



F. Ein Modell ist ein Modell ist ein Modell – Brückenschläge in der Digitalität

→ Architekturmodell, Datenmodellierung, Digital Humanities, Kulturerbe-Dokumentation, Modelltheorie, Theoretisches Modell, Wissenschaftstheorie, Wissensmanagement

Unter dem Titel **Ein Modell ist ein Modell ist ein Modell**, der an Gertrude Steins poetische Einkreisungen eines Dings durch Wiederholung des Worts alludiert, versucht der Beitrag verschiedene, im praktischen Gebrauch oft ohne wechselseitigen Zusammenhang verwendete Konzeptionen von »Modell« aufeinander zu beziehen. Dabei wird die These vertreten, dass im digitalen Format ein entscheidender Zusammenschluss dieser Modellkonzepte stattfindet. Versuchsweise wird vorgeschlagen, Abbildungen, Beschreibungen und Datenmodelle sämtlich als abgeleitete formale oder sonstige Eigenschaften, Regeln oder Maße eines originalen Gegenstands zu begreifen. Aus der Perspektive der Dokumentation von Kunst- und Bauwerken – der Domäne des Verfassers – interessiert hier besondere das räumliche, abbildende Modell, für das nicht nur das Architekturmodell, sondern etwa auch der Gipsabguss von Skulpturen und im weiteren Sinn ebenso die verschiedenen zweidimensionalen Abbildungsformen wie die Fotografie stehen. Im Hinblick auf regelbasierte Beschreibungen von Kunstwerken, die durch digitale Datenformate und Arbeitsumgebungen auf eine veränderte Grundlage gestellt werden, kommt jedoch auch das theoretische, zumeist nicht-raumbezogene Modell in Form von Prozessen und Konzepten zum Tragen, etwa in Datenmodellen und Ontologien. Gleichwohl wird in der architektur- und kunsthistorischen Praxis allgemein immer noch vorwiegend der visuelle Aspekt von Modellen gesehen. Eine Einordnung in einen größeren und abstrakteren Kontext von Wissensdokumentation, die auch neue Publikationsformen einschließen könnte, ist demnach erst noch zu entwickeln.

Beim Umgang mit Kulturerbe im digitalen Format wird häufig von Modellen gesprochen. Jede Person, die in diesem Bereich tätig ist, weiß, dass es sich dabei je nach Kontext vorwiegend um zwei verschiedene Dinge handelt. Oft werden Bauwerke, aber auch Artefakte in Museen, in räumlichen Modellen nachgebildet, um am Bildschirm oder mit anderen Geräten betrachtet, gegebenenfalls auch bewegt oder manipuliert zu werden. Das ermöglicht, ähnlich wie bei einem Digitalfoto, eine Betrachtung der Objekte, auch ohne sich direkt zu dem Bauwerk, in die Sammlung oder in das Depot zu begeben. Gelegentlich dienen die Modelle auch dazu, Funktionsweisen zu zeigen, die am realen Objekt aus Gründen der Zugänglichkeit, der Sichtbarkeit oder auch aus konservatorischen Gründen nicht möglich sind: Gebäude können im Inneren betreten werden, fragile Musikinstrumente oder Maschinen in Funktion gesetzt werden, sehr kleine Strukturen, etwa Farbschichten eines Gemäldes oder einer Skulptur, eingehend betrachtet werden.

Im Zusammenhang mit der Digitalisierung von Kulturgut und der Dokumentation historischer Sachverhalte ist aber auch von einer anderen Art des Modells die Rede. Gemeint ist das Datenmodell, also eine Festlegung, welche Daten in welcher Form und Zusammenstellung erhoben, gegliedert, gespeichert und logisch miteinander verknüpft werden, um Objekte und Sachverhalte effektiv zu beschreiben. Bei diesem auch als Modellierung bezeichneten Prozess geht es in der Regel um eine Art Schema, mit dem man viele Objekte nach der gleichen Struktur beschreiben kann. Nur wenn eine solche systematische Struktur vorhanden ist, ist ein Vergleichen von Objekten oder ein Suchen nach bestimmten Kriterien möglich.

Die beiden Modelle scheinen zunächst wenig miteinander zu tun zu haben, insbesondere wenn man sich die sprachpraktische Situation ansieht, die gerade auch innerhalb der Digital Humanities gelegentlich Merkmale des Aneinander-Vorbeiredens hat. Ein Computerlinguist oder ein Architekturhistoriker beziehen sich mit dem Wort **Modell** und **Modellieren** auf völlig unterschiedliche Arbeitsgebiete, die aber möglicherweise doch enger verwandt sind, als es den Sprechenden jeweils bewusst ist.

Nicht zuletzt weil der Ausdruck **Modell** auch in seinen sonstigen Bedeutungen zu vielfältig ist, beansprucht der Beitrag keine definitive lexikalische und inhaltliche Klärung. ⁰¹ Aber er möchte die These aufstellen, dass sich zwei sehr unterschiedliche, jedoch gleichermaßen im Kulturerbe-Bereich relevante Bedeutungen des Wortes **Modell** gerade im digitalen Format nicht nur berühren, sondern in ihrer Verbindung ein überaus vielversprechendes Arbeitsgebiet bilden. ⁰²

■ 01

Etymologisch betrachtet geht das Wort »Modell« auf lateinisch »modulus« zurück. Im architektonischen Kontext wurde es erstmals in Vitruvs Werk »De architectura« verwendet, dort allerdings noch stärker an die lateinische Grundbedeutung (»Maß, Maßstab«) angelehnt: Es bezeichnet bei Vitruv eine Grundeinheit, aus welcher sich die Bemessungen sämtlicher Teile eines Bauwerks durch Multiplikation und Division ableiten lassen. Eine der ersten systematischen Darstellungen des Themenfeldes Modell stammt von Herbert Stachowiak, Allgemeine Modelltheorie. Wien, New York 1973.

■ 02

Inge Hinterwaldner hat in ähnlicher Weise den engen Zusammenhang zweier Modelltraditionen – hier auch als computer model vs. computational model bezeichnet – dargestellt (Inge Hinterwaldner, das Systemische Bild-Ikonizität im Rahmen computerbasierter Echtzeitsimulationen, München 2010, S. 181–187).

F.1 Das abbildende Modell

■ 03

Überwiegend wird das Architekturmodell als Entwurfsmodell gesehen, auch wenn selbst beim Entwurfsmodell eine Gegenwart oder Vergangenheit der Zukunft enthalten ist (vgl. Beitrag [Wendler](#) (→ 125). Zur Geschichte des Architekturmodells s. [Andres Lepik](#), *Das Architekturmodell in Italien*, Worms, 1994; hier wird der Zusammenhang mit digitalen Repräsentationen noch nicht gesehen. Zur Geschichte des digitalen Architekturmodells ist die Veröffentlichung von [Heike Messemer](#): *Entwicklung und Potentiale digitaler 3D-Modelle historischer Architektur. Kontextualisierung und Analyse aus kunsthistorischer Perspektive*, Diss. 2018 München, angekündigt. Siehe auch den Beitrag von [Messemer](#) (→ 059) in diesem Band.

■ 04

Einzuschränken ist das, wenn bei Planungen von Typenbauten die Bindung an ein bestimmtes Objekt und einen bestimmten Ort aufgehoben ist. Dies ist auch bei Konstruktionsdetails der Fall, die sich dann eher auf serielle Lösungen als ein konkretes Objekt beziehen.

■ 05

Der Terminus Building Information Modeling wurde von der CAD-Software-Firma Autodesk geprägt und bezeichnet ein Verfahren, in dem die verschiedenen Elemente eines Bauwerks dreidimensional mit zahlreichen Metadaten und zugleich parametrisch gehandhabt werden. In diesem Modell lassen sich die Standzeiten bzw. Wartungs- und Austauschintervalle von Bauteilen im Vorhinein festschreiben, aus Messdaten immer wieder aktualisieren oder Maßnahmen rückwirkend dokumentieren; vgl. [Bob Martens & Peter Herbert](#) (→ 314)

Das abbildende Modell lässt sich am anschaulichsten ausgehend vom Architekturmodell [03](#) erklären. Architekturmodelle sind verkleinerte Repräsentationen von Bauwerken mit dem Ziel, diese in einem handhabbaren Maßstab und ortsunabhängig verfügbar zu haben. Häufig handelt es sich dabei um Modelle für Entwürfe, also für erst zu errichtende Bauten. Modelle zur Vorbereitung von eigentlichen Werken gibt es auch in anderen Bereichen der Kunstproduktion, so etwa den Bozzetto des Bildhauers oder die Skizze des Malers. Das Architekturmodell ist für die (hier in erster Linie interessierende) kulturhistorische Perspektive deswegen besonders relevant, weil es sich in der Regel um ein Modell von singulären, konkret situierten Gegenständen handelt. [04](#) Ein weiterer interessanter Aspekt der Architekturmodelle besteht darin, dass sie durch die Digitalisierung eine enorme Relevanzsteigerung erfahren haben. Die Zusammenführung des klassischen Architekturmodells, das bislang vorwiegend anschaulichen und allgemein städtebaulichen Zwecken diente, mit der Architekturzeichnung, die als eigentlicher Informationsträger sowohl für die Planung als auch für die Bauaufnahme fungierte, schuf ein neues Format, das digitale Modell, dessen praktisches Potenzial für die historischen Kulturwissenschaften trotz punktueller Adaptionen – vor allem in der Archäologie und der Bauforschung – insgesamt noch nicht ausreichend wahrgenommen wurde. Von besonderem Interesse ist dabei, dass sich in der Architekturpraxis unter dem Konzept des Building Information Modeling (BIM) inzwischen komplexe Datenmodelle und Workflows etabliert haben, mit denen nicht mehr nur Architekturmodelle erzeugt werden, die einen einzigen Zustand der Fertigstellung (im Fall einer Planung) oder den Zustand zum Zeitpunkt der Bauaufnahme darstellen, sondern Zeitschichten dynamisch repräsentieren können. [05](#)

