkeit hinaus in den umfangreichen Verfügungsraum der automatisierten Verarbeitung. Weil man das digitale Zeichen aus vielen Zeilen von Code geformt und seine Logik Zeile für Zeile implementiert hat, steht es vollkommen im Verfügungsbereich des Computers. Programmiersprachen und Datenformate nehmen dabei eine Schlüsselstellung ein. Die Programmiersprache ist erstens ein Werkzeug, das ein Set an Operationen mitbringt, durch das fast jede beliebige Logik implementiert werden kann. Sie kann prinzipiell von Grund auf Abhängigkeiten aufbauen, umbauen oder auflösen. Die Programmiersprache ist zweitens auch eine formale Sprache, die über ein Set an Symbolen ein Set an Regeln definiert, die über diesen Symbolen ausgeführt werden können, um gültige Ausdrücke zu erzielen. Der Vorteil gegenüber der bloßen Rechnung mit Zahlen besteht nun darin, dass die Symbole beliebig komplex sein und ganz unterschiedliche Abhängigkeiten implementieren können. Diese Symbole können als zu verarbeitende Elemente auch externalisiert sein. D. h. Programme können mit Daten ‚gefüttert‘ werden, die in spezifischen, genau definierten Formaten vorliegen. Die Digitalisierung erlaubt es also

²⁶ Das Modell ist eine Abstraktionsleistung, die Wirklichkeit in nur wesentlichen Eigenschaften erfasst. Damit ist das Modell nicht vollumfänglich identisch mit Wirklichkeit, sondern hinsichtlich eines relevanten Ausschnitts. Zu Überlegungen zur Modellbildung und zum Abbildcharakter vgl. Krämer, Sibille: Simulation und Erkenntnis. Über die Rolle computergenerierter Simulation in den Wissenschaften, a.a.O.

²⁷ Seel, Martin: Medien der Realität und Realität der Medien, In: Krämer, Sibille (Hg.): Medien Computer Realität, Frankfurt/M.: Suhrkamp 1998, 258.

nicht allein, verschiedene Objekte als Bits vorliegen zu haben. Sie ermöglicht es qua Standards darüber hinaus, diese Objekte minutiös zu rekonstruieren und mit zusätzlichen Informationen, Kontexten, Abhängigkeiten, Referenzen, Verbindungen oder Verlinkungen zu ergänzen.

Das aber zeitigt auch Konsequenzen. Das digitale Zeichensystem des Computers ist ein Hybrid. Als Zeichen herkömmlicher Natur steht es für ein Anderes und gibt etwas zu verstehen. Es sagt etwas. Es vermittelt etwas, und zwar passiv. Es ist ein Medium einer Botschaft. Aber als formales Zeichen wird es aktiv, bildet nicht nur ab, sondern implementiert auch selbst eine Logik, die das vertretene Zeichen nochmals mit Gehalt anreichert. Es geht also nicht so sehr um die materialen Aspekte des abgebildeten Mediums, die auch einen „Überschuss an Sinn“ konstituieren, „der von den Zeichenbenutzern keineswegs intendiert und ihrer Kontrolle auch gar nicht unterworfen ist.“²⁸ Sondern es geht um eine intendierte Semantik des abbildenden Mediums, mit der die Zeichen unterlegt werden vor dem Hintergrund ihrer technischen Verarbeitbarkeit.

Es ist bedeutsam, dass Zahl *und* Zeichen im Medium Computer auf 0 und 1 zurückgeführt werden. So werden sie selbst egalitär aufgrund der Kernfunktionalität des Computers: der Symbolmanipulation. Ob Zahl oder Zeichen – für den Computer sind dies Symbole, die nach Regeln verarbeitet werden. Das digitale Zeichen kombiniert Deskription und Manipulation. Der Standard in Verbindung mit einer Programmiersprache macht dies möglich, ohne aber nur ein äußerliches Instrument der Manipulation zu sein. Er ist selbst Zeichensystem, dessen man sich bedient, um mit seiner Hilfe etwas in ihm auszudrücken. Der Standard ist kein technisches Werkzeug, das eine eigenständige Existenz gegenüber dem zu Bearbeitenden hat, sondern ein Zeichensystem im Medium des Codes – selbst ein Medium –, das andere Zeichen konstituiert und von dem das Gegebene nicht gelöst werden kann.²⁹