Unter den theoretischen Fragen, die im Zusammenhang mit Modellen diskutiert werden, nehmen die nach der Beziehung zur Realwelt und insbesondere nach dem Abbildcharakter großen Raum ein [06](#), auch wenn sie zunehmend kritisch diskutiert werden. Schon Wartofsky stellte fest, dass Modelle nicht intrinsisch, sondern durch Bezugnahme Modelle sind. Einen besonders überzeugenden Ansatz zu einer universellen Modelltheorie bietet Bernd Mahr, indem er das Problem der Modelldefinitionen durch einen eher funktionalen Ansatz löst: Das Modell wird durch Auffassungsakt zum Modell. Das bedeutet, je nachdem, aus welcher Perspektive man es sieht bzw. wofür man etwas einsetzt, kann nahezu alles ein Modell von etwas anderem sein. [07](#) Nach diesem Verständnis hat jedes Modell auch in unterschiedlichen Anteilen eine Von- und Für-Beziehung zum Gegenstand oder ein Konzept, auf das es sich bezieht. Dieses Beziehungsgeflecht versuchte Mahr in einem Konzept des **Modell des Modellseins** festzuhalten. [08](#)

Wir bleiben hier aus Gründen der Anschaulichkeit bei einem vergleichbar statischen Modellbegriff und konzentrieren uns auf die abbildenden Aspekte von Modellen. Dabei gehen wir davon aus, dass ein abbildendes Modell immer Räumlichkeitsaspekte, entweder im Sinn konkreter Größen- und Raumangaben (als maßstäbliches Modell oder als Zeichnung) oder im Sinn relativer Raumangaben (einschließlich der nichtmaßstäblichen

■ 06

Die Problematik des Verhältnisses von Modell und Bild wurde beispielsweise diskutiert von Bernd Mahr, Cargo – Zum Verhältnis von Bild und Modell, in: Ingeborg Reichle, Steffen Siegel und Achim Spelten (Hg.): Visuelle Modelle, München 2008, S. 17–40, hier S. 25, der konstatiert, dass Modelle auch Bilder sein können und umgekehrt. Mahr unterscheidet zwischen »Modellsein« und »Bildsein«, macht diesen Unterschied jedoch vorwiegend von dem pragmatischen Kontext und der daraus folgenden epistemischen Umgebung abhängig. Gottfried Boehm, Ikonisches Wissen. Das Bild als Modell, in: Ders., Wie Bilder Sinn erzeugen. Die Macht des Zeigens, Berlin 2015, S. 114–140, unterscheidet zwischen simulativen Modellen und heuristischen Modellen, deren entscheidende Wirkmacht in ihrem Verweischarakter gesehen wird. Zum Verhältnis von Modellen und Bildern in Entwurfsprozessen vgl. Sabine Ammon, Inge Hinterwaldner (Hg.), Bildlichkeit im Zeitalter der Modellierung. Operative Artefakte in Entwurfsprozessen der Architektur und des Ingenieurwesens, München 2017.

■ 07

Marx William Wartofsky, Models. Representation and the Scientific Understanding, Dordrecht, Boston, London 1979, Mahr 2008a und Bernd Mahr, Ein Modell des Modellseins – Ein Beitrag zur Aufklärung des Modellbegriffs, in: Ulrich Dirks und Eberhard Knobloch (Hg.), Modelle, Frankfurt am Main u. a. 2008, S. 187–218. Diesen Ansatz verfolgen u. a. Wendler und Hinterwaldner weiter.

■ 08

Mahr 2008b.

Darstellungsform eines Bildes oder gar der diagrammatischer Reduktion) besitzt. Bekanntermaßen wird in den historischen Kulturwissenschaften in großem Umfang mit solchen abbildenden Modellen gearbeitet. Disziplinen wie die Kunstgeschichte basieren geradezu auf dem Vorhandensein von Abbildungen ihrer Gegenstände. Im weitesten Sinn können alle Formen von Abbildungen von Artefakten, einschließlich Fotografie oder Schemazeichnungen, als Modelle gesehen werden ⁰⁹. Der Einfachheit halber sei im Folgenden immer an ein räumliches maßstäbliches Modell gedacht.

In den Bildwissenschaften herrscht derzeit eine Tendenz zur Ablehnung abbildender Aspekte zugunsten der Betonung funktionaler Aspekte oder gar Aktionspotenziale von Bildern und Modellen. Damit ist nicht nur die typische Rolle des Modells als Entwurfsinstrument, das beachtliches Beeinflussungspotenzial bei einem Bauprojekt haben kann, gemeint, sondern generell eine Interaktion provozierende Charakteristik oder gar **Eigensinnigkeit** von Modellen, die vor dem Hintergrund Bredekamp'scher Theorien des agierenden Bildes (**Bildakt**) zu sehen ist. ¹⁰ Mit den hier vorgestellten Überlegungen soll das Interaktionspotenzial von Modellen keineswegs negiert werden, jedoch zugunsten des Abbildungsaspekts – bzw. weiter gefasst: Repräsentationsaspekts – nicht im Vordergrund stehen. Letzterer ist auch für die Interaktion entscheidend, wie Inge Hinterwaldner bemerkte:

»Die repräsentierende Seite unterscheidet sie von gewöhnlichen Instrumenten. Mit Modellen erreicht man in Analogie Phänomene, die sonst Eingriffen entrückt blieben, weil sie zu groß bzw. klein, langsam bzw. schnell, teuer oder gefährlich wären. Dies bedeutet, sie sind auf eine Handhabbarkeit und das anthropomorphe Maß hin orientiert. Sie befördern und befeuern Interaktionen, laden zum Probieren ein« ¹¹

Das in den Naturwissenschaften verbreitete vergrößernde Modell (man denke etwa an das Bohr'sche Atommodell, die DNA-Doppelhelix von Watson/Crick, oder Insektenmodelle in Lehrsammlungen), das oft kein konkretes Objekt, sondern lediglich einen Typus abbildet, spielt im Bereich des Kulturerbes kaum eine Rolle. Kunsthistorische Artefakte sind per se zur visuellen Erfassung konzipiert und müssen als Ganzes nur selten vergrößert werden. Nur wenn es um sehr kleine Werke, etwa Gemmen, Münzen und Miniaturen, oder Teilaspekte geht, etwa Farbschichten, kommen vergrößernde Abbildungen zum Einsatz. Kunstwerke müssen zur Betrachtung jedoch oft verkleinert und schematisiert werden. Das beginnt bei Gemälden und Skulpturen, die sich in verkleinernden Fotografien besser vergleichend betrachten lassen, und endet bei Architektur in städtebaulichen Dimensionen, die im Original und aus der Nähe nicht mehr erfasst werden kann. Im digitalen Modell ist dabei die Bindung an einen bestimmten Maßstab aufgehoben. Da die digitale Repräsentation ohnehin eine Mediumgebung zur visuellen Umsetzung benötigt, kann sie sowohl in Verkleinerung gegenüber dem Original als Gesamtheit visualisiert werden, als auch – wenn die entsprechen-

■ 09

Die Rolle der Fotografie in der Kunstgeschichte und anderen kulturhistorischen Wissenschaften wurde in den letzten Jahren intensiv untersucht, vgl. dazu u. a. Lorraine Daston, Peter Galison, Das Bild der Objektivität, in: Peter Geimer (Hg.), Ordnungen der Sichtbarkeit: Fotografie in Wissenschaft, Kunst und Technologie, Frankfurt am Main 2002, S. 29–99, Angela Matyssek, Kunstgeschichte als fotografische Praxis. Richard Hamann und Foto Marburg, Berlin 2009. Weniger gesehen wurde hingegen eine Kontinuität zwischen dem bildgebenden Verfahren der Fotografie und digitalen Repräsentationen im weitesten, also auch jede Art von Modell einschließenden Sinn.

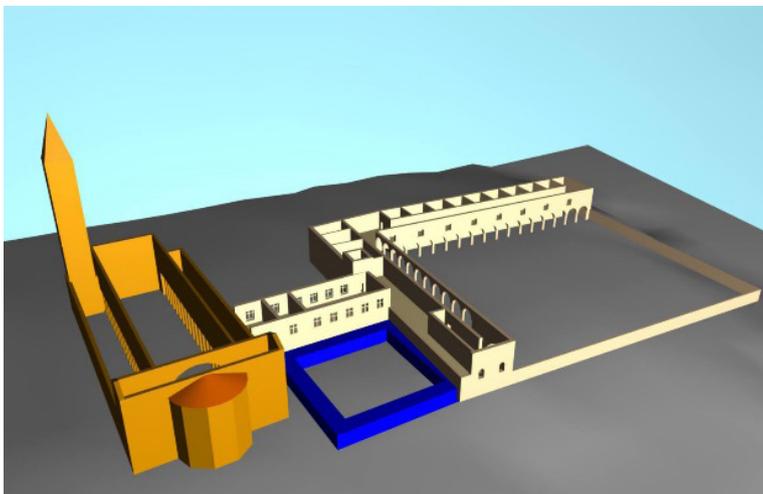
■ 10

Zum Bildakt: Horst Bredekamp, Der Bildakt. Frankfurter Adorno-Vorlesungen 2007, Neufassung 2015, Berlin 2015. Zu einer Theorie des eigensinnigen Modells: Horst Bredekamp, Darwins Korallen. Frühe Evolutionsmodelle und die Tradition der Naturgeschichte, Berlin 2005; Reinhard Wendler, Das Modell zwischen Kunst und Wissenschaft, Paderborn/München 2013; Inge Hinterwaldner, Prolog: Modellhaftigkeit und Bildlichkeit in Entwurfsartefakten, in: Sabine Ammon / Inge Hinterwaldner (Hg.), Bildlichkeit im Zeitalter der Modellierung. Operative Artefakte in Entwurfsprozessen der Architektur und des Ingenieurwesens, München 2017, S. 13–30.

den Daten vorhanden sind – in Originalgröße oder weiter vergrößert betrachtet oder vermessen werden. Im letzteren Fall dient das Modell bereits als Datenspeicher und wird nicht mehr ausschließlich visuell rezipiert.

Wie beim materiellen Modell liegt auch beim digitalen Modell eine über die unmittelbare Abbildung hinausgehende Funktion darin, angenommene Situationen und Zustände, bspw. die Positionierung von erhaltenen Bestandteilen (bzw. deren entsprechenden Nachbildungen), auszuprobieren. Modelle von Bauwerken und städtebaulichen Situationen dienen als Grundlage für die Rekonstruktion von Raumnutzungen, wie etwa Zeremonien und Liturgien, oder akustischen Verhältnissen. Das Modell kann als eine Art **Spielwiese** kulturhistorischer Forschung fungieren, auf der vergangene oder auch in der Vergangenheit geplante Zustände und Nutzungen insbesondere hinsichtlich ihrer räumlichen Verhältnisse hypothetisch simuliert werden. Grundsätzlich ist Derartiges auch im materialgebundenen Modell möglich ¹², jedoch meist zu aufwendig, da unterschiedliche Zeitzustände oder Varianten jeweils die Herstellung eines neuen oder gegebenenfalls stark veränderten Artefakts erforderten. Ähnlich wie in den Naturwissenschaften und der Medizin spielen Simulationen, teils in Echtzeit, zunehmend eine Rolle, wenngleich im Kulturerbe-Bereich die Blickrichtung fast immer die des rückwärtsgewandten Nachvollzugs ist – entweder zur Rekonstruktion vergangener (teils bis heute anhaltender) Zustände oder zur Rekonstruktion in der Vergangenheit geplanter Projekte. ¹³ Nicht zuletzt bieten sich im digitalen Modell weitaus mehr Möglichkeiten zur kollaborativen Arbeit. Diese werden derzeit jedoch bei Weitem nicht ausgeschöpft, weil sowohl die technischen Infrastrukturen als vor allem auch die Forschungskulturen in den Geisteswissenschaften darauf noch nicht eingestellt sind.

Das abbildende digitale Modell kann auf verschiedene Weise entstehen. In der architektonischen und baugeschichtlichen Praxis wird relativ streng zwischen dem **gebauten** und dem **gescannten** Modell, üblicherweise einerseits als **Rekonstruktion** und andererseits als **Digitalisierung** bezeichnet, unterschieden. Dies ist hinsichtlich der grundsätzlichen Differenzen in den Verfahren – im einen Fall automatisches Erfassen von Vorhandenem mit Scannern, im anderen Fall manuelles Konstruieren ¹⁴ – berechtigt. Während ein Scan zunächst **bedeutungslose** Messpunkte erzeugt, basiert das gebaute Modell auf gewählten, nach bestimmten Regeln angelegten Vektorelementen. ⁰¹



□ 01

Räumlich-visuelles Modell. Einfaches, aber maßhaltiges Architekturmodell des Papstpalastes bei S. Maria Maggiore in Rom im Zustand von ca. 1450, erstellt auf der Basis von Bauaufnahmen, Bild- und Schriftquellen. (Georg Schelbert 2002)

■ 11
Ammon / Hinterwaldner 2017, S. 17.

■ 12
Bereits im analogen, materiegebundenen Modell, sind mehrschichtige Zeitaspekte enthalten, vgl. Wendler in diesem Band.

■ 13
Vgl. hierzu zuletzt Peter H. Jahn et al., Back to the Future, in: Stephan Hoppe und Stefan Breitling (Hg.): Virtual Palaces, Part II, *arthistoricum.net*, 2016, <https://doi.org/10.11588/arthistoricum.83.79>; Sander Münster et al., Von Plan- und Bildquellen zum virtuellen Gebäudemodell, in: Ammon / Hinterwaldner 2017, S. 255–287.

■ 14
Derartiges reklamiert ausdrücklich die architektonische Teildisziplin Gestaltung, wie sie von Lengyel / Toulouse vertreten wird (vgl. Dominik Lengyel, Die Bauphasen des Kölner Domes und seiner Vorgängerbauten: Gestaltung zwischen Architektur und Diagrammatik, in: Dietrich Boschung, Julian Jachmann (Hg.), *Diagrammatik der Architektur*, München 2013, S. 327–352). Zu den durch das digitale Modell hervorgerufenen methodologischen Veränderungen in der Bauforschung s. z. B. Alexandra Riedel, Frank Henze, Andreas Marbs, *Paradigmenwechsel in der historischen Bauforschung? Ansätze für eine effektive Nutzung von 3D-Informationen*, in: Katja Heine u. a. (Hg.), *Erfassen, Modellieren, Visualisieren. 3D in der historischen Bauforschung. Von Handaufmaß bis High Tech III*. Darmstadt, Mainz 2011, S. 131–141.

■ 15
Vgl. 14 und außerdem Ingeborg Reichle, *Die Wirklichkeit visueller Modelle*, in: Ingeborg Reichle, Steffen Siegel und Achim Spelten (Hg.), *Visuelle Modelle*, München 2008, S. 9–16, und Jens Schröter, *3D. Zur Theorie, Geschichte und Medienästhetik des technisch-transplanen Bildes*, Paderborn, München 2009.

Dieser Unterschied entspricht demjenigen zwischen einer Vektorgrafik und einer Rastergrafik. Aber es gibt auch Überschneidungen und die Betonung der Differenzen ist eher disziplinärer, gelegentlich auch disziplin-legitimierender Natur. Aus einer eher konstruktionsbezogenen Perspektive sind eher klar definierte Elemente, die im Modell gebaut werden, von Interesse, während eine formbezogene Perspektive vor allem an der Summe aller oberflächlich wahrnehmbaren Elemente wie sie der Scan liefert und aus der erst im Nachhinein Schlüssel gezogen werden, interessiert ist. In der Praxis ist oft eine Mischung der beiden Verfahren des Bauens und des Scannens festzustellen, sodass die Unterscheidung eher als graduell anzusehen ist. 15 Auch ein weitgehend von einer Maschine ausgeführter Scan impliziert – neben der Struktur der Maschine selbst – gewisse Voreinstellungen wie Dichte und Lage der Abtastung. Das Bauen von Modellen wiederum basiert auf entweder ebenfalls durch Messungen am Original erhobenen oder aus anderen Quellen entnommenen Maßen. In vielen Fällen sind bei der Rekonstruktion eines Bauwerks oder eines sonstigen Objekts Teile desselben vorhanden, die durch gebaute Anteile ergänzt werden, sodass wiederum beide Vorgehensweisen zum Tragen kommen. Auf der Ebene der sprachlichen Darstellung von Objekten könnte das zeichnende Bauen mit einem strukturierten Beschreiben verglichen werden, während das Scannen mit einem (automatischen) Auslesen von Merkmalen aus Textquellen gleichzusetzen wäre.

Die Auffassung des digitalen Modells als etwas über das Visuelle Hinausgehendes ist vor allem auch deswegen geboten, weil nicht nur die Sensorik der Erhebung durch technische Entwicklungen – Kameras, Lasermessgeräte, aber auch das Internet und die Möglichkeiten, darin publizierte Daten auszulesen – gewachsen ist, sondern die Messdaten im digitalen Format auch direkt gespeichert werden können. 16 Die Modelle sind daher zunächst Daten, die auf denkbar verschiedene Weise nachgenutzt werden könnten.