Es wurde gesagt: Der definitorische Zusammenfall bzw. die prinzipielle Trennung von Semantik und Syntax bildet die Grundlage für die Unterscheidung von Zahl und Zeichen dahingehend, dass die Zahl die Sache selbst genannt werden kann, das Zeichen jedoch nicht. Es wurde festgehalten, dass *im Paradigma der Zahl die Bedeutung allein und vollständig in der Syntax liegt, aber im Paradigma des Zeichens konstituiert sich Bedeutung jenseits der Syntax. Für das digitale Zeichen gilt das nicht mehr, weil der Standard als syntaktisches Element die Semantik in das Zeichen selbst einbringt, die es der Zahl angleicht.*³⁰ Die prinzipielle, Para-

²⁸ Krämer, Sybille: Das Medium als Spur und als Apparat, In: Krämer, Sybille (Hg.): ebd., 79.

²⁹ So ist z. B. das Zeichen ‚A‘ im Unicode-Standard als Code-Point realisiert und im Computer auch nur so existent. Es gibt also nicht ‚A‘ und dann einen Standard, sondern das ‚A‘ nur qua Standard. Der Computer ist hier also Medium und nicht Werkzeug oder bloße Rechenmaschine. Dabei ist jeweils austauschbar, ob man vom Computer als Medium oder vom Code als Medium oder vom Standard als Medium spricht. Denn dies wären nur unterschiedliche Fokusse für ein und dieselbe Sache. Auf die Unterscheidung von Instrument und Medium macht S. Krämer aufmerksam: „Auf ein Instrument findet man sich verwiesen, seiner bedient man sich; und was mit ihm bearbeitet wird, hat eine vom Werkzeug durchaus ablösbare Existenz. An ein Medium dagegen ist man gebunden, in ihm bewegt man sich; und was in einem Medium vorliegt, kann vielleicht in einem anderen Medium, nicht aber gänzlich ohne Medium gegeben sein.“ (ebd., 83f.)

³⁰ F. Nake legt eine ähnliche Überlegung vor, wenn er über das „algorithmische Zeichen“ spricht. Er unterscheidet eine intentionale Interpretation des Zeichens beim Menschen von einer kausalen Interpretation des Zeichens (Determination) beim Computer. „Die Interpretationsleistung des Computers ist der Grenzfall einer Interpretation: die Entscheidung für eine Zuschreibung aus einer Menge möglicher Zuschreibungen (intentional) schrumpft zusammen auf die Bestimmung der im allgemeinen Schema vorgesehenen und vorher bestimmten

digmen begründende Unterscheidung zwischen Zahl und Zeichen wird hier weiter unterminiert. Die Architektur des Computers und die Praxis der Digitalisierung lösen die Polarität der vorher schon nicht klar zu trennenden Paradigmen weiter auf. Der Kalkül legt für die Zahl die formale Basis für ihre Semantik fest. Der Standard wird für das digitalisierte Zeichen zu einer solchen formalen Basis, in der die Semantik des Zeichens nun fest, wenngleich nicht vollständig, verankert ist. Allein der Grad der Formalisierung zieht eine Trennlinie zwischen Zahl und Zeichen ein. Während bei der Zahl die Semantik vollständig in der Syntax aufgeht, lässt sich das digitale Zeichen nicht auf seine formale Struktur reduzieren.