Wenn ein Objekt digital gescannt oder fotografiert wurde, tritt eine Rückbindung an die materiell-visuelle Welt erst dann wieder ein, wenn das repräsentierte Objekt als Bild oder Film betrachtet, als Objekt berührt oder auf andere Art sinnlich wahrgenommen werden soll und dafür entweder auf einem Bildschirm oder einem anderen visuell wahrnehmbaren Gerät angezeigt oder gar erneut dreidimensional ausgedruckt wird. 17 Auch wenn in der archäologischen und kunsthistorischen Arbeitspraxis – neben Beschreibungen in Textform – die bildliche Wiedergabe des Gegenstands eine herausragende Rolle spielt, ist das sichtbare Bild, also die Wiedergabe der Oberflächenerscheinung im für das menschliche Auge wahrnehmbaren Farbspektrum, nur eine der gegebenen Möglichkeiten der digitalen Repräsentation. Sie kann durch Materialanalysen oder weitere bildgebende Verfahren, die sich auf nicht sichtbare Bereiche beziehen, wie etwa Infrarotreflektografie oder Röntgenaufnahmen, ergänzt werden. 18

In den historischen Kulturwissenschaften ist zumeist nicht nur die Dokumentation der Gegenstände selbst gefragt, sondern auch die ihres Kontexts, beispielsweise die Entstehungs- oder Restaurierungsgeschichte, oder – insbesondere bei Objekten mit Bildcharakter – die Aussageinhalte. Da solche mittelbaren Eigenschaften und Inhalte der Objekte nicht direkt – etwa im Sinn des Scannens – in digitale Formate verwandelt werden können, müssen

■ 16

Lena Bonsiepen, Wolfgang Coy, **Blicke auf das Digitalisat in der Sammlungser-schließung**, in: DHD- Digital Humanities im deutschsprachigen Raum, <http://dhd-wp.hab.de/?q=content/blicke-auf-das-digitalisat-der-sammlungser-schlie%C3%9Fung>.

■ 17

Mit der Möglichkeit, dass Menschen Zahlen und quantitative Informationen direkt – etwa über eine Schnittstelle zum Gehirn – verarbeiten können, ist vorerst nicht zu rechnen.

■ 18

Vgl. das Bosch Project, bei dem fotografische Wiedergaben mit infrarotreflektografischen Aufnahmen direkt verglichen werden können. Das Objekt der Bildtafeln wird also gleichzeitig durch Bilder des normalen Wahrnehmungsspektrums wie durch in Schwarzweißwerte übersetzte Bilder im Infrarotbereich repräsentiert, <http://boschproject.org/>.

■ 19

Ausschließlich automatisch erzeugte Wissensermittlung (Semantic Web) bleibt immer unbefriedigend. Aufgrund der Beschränkungen der Maschinenkapazitäten und der möglichen Komplexität logischer Operationen sollte – mit Gradmann – eher von einem »transactions web« oder einem »logic web« die Rede sein (vgl. z. B. Stefan Gradmann, Signal, Information, Zeichen. Zu den Bedingungen des Verstehens in semantischen Netzen, in: LIBREAS. Library Ideas 14 (2009)), S. 44–52.

■ 20

Man stelle sich hierzu Umgebungen wie Google Maps oder – für das Universum – Stellarium vor, in einen präexistenten euklidisch gedachten Raum in unterschiedlicher Dichte Objekte eingehängt sind.

■ 21

Das Google Cultural Institute bietet unter der Überschrift »Google Arts & Culture«, <https://artsandculture.google.com/>. Vgl. auch [20](#).

sie in intelligiblen Formaten herausgemessen und nachgebildet bzw. konstruiert werden. Das Digitalisieren von Artefakten ist daher immer eine weitreichende und interpretierende Transformation, sei es im Sinne des Untergliederns des Gegenstands, der Auswahl der zu erfassenden oder zu beschreibenden Eigenschaften oder des Verknüpfens mit weiteren Informationen. [19](#) Die Grenze zwischen der Extraktion von Eigenschaften eines Artefakts und dem Herantragen von Aussagen an dasselbe ist fließend.

Aus diesem Grund ist ein digitales Modell, das sich auf historische Artefakte bezieht, immer auch Teil eines großen gedanklichen Universalmodells. Ein solches besteht zumindest aus dem Konzept von Zeit und Raum sowie Kulturepochen oder anderer kultureller Konstrukte, ganz gleich, wie dicht diese tatsächlich mit Daten gefüllt sind, und ganz gleich, ob das Modell folglich eine konkret abbildende oder eine nur kartografische oder diagrammatische Qualität hat. [20](#) Die Materiellosigkeit des digitalen Formats ermöglicht, dass dieses übergreifende Modell mit überschaubaren Mitteln gebildet werden kann. So ist das digitale Modell eines historischen Bauwerks in zeitlicher Hinsicht potenziell Teil einer universellen kulturgeschichtlichen Zeitschiene und in räumlicher Hinsicht Teil einer ganzen Stadt. Das digitale Modell könnte – sofern von Interesse – mit einem digitalen Modell des Erdglobus oder des Universums verbunden werden. Auch die digitale Repräsentation einer Skulptur oder eines Gemäldes ist – zumindest dann, wenn diese Repräsentation auch Daten zum Kontext des materiellen Objekts, seinem Standort und seiner Geschichte umfasst – Teil einer Sammlung, eines Museums und damit potenziell Teil der Repräsentation aller Sammlungen in Raum und Zeit. Was in einer Welt analoger, materieller Modelle – seien sie nun Fotografien oder Gipsabgüsse – absurd und unmöglich erscheint, ist im digitalen Format potenzielle Realität. Google Art&Culture etwa, zumal im Kontext von Google Maps und Street View, führt das bereits anschaulich vor Augen. [21](#)

F.2 Das konzeptionelle Modell

Ohne ein Set aus Vorannahmen, Fragestellung und definierten Verfahrensschritten lassen sich Ergebnisse, die durch den Einsatz eines Rechners erzielt werden, in der Wissenschaft nicht nutzbar machen. In den Natur- und Sozialwissenschaften werden Ergebnisse zumeist in Form eines Experiments oder einer Simulation erzeugt. In den historischen Kulturwissenschaften ist ein solches Vorgehen nur in wenigen Bereichen ohne größere Schwierigkeiten möglich. Es sind hier vorwiegend die Sprach- und Literaturwissenschaften, vor allem insofern sie direkt mit einer Textbasis arbeiten, die bislang den Rechner einsetzen. Zwar sind die Inhalte von Literatur – etwa eines Romans – selbstverständlich ebenfalls nicht ohne Weiteres quantitativ zu erfassen, aber der zugrunde liegende Text ist zumindest auf der Zeichenebene vergleichsweise einfach zu verarbeiten. Man kann beispielsweise statistische Stilanalysen (sog. Stilometrie) einer Epoche oder eines Autors unter Zugrundelegung eines definierten Modells betreiben. Das zugrunde liegende Modell enthält dabei nicht nur das Verfahren selbst (also etwa Worthäufigkeiten oder Wortkombinationen, die nach bestimmten Parametern definiert sind), sondern auch Festlegungen bzw. Vorannahmen zur Textstruktur oder zum Wortgebrauch in einer bestimmten Periode oder dergleichen.

In den Digital Humanities, wie das übergreifende Feld eines methodischen Einsatzes von Rechnern auf dem Gebiet der Geisteswissenschaften nunmehr genannt wird, spielen diese Modelle eine entscheidende Rolle. Sie definieren den methodischen Charakter der Arbeit und bedingen deren Ergebnisse. Digital Humanities können daher geradezu als Theorie und Praxis der Modellierung verstanden werden. **22**

Dass Arbeitsgebiete wie die Architektur- und Kunstgeschichte und die Archäologie es deutlich schwerer haben, sich als Teil der Digital Humanities im engeren Sinn zu definieren, liegt wohl nicht zuletzt daran, dass sich eine verfahrensorientierte Methodologie bei Gemälden oder Bauwerken nicht ohne Weiteres anwenden lässt. Vor der Analyse nach einem formalisierten Verfahren steht hier erst die Erzeugung formal strukturierter Daten, die aus den oft heterogenen und vierteiligen Gegenständen extrahiert werden müssen. Ein Gemälde, eine Statue oder ein Bauwerk bieten von sich aus kaum Vorgaben für das – zunächst in Sprachform – zu erstellende konzeptionelle Modell. Sobald das Objekt im digitalen Format repräsentiert wird, ist ein solches aber unabdingbar. Es stellt sozusagen die allgemeine Beschreibung dieser Repräsentation dar. So ist es unmittelbar einleuchtend, dass bereits einer einfachen Abbildung eines Gegenstands ein **Modell** zugrunde liegen muss, etwa das des dreidimensionalen Raums oder das der Perspektivprojektion. Im digitalen Format besteht zudem die grundsätzliche Anforderung, die im Raum vorhandene analog-kontinuierliche Welt in diskrete Einheiten zu zerlegen, die der Computer berechnen kann. Würde beispielsweise kein konsistentes dreidimensionales Koordinatensystem als abstraktes Modell vorausgesetzt, könnten keine geschlossenen Formen gezeichnet bzw. die einzelnen Elemente einer **Punktwolke** nicht ihren genauen Positionen im Raum zugeordnet werden.

■ 22

Michael Piotrowski, *Digital Humanities, Computational Linguistics, and Natural Language Processing*, Uppsala, 4. März 2016, S.7), vgl. auch Fotis Jannidis, Hubertus Kohle, Malte Rehbein (Hg.), *Digital Humanities. Eine Einführung*, Stuttgart 2017, S. 107: »Insgesamt kann man kaum überschätzen, wie wichtig Datenmodelle und die Datenmodellierung für die Digital Humanities sind. Es gibt einflussreiche Stimmen, die sie für den Kern der Digital Humanities halten [...], da die Modellierung der Punkt ist, wo das geisteswissenschaftliche Verständnis eines Weltausschnitts und die Kompetenz zur formalen Modellierung zusammentreffen und im besten Fall neue Fragestellungen und neue Forschungen ermöglichen.«

■ 23

Vgl. Sander Münster (→039) & Erik Malcolm Champion (→338) in diesem Band.

■ 24

Zur Unterscheidung dieser beiden Anteile vgl. Nicolas Camerlenghi, Georg Schelbert, *Learning from Rome: Making Sense of Complex Builtscapes in the Digital Age*, in: *JSAH 77.3*. Bei der Anwendung fach- oder disziplinspezifischer Modelle spricht man von Domänenmodellen bzw. nach Eric Evans, *Domain-Driven Design. Tackling Complexity in the Heart of Software*, Boston u. a. 2003 von Domain-driven Design (DDD).

■ 25

In der Tradition der Kartografie werden die Inhalte in der Regel streng klassifiziert und mit kodifizierten Flächenkennzeichnungen und Signaturen versehen.

■ 26

Trotz einer Erweiterung hin zu einer raumzeitlichen Dokumentation (vgl. Thomas Ott, Frank Swiacny, *Time-integrative GIS. Management and analysis of spatio-temporal data*, Berlin / Heidelberg / New York 2001) bleibt die Karte mit ihren Flächeneinheiten in den GIS-Systemen noch die Basisgröße. Zu den jüngsten Erweiterungen des Konzepts unter den Schlagworten »thick mapping« oder »deep mapping« vgl. Todd Presner, David Shepard, Yoh Kawano, *HyperCities – Thick Mapping in the Digital Humanities*, Cambridge 2014 und David J. Bodenhamer, John Corrigan, Trevor M. Harris, *Deep maps and spatial narratives*, Bloomington 2011.

■ 27

Diesbezüglich besteht eine Ähnlichkeit zu der Arbeit an Textkorpora in der Computerlinguistik, bei denen zwar keine Flächen oder andere räumliche Aspekte gegeben sind, aber definierbare Mengenanteile von Elementen innerhalb einer umgrenzten, mehr oder weniger homogenen Datenmenge, die einer solchen Fläche entspricht.

Ebenso unabdingbar wie der Raum ist in der kulturhistorischen Forschung – wie bereits mehrfach erwähnt – der Zeitfaktor. Ein Modell, das den Zeitfaktor dynamisch wiedergibt, wird als Simulation bezeichnet. ²³ Ähnlich wie der Detailgrad in der Raumdarstellung könnte dieser theoretisch beliebig verfeinert werden. Während in der historischen Forschungspraxis die Quellenlage meist nur punktuelle Angaben ermöglicht (bspw., dass eine Skulptur zu diesem und jenem Zeitpunkt fertiggestellt wurde oder den Standort wechselte), ist theoretisch und bei entsprechender Datenlage eine Modellierung in kleinsten Zeitschritten denkbar. Derartiges findet bereits bei der Echtzeit-Erfassung und Visualisierung von Mobiltelefon-Standorten oder bei der Verkehrsüberwachung statt und wird nicht zuletzt im Zuge der Automatisierung des Straßenverkehrs wohl bald zu einer Selbstverständlichkeit werden; Auswirkungen auf kulturhistorische Anwendungen sind zu erwarten.

Im kulturhistorischen Kontext soll das Modell nicht nur die räumliche Ausdehnung und die Zeitlichkeit des Originals definieren, sondern weitere Qualitäten und Eigenschaften wie Materialität, Form, Typologie, Funktion etc. repräsentieren. Wissenschaftliche Dokumentation und Reflexion erfordert schließlich auch noch die Angabe des Wahrscheinlichkeitsgrads der zugrunde liegenden Informationen. Gerade die letzteren Aspekte unterscheiden sich von einfachen messbaren Größen wie Ausdehnung und Zeitpunkt und stellen konzeptuelle Aspekte dar, die von jeweils disziplinspezifischen Ordnungssystemen und Taxonomien bestimmt sind. ²⁴

Die konzeptionellen Modelle können sich grundsätzlich unterscheiden, wie beispielsweise im Fall eines geografischen und eines architektur- oder kunsthistorischen Ansatzes. Digitale Karten und die zugrunde liegenden GIS-Daten als typische Form geografischer Dokumentation (und Modellierung) basieren vor allem auf einem Konzept räumlich-flächenhafter Elemente (in Form der sog. Shapefiles), die durch zumeist streng klassifizierte konzeptuelle Metadaten inhaltlich aufgeladen werden. ²⁵ Flächendeckend vorhandene und vergleichbare Werte haben hier Vorrang vor der differenzierten Beschreibung von Einzelobjekten. ²⁶ Auf dieser Grundlage lässt sich mit Verteilungsgrößen und anderen statischen Methoden arbeiten. ²⁷ Bei den mit Artefakten arbeitenden historischen Kulturwissenschaften steht hingegen die Bildung eines geschlossenen Korpus, das dann quantitativ befragt werden kann, allenfalls am Ende eines oftmals komplexen Prozesses der Datenerzeugung. Zumeist kommt es jedoch gar nicht bis zur Erstellung eines abgeschlossenen Bestands und zu dessen Auswertung. Das Ziel wird in der Regel sein, das Modell für die Datenerzeugung so allgemein wie möglich und so spezifisch wie nötig zu halten, um eine Anschlussfähigkeit gegenüber eventuellen anderen Modellen zu ermöglichen. Erst die Verallgemeinerung der Konzepte zur Datenerzeugung macht diese zu konzeptionellen Modellen. De facto unterscheiden sich diese jedoch selbst bei gleichen Gegenstandsgattungen stark. So sind Beschreibungsmodelle von Kunstwerken immer noch weder national noch international vereinheitlicht. Dabei gehören sie als solche bereits der vordigitalen Zeit an, denn formalisierte Erfassungs- und Beschreibungsmethoden sind keineswegs an digitale Technologien gebunden, sondern wurden schon in vordigitalen Zeiten angewandt. Die bereits seit Langem übliche Form der Beschreibung von Kunstwerken nach Datierung,

■ 28

Iconclass ist eigentlich kein System zur Repräsentation von Bildobjekten, sondern von Konzepten, nämlich den Bildbedeutungen vorwiegend in der westlichen Kunst der Antike, des Mittelalters und der frühen Neuzeit. Damit lassen sich konzeptuelle Aspekte von Bildobjekten in formalisierter Weise benennen. Die Klassifikation steht online zur Verfügung, <http://iconclass.org/>.

■ 29

Das heute »Census of Antique Art and Architecture Known in the Renaissance« genannte Projekt wurde 1946 am Londoner Warburg-Institut in Form von aufeinander referenzierenden Karteien begonnen, vgl. <http://www.census.de/census/project>. Derzeit wird das Projekt von der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften und der Humboldt-Universität zu Berlin getragen.

■ 30

Categories for the description of work of art, http://www.getty.edu/research/publications/electronic_publications/cdwa/.

■ 31

Überblick zur Geschichte von Midas und Diskus bei Fritz Laupichler, MIDAS, HIDA, DISKUS – was ist das?, in: AKMB-news 4.2-3 (1998), S. 18-24. Der Bildindex von Foto Marburg arbeitet noch heute auf der Basis von Midas.

■ 32

Conceptual Reference Model, <http://www.cidoc-crm.org/>.