Indem die heterogenen Medien Text, Bild, Ton etc. in das digitale Medium Code transformiert werden, verschmilzt der kommunikative Aspekt des Zeichens, ein Mittler bzw. Träger von Bedeutung zu sein, mit dem technischen Aspekt des Zeichens, ein Mittel zur Übertragung von Bedeutung zu sein.³¹ Beide Aspekte *verschmelzen im Zeichen selbst. Das macht die neue Qualität des digitalen Zeichens aus.* Der Standard ist zudem – so gefasst – die Vermittlung zwischen Instrument und Medium bzw. vereint beides in sich. Denn ein Zeichen ist nur qua Standards in einem differenzierten Medium darstellbar, ja konstituiert sich allein aus Standards. Der Standard ermöglicht den medialen Aspekt. Zugleich ist ein Zeichen durch die umfassende Standardisierung in eine technische Infrastruktur eingebettet, die Übertragbarkeit und Manipulierbarkeit durch Zeichen möglich macht. Das Zeichen ist damit untrennbar mit einer technisch-instrumentellen Dimension verbunden. So eingebettet ist die Verarbeitung von Zeichen nicht nur eine äußerliche Manipulation von Zeichen, sondern zugleich *immanente Weiterverarbeitung anhand einer den Zeichen selbst entspringenden Logik.* Das kann man ebenfalls Berechnung nennen.³²

Nach der Berechnung von Zahlen ist nun auch die Berechnung von Zeichen möglich geworden. Berechenbar war ja ein Problem dann, wenn es a) die Problemstellung im Medium einer künstlichen Symbolsprache ausdrückt und b) die Problemlösung auf Operationen mit der Symbolsprache zurückführt. Berechnung heißt in *beiden* Fällen, dass eine dem Symbol als umfassendem Term für Zahl und Zeichen bzw. dem Symbolsystem immanente Logik konsequent Anwendung findet. Beim Kalkül sind es logische Konstrukte. Beim Standard sind es welthaltige Konstrukte. Die Berechnung erfolgt bei beiden jedoch auf Grundlage klar defi-

Zuschreibung (kausal). Wir nennen diesen Grenzfall *Determination*. Interpretation findet durch Herstellen und Auswählen von Kontext statt. Determination findet im Rahmen eines gesetzten und unverrückbaren Kontextes statt, des Kontextes der Berechenbarkeit nämlich. Die Interpretation des Computers ist die präzise und wiederholbare Ausführung einer berechenbaren Funktion. Wir wären unzufrieden, wenn es anders wäre. Das *algorithmische Zeichen* ist also ein Zeichen, das durch einen gleichzeitigen Vorgang der Interpretation und Determination bestimmt wird.“ (Nage, Frieder: Das algorithmische Zeichen, In: Informatik 2001. Tagungsband der GI/OCG Jahrestagung 2001 2 (2001), 741.)

³¹ Wenn S. Krämer auf diese Unterscheidung aufmerksam macht, so stellt sie aber im weiteren Verlauf den Computer als einen Apparat heraus, der zur Welterzeugung gebraucht wird. Vgl. Krämer, Sybille: Das Medium als Spur und als Apparat, a.a.O., 84f.

³² Im Anschluss an G. Grube bezeichnet S. Krämer das auch als operative Schrift, die im Gegensatz zur phonetischen Schrift eine Eigenmanipulation der Symbole zulässt und eine gänzlich neue Dimension der Sprache definiert. Vgl. Krämer, Sybille: Über eine (fast) vergessene Dimension der Schrift, In: Krämer, Sybille / Bredekamp, Horst (Hg.): Bild, Schrift, Zahl, München: Wilhelm Fink Verlag 2003, 172ff. Sie fragt dort auch, was „digitalisierte Schrift“ bedeutet und skizziert einige Linien. Die hier vorgelegten Überlegungen nehmen diese Frage auf andere Weise wieder auf.

nierter Transformationsregeln, die im Computer eine Programmiersprache implementiert und ausführt.³³

Der Computer ist damit nicht nur eine Rechenmaschine. Er ist auch nicht nur ein Medium. Rechenmaschine und Medium bilden vielmehr eine Einheit. Der Computer ist kein Zahlen-Rechner, sondern ein Zeichen-Rechner im Kontext einer abgebildeten Wirklichkeit. Aber das Super-Rechen-Medium Computer verbindet immer beides: Zahl und Zeichen; immanenten Formalismus und referenzielles Abbild.³⁴