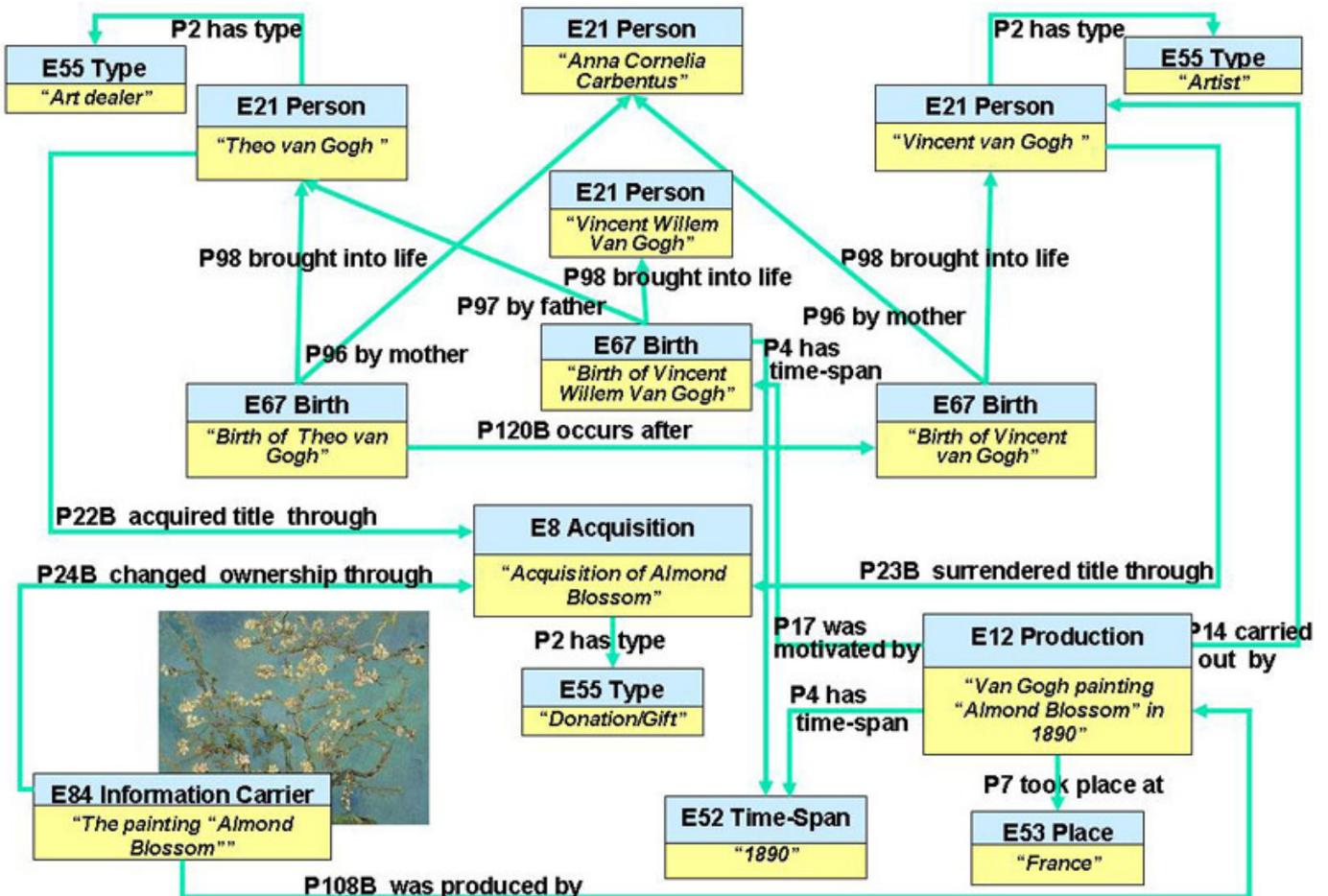
■ 33

Vgl. Conceptual Reference Model, http://www.cidoc-crm.org/crm_core/core_virexamples/almond_blossom.htm.

Gattung, ggf. Kunstlandschaft, Künstler und Ikonografie ist ein derartiges, freilich sehr allgemeines Modell. Formalisierte Beschreibungsmethoden bereiteten das algorithmische Berechnen mit dem Computer vor bzw. arbeiteten geradezu in Erwartung automatischer Rechenoperationen. Das trifft auf die seit den 1940er Jahren entwickelte Iconclass-Klassifikation für Bildinhalte ²⁸ ebenso wie auf die etwa zur selben Zeit begonnene Kartei des **Census of Antique Works of Art Known in the Renaissance** zu. ²⁹ Bereits zu einer Zeit, in der tatsächlich mit Computern gearbeitet wurde, jedoch vor der Etablierung des PC und des Internet, entstanden die **Categories for the Description of Works of Art (CDWA)** ³⁰ und das Marburger System (MIDAS) zur Beschreibung von Kunstwerken aller Gattungen. ³¹ Diese und weitere, teils mit erheblichem institutionellem und finanziellem Aufwand eingeführten Beschreibungsschemata zeugen von der Bedeutung des Aufgabenfeldes der Objekterfassung bzw. – im Sinne unserer Überlegungen – der Modellerstellung oder digitalen Repräsentation, sie werden aber von der akademischen Fachwelt eher wenig wahrgenommen.

Das am weitesten ausgearbeitete Modell für die formale Repräsentation von Objekten und den mit ihnen verbundenen Sachverhalten stellt wohl das vom Comité International pour la Documentation (CIDOC) im internationalen Museumsverbund (ICOM) seit den späten 1990er Jahren entwickelte Conceptual Reference Model (CIDOC CRM) dar. ³² Als formales Wissensmodell handelt es sich um eine Ontologie im Sinn der Informatik. Derartige umfassende Wissensmodelle stellen nicht nur außerordentlich mächtige Rahmenkonzepte zur Beschreibung einer Realität dar, sondern sind auch die Voraussetzung für den Einsatz künstlicher Intelligenz. Nur bei Vorhandensein eines definierten Wissensmodells ist ein Schlussfolgern (Reasoning) denkbar, das über die in den vorhandenen Daten explizit festgehaltenen Sachverhalte hinausgeht. Mit den Möglichkeiten des Internets und Konzepten von Linked Open Data erweitern sich die Perspektiven auf diesem Gebiet zusätzlich. Aber auch für einfachere Anforderungen des Dokumentationswesens, etwa die Wiederauffindbarkeit von Daten oder die Relevanz von Suchergebnissen, ist ein zumindest minimales definiertes Wissensmodell bei der Katalogisierung notwendig. Mit dem CIDOC CRM können – nun sowohl formale und materielle Eigenschaften als auch die historischen Begebenheiten minutiös **nachmodelliert** werden. Jedoch werden für einen in einem natursprachlichen Satz vergleichsweise einfach wirkenden Sachverhalt wie »Van Gogh schenkte das Gemälde ›Mandelblüte«, das er 1890 gemalt hatte, seinem Bruder«, zahlreiche formalisierte Einzelaussagen notwendig, die wiederum untereinander zusammenhängen ⁰². ³³

□ 02
 Die Modellierung von Gegenständen und Sachverhalten nach einer definierten Ontologie: Die Mandelblüten von Van Gogh ausgedrückt im Cidoc CRM. (Cidoc CRM)



■ 34

Eine der ersten Implementierungen von CIDOC CRM stellte das Erlangen-CRM, <http://erlangen-crm.org/>, im Einsatz mit der Forschungsumgebung WIssKi dar. Ferner fand die Ontologie im CLAROS-Explorer, <http://www.clarosnet.org/>, Anwendung und liegt ebenfalls der vom British Museum entwickelten Plattform ResearchSpace, www.researchspace.org, zugrunde. Letztere könnte der Ontologie CIDOC CRM als Standard zum Durchbruch verhelfen.

■ 35

LIDO, <http://network.icom.museum/cidoc/working-groups/data-harvesting-and-interchange/what-is-lido/>, EDM (Europeana Data Model), <http://pro.europeana.eu/page/edm-documentation>; außerdem bspw. FRBRoo (Functional Requirements for Bibliographic Records – object oriented) VRA Core (Visual Resources Association Core Categories), <https://www.loc.gov/standards/vrarc/core/>.

■ 36

Dies ist insbesondere ein Anliegen des Konzepts der Datenbank ZUCCARO, die an der Bibliotheca Hertziana, Max-Planck-Institut für Kunstgeschichte entwickelt wird, vgl. Martin Raspe, Georg Schelbert, ZUCCARO. Ein Informationssystem für die historischen Wissenschaften, in: *IT Information Technology* 51 (2009), S. 207–215. und Elisabeth Kieven, Georg Schelbert, *Architekturzeichnungen, Architektur und digitale Repräsentationen – das Projekt LINEAMENTA*, in: *Architecture on Display* 4, 2014, <http://edoc.hu-berlin.de/kunsttexte/2014-4/kieven-elisabeth-10/PDF/kieven.pdf>.

■ 37

Vgl. Frédéric, Kaplan, *Lancement de la Venice Time Machine*, 2013, <https://fkaplan.wordpress.com/2013/03/14/lancement-de-la-venice-time-machine/>, wonach die ältere, quellenarme Vergangenheit nur mit Simulation »simulated information« rekonstruierbar ist. Vgl. auch Matthew Lincoln, *Predicting the Past: Digital Art History, Modeling, and Machine Learning*, IRIS, <http://blogs.getty.edu/iris/predicting-the-past-digital-art-history-modeling-and-machine-learning/>.

Für die Handhabung derart komplexer Aussagengeflechte waren lange Zeit kaum Softwareimplementierungen vorhanden. ³⁴ Daher bestand die tatsächliche Bedeutung des CIDOC CRM bislang vor allem in der Funktion als Referenzontologie, die zum Austausch und Abgleich von Information diente, während für die Anwendung in der Sammlungspraxis abgeleitete, wieder flach strukturierte Metadatenschemata wie LIDO eingesetzt wurden, die letztlich nur Ausschnitte der Struktur des großen Wissensmodells CIDOC CRM repräsentieren. ³⁵ Unternehmungen wie die Europeana versuchen weitere, mit CIDOC CRM kompatible und stärker den Praxisbedürfnissen angepasste Standards und Formate zu entwickeln. Mit derartigen Standards werden in formalisierter Weise bestimmte Grundmuster der Beschreibung historischer Sachverhalte nachgebildet, etwa *Person A hat Brief an Person B geschrieben; Person C hat Objekt D erworben Bauwerk E befand sich an Ort F etc.*

Durch die in gleicher Form organisierte Referenz auf jeweils zugrunde gelegte historische Quellen oder Forschungsmeinungen wird ein solches System zusätzlich in die Dimensionen wissenschaftlicher Dokumentation gebracht. ³⁶

Indem die Beschreibung von Sachverhalten hier auf Ereignisse fokussiert, kann auch die Zeitlichkeit als zentraler Aspekt modelliert werden. Im historischen Kontext tritt Zeitlichkeit eher als längere Zeitspanne auf (»Michelangelo hat die Figur des David von 1501 bis 1504 geschaffen«). Auf der Basis eines entsprechend differenzierten Datenmodells und hoher Datendichte wären schließlich auch Dokumentationen oder Simulationen möglich, die mit Zeitabläufen agieren. Während Vorhersagen einen eher randständigen Aspekt in der historischen Forschung ausmachen, hat Simulation jedoch durchaus eine Bedeutung für die rückblickende Rekonstruktion quellenarmer Zeitabschnitte. ³⁷ Insgesamt bleiben die zeitabhängige Darstellung von Sachverhalten sowie die Berücksichtigung von Unschärfe und Wahrscheinlichkeit von historischen Sachverhalten eine Herausforderung in der Modellierung von Kulturgeschichte.

F.3 Das digitale Modell als Synthese von Bild, Konzept und Information

Wir können zusammenfassen: Auch wenn man von der einfachsten Vorstellung des verkleinerten räumlichen Abbilds in der Tradition des Architekturmodells ausgeht, kommen im digitalen Format zum abbildenden Modellaspekt konzeptionelle und verfahrensmäßige Aspekte des Modellierens hinzu. Auch die tradierte Praxis der historischen Wissenschaften, die sich mit kulturellen Artefakten beschäftigen, ihre Gegenstände in regelhafter Weise zu beschreiben, fließt hier ein. Aus dieser Tradition speist sich im Wesentlichen die Datenmodellierung in Fachgebieten, die – mit bildgebenden Verfahren verknüpft – zu einem ganzheitlichen Konzept einer **Kulturtechnik Modell** im digitalen Format entwickelt werden kann. ³⁸

Als umfassende informatische Repräsentation des Gegenstands gedacht, kann das digitale Modell wie eine materielle Nachbildung oder eine Fotografie eines Objekts visuell betrachtet werden. Es kann aber gleichermaßen – wie eine Datenbank – als Wissensspeicher und für rechnerische Auswertungen aller Art verwendet werden. ³⁹

Zugleich ist die digitale Repräsentation materiell entgrenzt. Sie beschränkt sich nicht nur auf einzelne materielle Objekte, sondern kann sich auch auf komplexere Objektgruppen und zugehörige Sachverhalte beziehen. So lassen sich etwa ein Werkverzeichnis (catalogue raisonné), oder Sachverhalte wie eine Biografie oder ein Personennetzwerk in einem komplexen, partiell sowohl konzeptionelle als auch abbildende Elemente enthaltenden Modell darstellen. ⁴⁰ Noch weiter gehend, könnte man umfassende Ansammlungen und Vernetzungen von Daten, wie sie etwa bei der Suchmaschine Google oder bei Wikipedia/Wikidata zu beobachten sind, als Aufbau eines übergreifenden, großen kulturhistorischen Modells lesen. Google führte im Jahr 2012 den sogenannten Knowledge Graph ein, der auf der Grundlage verschiedener Informationsquellen arbeitet, u. a. DBpedia, einem Projekt, das die Extraktion und Bereitstellung von Informationen aus der Wikipedia zum Ziel hat. Wikidata ist ein hierzu komplementäres Unterfangen, das Normdatensätze für Personen, Sachen etc. verfügbar macht. Mit dem **Reasonator** werden die einzelnen Statements eines Wikidata-Items zu möglichst aussagekräftigen Gesamtdarstellungen zusammengefasst. ⁴¹ Im Museumswesen und anderen Gebieten des Kulturerbe-Bereichs lassen sich ähnliche Bestrebungen feststellen, die in einem engen Wechselverhältnis mit der Etablierung von Normdaten, Formatstandards und interoperablen Datenmodellen stehen. ⁴²

■ 38

Der Erforschung der Geschichte des Modellgebrauchs sowie der Kulturtechnik des Modell – allerdings nicht im Besonderen bezogen auf das digitale Format – hat sich die am Hermann Helmholtz-Zentrum für Kulturtechnik der Humboldt-Universität angesiedelte Internationale Gesellschaft für Modellforschung verschrieben, <https://www.kulturtechnik.hu-berlin.de>.

■ 39

Hubertus Kohle, *Digitale Bildwissenschaft*, Glückstadt 2013 und Jannidis / Rehberg / Kohle 2017.

■ 40

Helmreich, Anne, *Reimagining the Medieval Mediterranean*, IRIS, <http://blogs.getty.edu/iris/reimagining-the-medieval-mediterranean/>, formuliert: »Studying the medieval past suddenly felt like putting together a complex puzzle that needs a team to assemble – finding the corner pieces, deciding which are the edge pieces, and then working together to form the picture in the middle.«

■ 41

<https://www.wikidata.org/>. Das enorme Potenzial, das Wikidata bei der Erschließung von Kulturerbe besitzt, wird soeben erst entdeckt vgl. Jens Ohlig, Georg Schelbert, *Datenpartnerschaften mit Wikidata: Projekt Durchblick*, <https://blog.wikimedia.de/2017/08/21/datenpartnerschaften-mit-wikidata-projekt-durchblick/>.

■ 42

Zuletzt *Research-Space* als Initiative des British Museum, <http://www.researchspace.org/>. Vgl. Abschnitt II. Das konzeptionelle Modell (CidocCRM).

■ 43

Wolfgang Coy, *Die digitale Verdoppelung der Welt*, in: *Kultur und Informatik – Aus der Vergangenheit in die Zukunft*, Tagungsband, Boizenburg 2012, S. 101–108. Auf einfache Weise kann man das Prinzip des selbstverstärkenden Gefüges bei kollaborativ erstellten Karten, etwa Open-Street-Map, feststellen, wo partiell eine extreme Genauigkeit und Dichte erreicht wurde.

■ 44

Vgl. Georg Schelbert, *Digital Art History – Digitale Kunstgeschichte, Überlegungen zum aktuellen Stand*. *Digitale Kunstgeschichte – digital art history*, in: Peter Bell, Lisa Dieckmann, Piotr Kuroczynski (Hg.): *Computing Art Reader – eine Einführung in die digitale Kunstgeschichte*, arthistoricum.net-ART-Books, Heidelberg 2018, S. 40–57, books.ub.uni-heidelberg.de/arthistoricum/reader/download/413/413-17-83319-2-10-20181210.pdf.

■ 45

Zu 3D-Modellen vgl. u. a. M. Green-grass, L. M. Hughes, *The virtual representation of the past*, *Digital research in the arts and humanities*, Burlington 2008; Sander Münster, *Entstehungs- und Verwendungskontexte von 3D-CAD-Modellen in den Geschichtswissenschaften*, in: Klaus Meissner und Martin Engelen (Hg.), *Virtual Enterprises, Communities & Social Networks*, Dresden 2014, S. 99–108 (insbesondere zum Einsatz im historischen Kontext) und Messmer 2016. Zur Problematik der Beschreibung von Architekturmodellen Ina Blümel, *Metadatenbasierte Kontextualisierung architektonischer 3D-Modelle*, Berlin 2013.

■ 46

<http://www.digitale-rekonstruktion.info/>.

Die Option, **Modelle** aufzubauen, wird im digitalen Format durch die Möglichkeit theoretisch unbegrenzter Verknüpfung radikal gesteigert: Indem erstmals eine Trennung von Daten und ihrer materiellen Repräsentation erfolgt, sind Informationen zeit- und raumunabhängig bearbeitbar. Angaben, die aus unterschiedlichen Quellen stammen und von unterschiedlichen Akteuren erhoben wurden, können theoretisch nahtlos miteinander verknüpft und überkreuzt werden. Informationen schließen sich »zu einem selbstverstärkenden Gefüge zusammen«⁴³ und lassen neue Erkenntnisse durch nicht vorhergesehene Koinzidenzen erwarten. Dabei ist das Erstellen des immer weiter wachsenden Kulturmodells freilich kein automatischer Prozess. Die selbstverstärkenden Momente basieren – vielleicht ähnlich dem hermeneutischen Zirkel – auf intellektuell basierten Vorannahmen, Entscheidungen und Bestätigungen. Der Arbeitsbereich der Übersetzung von historischen Artefakten in digitale Repräsentationen, der vielfach verkürzend bis abschätzig als **Digitalisieren** betrachtet wird, stellt tatsächlich einen hochkomplexen und intentionalen Prozess dar, der genuine Forschungsprozesse enthält und umfangreicher Reflexion bedarf. Die gern gepflegte Gegenüberstellung von **digitalisierter** und **digitaler** Kunstgeschichte, die vom Primat der an einem Korpus durchgeführten analytischen Verfahren ausgeht, ist daher irreführend.⁴⁴

Wir haben unseren umfassenden Begriff des digitalen Modells, bestehend aus konzeptionellen und abbildenden Elementen, vor allem als **Repräsentation** von Objekten und mit ihnen verbundenen Sachverhalten charakterisiert. Das digitale Objekt stellt jedoch selbst wieder eine Realität dar. Es besitzt einen eigenen Wert und spricht für sich selbst, auch wenn es, wie jeder Sachverhalt, hinsichtlich seiner Grundlagen befragt werden muss. Es kann auf unterschiedlichste Weise ausgewertet und visualisiert werden. Der mögliche Rahmen der Perzeption reicht vom Lesen der Daten mittels quantitativer Visualisierungen bis hin zu einem immersiven quasi-realen Nacherleben räumlich-zeitlicher Situationen mit Datenbrillen oder anderen neuartigen Endgeräten.