8. Konsequenzen für die Geisteswissenschaften

Die Überführung des Zeichens in ein standardisiertes Zeichen, in welchem qua Struktur Gehalt injiziert wird, ändert das Verständnis des Zeichens und der Wissenschaft vom Zeichen. Dies ist gerade dann der Fall, wenn der Aspekt der Formalisierung betont wird. In der klassischen Geisteswissenschaft wird das Artefakt als ein Ausdruck eines Anderen, potentiell Höheren gedeutet. Damit orientiert sie sich an klassischen Form-Inhalt-Modellen: Es gilt, in der Form das Überzeitliche, das Universale zu finden.³⁵ In den digitalen Geisteswissenschaften wird das Zeichen als berechenbares Zeichen qua Standardisierung zu einer geschlossenen Entität, die – wie die Zahl – zur Sache selbst wird. Das berechenbare Zeichen ist eine Form, die als eine temporäre keine Referenz auf ein Höheres hat; eine Form um der Form willen, die qua Programmierbarkeit schon alles ist und alles sein kann.

Diese Umwälzung kommt der kopernikanischen Wende Kants gleich, weil sie das in die Sache legt, was sie sein soll, um danach zu fragen. Die Naturwissenschaft wird für Kant zum Modell für die Philosophie in einer bestimmten Hinsicht, wenn die Naturwissenschaftler nämlich nach Konstanten und Gesetzen suchen, die sie selbst in die Natur hineinlegen:

Sie begriffen, daß die Vernunft nur das einsieht, was sie selbst nach ihrem Entwurfe hervorbringt, daß sie mit Prinzipien ihrer Urteile nach beständigen Gesetzen vorgehen und die Natur nötigen müsse, auf ihre Fragen zu antworten, nicht aber sich von ihr allein gleichsam am Leitbände gängeln lassen müsse; denn sonst hängen zufällige, nach keinem vorher entworfenen Plane gemachte Beobachtungen gar nicht in einem notwendigen Gesetze zusammen, welches doch die Vernunft sucht und bedarf.³⁶

³³ Ganz gleich, ob der Computer für eine Datenvisualisierung, für Information Retrieval, für statistische Auswertung in der quantitativen Analyse, für automatische Annotationen oder z. B. Sentimentanalyse in Texten genutzt wird – Grundlage dafür sind gut aufbereitete Daten (und Zeichen), die auf Basis ihrer (formalen) Eigenschaften in Beziehung gesetzt werden. Das In-Beziehung-Setzen übernehmen Programmcodes bzw. Algorithmen, die aus einer Eingabe (die Daten) eine Ausgabe (das Resultat) in klar definierten Schritten produzieren.

³⁴ S. Krämer sieht den Computer ebenso verortet in einer Spannung, die sie aufmacht „zwischen semiotischen Konfigurationen (symbolischen Maschinen) und physikalischen Mechanismen (Geräten)“ (Krämer, Sybille: Technik als Kulturtechnik, a.a.O., 164). Für S. Krämer steht der Computer darüber hinaus im Zentrum einer weiterreichenden, kulturellen Transformation, die ein rein diskursives Kulturverständnis (Kultur als Text) ablöst. „Nicht länger bleibt Kultur statuarisch geronnen in Werk, Dokument oder Monument, sondern verflüssigt sich in den lebensweltlichen Praktiken unseres Umgangs mit Dingen, Symbolen, Instrumenten und Maschinen.“ (Krämer, Sybille / Bredekamp, Horst (Hrsg.): Bild, Schrift, Zahl, a.a.O., 15)

³⁵ Vgl. zu ähnlichen Überlegungen zu Formkonzeptionen Krämer, Sybille: Form als Vollzug oder: Was gewinnen wir mit Niklas Luhmanns Unterscheidung von Medium und Form?, In: Rechtshistorisches Journa 17 (1998).

³⁶ Kant, Immanuel: Kritik der reinen Vernunft 1, Frankfurt/M.: Suhrkamp 1974, 23 (B XIII).

Kant dreht also etwas herum:

Bisher nahm man an, alle unsere Erkenntnis müsse sich nach den Gegenständen richten; aber alle Versuche, über sie a priori etwas durch Begriffe auszumachen, wodurch unsere Erkenntnis erweitert würde, gingen unter dieser Voraussetzung zu nichte. Man versuche es daher einmal, ob wir nicht in den Aufgaben der Metaphysik damit besser fortkommen, daß wir annehmen, die Gegenstände müssen sich nach unserem Erkenntnis richten, welches so schon besser mit der verlangten Möglichkeit einer Erkenntnis derselben a priori zusammenstimmt, die über Gegenstände, ehe sie uns gegeben werden, etwas festsetzen soll.³⁷

Die Digitalität dreht ebenfalls etwas herum: *Aus der je eigenen Materialität können digitale Zeichen selbst sprechen, wenn man sie zu einer Antwort dadurch nötigt, dass die Digitalisierung das in die Gegenstände legt, was sie hören kann und will.* Die Gegenstände müssen sich nach unserer Erkenntnis richten. So das Diktum Kants. So das Programm der digitalen Geisteswissenschaften.

Form wird zur Sache. Damit importiert die Standardisierung einen Inhalt in das Zeichen, der explizit sein kann wie z. B. das Daten-Modell, der aber auch implizit bleiben kann wie z. B. Theorieannahmen der Modellierungen.³⁸ *Die mit den Standards technisch, syntaktisch und semantisch in das Zeichen selbst eingeschleuste Logik bestimmt das Zeichen über sein Gegebenheit hinaus unaufhebbar.* Das Zeichen gewinnt seine Bedeutung nicht nur aus der Relation zu anderen Zeichen, sondern ebenso aus seiner technischen Verfasstheit, die mit dem Imperativ seiner technischen Reproduzierbarkeit eingeschleppt wird. *Die Digitalisierung macht das Zeichen berechenbar, indem sie das Zeichen zur Sache selbst macht, die über ihre immanenten Regeln definiert ist. Hermeneutik beginnt so bei Analytik und Analytik bei Statistik. Sinn beginnt in der Präsenz des standardisierten Zeichens. Auslegung gewinnt so eine unhistorische, unhermeneutische Dimension durch Berechnung.* Das Paradigma des Zeichens, das durch Differenz und Entzug gekennzeichnet ist, wird komplementiert durch das Paradigma der Zahl, das sich durch Identität und Verfügbarkeit auszeichnet als dem eigentlichen Kern der Berechenbarkeit. Aber es bleibt dennoch eine Differenz zwischen Zahl und Zeichen. Berechenbarkeit wird geöffnet durch das Zeichen und auf Semantik hin transzendiert. Es bleibt ein Widerstreit dieser zwei Paradigmen. Man kann es vielleicht so formulieren: Die Berechnung wird semantisch, aber die Auslegung wird ahistorisch. Die Berechnung öffnet sich auf die Differenz hin. Die Auslegung aber schließt sich auf Identität.

Das Verstehen von Welt ist damit nicht an den Computer abgegeben. Aber die zugrundeliegenden Paradigmen, die der Computer realisiert und die den Computer realisieren und durch die wir uns durch den umfassenden Gebrauch der Computer in Alltag und Forschung unaufhörlich einüben, konstituieren die Welt in diesem Geiste. Damit ändert sich unsere Bezugnahme auf die Welt. Aber es ändert sich auch die Welt selbst - insofern sie immer mehr als digitale vorliegt.

³⁷ Ebd., 25 (B XVI).

³⁸ Vgl. zur Frage nach der Theorielastigkeit der Daten den Titel: Flanders, Julia / Jannidis, Fotis: *The Shape of Data in the Digital Humanities. Modeling Texts and Text-based Resources*, London/New York: Routledge 2019.

Literaturverzeichnis

Bolz, Norbert / Kittler, Friedrich / Tholen, Christoph (Hg.): Computer als Medium, München: Wilhelm Fink Verlag 1994.

Coy, Wolfgang (Hg.): Aus der Vorgeschichte des Mediums Computer, München: Wilhelm Fink Verlag 1994.

Descartes, René: Regulae ad directionem ingenii / Cogitationes privatae, Philosophische Bibliothek hrsg. v. Wohlers, Christian, Hamburg: Meiner 2018.

Doltzer, Bernhard J.: Diskurs und Medium. Zur Archäologie der Computerkultur, München: Wilhelm Fink Verlag 2006.

Eide, Øyvind / Ciula, Arianna: Reflections on Cultural Heritage and Digital Humanities. Modelling in Practice and Theory, 2017.

Flanders, Julia / Jannidis, Fotis: The Shape of Data in the Digital Humanities. Modeling Texts and Text-based Resources, London/New York: Routledge 2019.

Hösle, Vittorio: Kritik der verstehenden Vernunft. Eine Grundlegung der Geisteswissenschaften, München: C.H. Beck 2018.

Jannidis, Fotis: Zahl und Zeichen, In: Jannidis, Fotis / Kohle, Hubertus / Rehbein, Malte (Hg.): Digital Humanities. Eine Einführung, Stuttgart: J.B. Metzler 2017.

Kant, Immanuel: Kritik der reinen Vernunft 1, Frankfurt/M.: Suhrkamp 1974.

Klinke, Harald: Aufbau eines Computers und Vernetzung, In: Jannidis, Fotis / Kohle, Hubertus / Rehbein, Malte (Hg.): Digital Humanities. Eine Einführung, Stuttgart: J.B. Metzler 2017.

Krämer, Sibille: Simulation und Erkenntnis. Über die Rolle computergenerierter Simulation in den Wissenschaften, In: Nova Acta Leopoldina 110 /337 (2011).

Krämer, Sibille: Symbolische Maschinen. Die Idee der Formalisierung in geschichtlichem Abriß, Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft 1988.

Krämer, Sibille: Das Medium als Spur und als Apparat, In: Krämer, Sybille (Hg.): Medien Computer Realität, Frankfurt/M.: Suhrkamp 1998.

Krämer, Sibille: Form als Vollzug oder: Was gewinnen wir mit Niklas Luhmanns Unterscheidung von Medium und Form?, In: Rechtshistorisches Journal 17 (1998).

Krämer, Sibille: Über eine (fast) vergessene Dimension der Schrift, In: Krämer, Sibille / Bredekamp, Horst (Hg.): Bild, Schrift, Zahl, München: Wilhelm Fink Verlag 2003.

Krämer, Sybille: Technik als Kulturtechnik, In: Kornwachs, Klaus (Hg.): Technik - System - Verantwortung, Berlin/Münster/Wien: LIT Verlag 2004.

Krämer, Sybille: 'Operationsraum Schrift'. Über einen Perspektivenwechsel in der Betrachtung der Schrift, In: Grube, Gernot / Kogge, Werner / Krämer, Sybille (Hg.): Schrift: Kulturtechnik zwischen Auge, Hand und Maschine, München: Wilhelm Fink Verlag 2005.

Krämer, Sybille / Bredekamp, Horst (Hg.): Bild, Schrift, Zahl, München: Fink 2003.

Krämer, Sybille: Kalküle als Repräsentation. Zur Genese des operativen Symbolismus in der Neuzeit, In: Rheinberger, H.-J. / Hagner, M. / Wahrung-Schmidt, B. (Hg.): Räume des Wissens: Repräsentation, Codierung, Spur, Berlin: Akademie-Verlag 1997.

Historisches Wörterbuch der Philosophie hrsg. v. Ritter, Joachim / Gründer, Karlfried / Gabriel, Gottfried, Basel: Schwabe.

Nake, Frieder: Das algorithmische Zeichen, In: Informatik 2001. Tagungsband der GI/OCG Jahrestagung 2001 2 (2001).

Robben, Bernard: Der Computer als Medium. Eine transdisziplinäre Theorie, Bielefeld: transcript Verlag 2006.

Seel, Martin: Medien der Realität und Realität der Medien, In: Krämer, Sybille (Hg.): Medien Computer Realität, Frankfurt/M.: Suhrkamp 1998.

Snow, Charles Percy: Die zwei Kulturen. Literarische und naturwissenschaftliche Intelligenz, Stuttgart: Klett 1967.