So gesehen ist die räumliche Repräsentation als 3D-Modell lediglich eine besonders explizite Form der digitalen Repräsentation von Gegenständen unter vielen, die durch den **spatial turn** besondere Aktualität erhält. Im digitalen Format beschränkt sich die Repräsentation nicht auf eine Art Reduplikation des Objekts hinsichtlich seines Aussehens und seiner materiellen Beschaffenheit, sondern kann zusätzlich eine prinzipiell unbegrenzte Anzahl weiterer Informationen aufnehmen, einschließlich der Integration von Zeit- und Wahrscheinlichkeitsdimensionen bei so genannten 4D- oder 5D-Modellen.⁴⁵ Welche Optionen und Herausforderungen sich bei der Verknüpfung derartiger Informationen mit Bildern, Bildelementen und räumlichen Definitionen ergeben, ist noch auszuloten. Dies ist unter anderem das Forschungs- und Arbeitsfeld der **Arbeitsgruppe Digitale 3D-Rekonstruktion im DHd e. V.** und nicht zuletzt das Ziel dieses Bandes.⁴⁶

■ 47

Beispiele hierfür sind u. a. Rome reborn (ein archäologisches Modell, das sich noch weitgehend auf die räumliche Nachbildung beschränkt), <http://romereborn.frischerconsulting.com/>, Bamberg 4D, <https://www.uni-bamberg.de/tauforschung/forschung/projekte/digitales-stadtmodell/4d/>, Visualizing Venice, <http://www.visualizingvenice.org/visu/> und Venice Time Machine (s. 53).

■ 48

Zu Geschichte und Umfang dieses Quellenbestandes siehe: Carla Sbrana, Rosa Traina, Eugenio Sonnino, Gli stati delle anime a Roma dalle origini al secolo XVII: origini, consistenza, contenuti : con appendice sulle altre registrazioni parrocchiali, Rom 1977. Bis heute konnte noch keine umfassende digitale Version dieses historischen Adressbuches der Stadt erstellt werden.

■ 49

Beispiele für derartige komplexe Stadtmodelle sind zumeist noch im Aufbau, vor allem in den kulturhistorisch reichen Städten, allen voran Rom, Paris, London, Nürnberg, Köln etc. In diesem Zusammenhang sind auch die geografischen Informationssysteme, die von Stadtverwaltungen eingesetzt werden, zu nennen (bspw. FIS-Broker Berlin, <http://www.stadtentwicklung.berlin.de/geoinformation/fis-broker/>).

■ 50

RAVE (RAAdial Velocity Experiment), 2003–2011 <https://www.rave-survey.org/project/>, Gaia-Mission der ESA, seit 2013, <http://gaia.ari.uni-heidelberg.de/>.

■ 51

Beispielsweise das Human Genome Project (HGP), 1990–2003.

■ 52

Thomas Wiegand, Direktor des Fraunhofer Heinrich-Hertz-Instituts, drückte das auf dem Science Match 2017 in Berlin folgendermaßen aus: »Digital Future will be a timely and accurate model of the world« (Vortrag »Convergence of Communication and Machine Learning« am 12.05.2017).

Am ehesten lässt sich ein umfassendes und komplexes Modell wohl am Beispiel historischer Städte vorstellen. 47 Ein solches Modell bietet Daten und Anschauungsmaterial nicht nur aus architektur- oder kunsthistorischer Sicht, sondern aus der Perspektive verschiedenster weiterer Disziplinen. Je stärker das Modell strukturiert ist, desto mehr Disziplinen werden damit arbeiten können. In seiner Gesamtheit ist ein hochkomplexes digitales Modell nicht mehr visualisierbar. Selbst wenn man lediglich an die Zeitschichten denkt, wird deutlich, dass diese nur einzeln oder in partieller Überlagerung wahrgenommen werden könnten. Der Einsatz von Filtern je nach Perspektive und Fragestellung ist daher selbstverständlich. Theater- und Musikwissenschaft interessieren sich für die Aufführungsorte und die räumliche und soziale Struktur von deren Umgebungen. Sozial- und Wirtschaftsgeschichte benötigt für die Untersuchung städtischer Mikroräume unter anderem auch raumbezogene Daten. Für militärgeschichtliche Fragen sind Sichtfelder, Befestigungen und Simulationen von deren Beschuss interessant. Erhebungen zur Bevölkerungsstruktur, wie sie für viele Städte vorliegen – für Rom beispielsweise seit dem 16. Jh. nahezu lückenlos mit den »stati delle anime« 48 – lassen sich nicht nur allgemein hinsichtlich Altersstruktur, Berufsgruppen und Nationalitäten auswerten, sondern auch in ein umfassendes raumzeitliches Stadtmodell integrieren, da die Wohnadressen der Personen in regelmäßigen Zeitabständen erfasst wurden. 49

Wenn nun solche Größenordnungen an Daten aus der geisteswissenschaftlichen Perspektive als unbewältigbar umfangreich erscheinen, dann ließe sich vielleicht durch einen Seitenblick in andere Disziplinen wieder Mut schöpfen. So wurde bereits zu Beginn der 2000er Jahre die räumliche und zeitliche Modellierung praktisch der gesamten Milchstraße in Angriff genommen. 50 Auch die Kartierungsbestrebungen zur DNA der Lebewesen, insbesondere des menschlichen Genoms, 51 übertreffen die in der historischen Forschung gewohnten Mengen von Einzelelementen. Sicherlich sind Aminosäurepaare oder physikalisch berechenbare Bewegungen von Festkörpern im Weltall ein einfacherer Gegenstand als die verschlungenen Pfade menschlicher Geschichte und ihrer kulturellen Hervorbringungen. Aber auch auf dem Feld der Kulturgeschichte lassen sich gewisse, relativ eindeutig beschreibbare Merkmale wie z. B. Lebensdaten von Personen, Standorte und Bewegungen von Bau- und Kunstwerken, Mitgliedschaften in Institutionen, Besitzübertragungen und dergleichen als Rahmenordnung für weitergehende kulturhistorische Forschung in einem großen Modell darstellen. In Teilmodellen, sei es in Wikipedia und anderen Enzyklopädien, sei es in Normdatenrepositorien, Bau- oder Kunstdenkmäler-Datenbanken, ist Derartiges ohnehin schon virtuell vorhanden und strebt vielleicht – sozusagen in einer Art reversivem Urknall – einer weitgehend bruchlosen Vereinigung zu. 52.

Wenn auch im kulturwissenschaftlichen Bereich nur selten in diesen Größenordnungen gedacht wird, kann doch eine Initiative, die sich definitiv solchen Dimensionen stellt, genannt werden. Die Venice Time Machine ist ein Verbundprojekt, das sich zum Ziel gesetzt hat, das gesamte venezianische Staatsarchiv zu digitalisieren, zu erschließen und historische Informationen aus den Akten zu extrahieren. Diese Informationen

■ 53

Vgl. Abstract zum Vortrag auf der Tagung 3D Digital Heritage, Humboldt-Universität zu Berlin, 19. Juni 2017). Das Projekt Venice Time Machine ist ein Gemeinschaftsprojekt der EPFL und der Università Ca'Foscari in Venedig, <https://vtm.epfl.ch/>.

■ 54

Time Machine, <http://timemachineproject.eu/>.

■ 55

Ulrich Pfisterer, Big Bang Art History, in: Merkur 71, Mai 2017, S. 95–101, hier S. 99.

■ 56

Raphael Rosenberg, Blicke messen. Vorschläge für eine empirische Bildwissenschaft, in: Jahrbuch der Bayerischen Akademie der Schönen Künste 27.2013, 2014, S. 71–86 und Raphael Rosenberg, Bridging art history, computer science and cognitive science: a call for interdisciplinary collaboration, in: Zeitschrift für Kunstgeschichte, 79 (3) 2016, S. 305–314.

werden auch mit einem räumlichen Modell – das teils auf diesen Informationen beruht – verbunden, um auf diese Weise ein Raum-Zeit-Gefüge zu erzeugen, in dem, mit Frederic Kaplan »so einfach durch die Zeit gereist werden kann, wie wir im Raum reisen«. ⁵³ Das Projekt umfasst Entwicklungsarbeit auf den Gebieten der Bilderkennung, der Schrifterkennung, beschleunigter Scan-Workflows und der Datenmodellierung. Es ist nur konsequent, dass das Projekt zu einer alle Städte Europas umfassenden Initiative unter dem Namen **Time Machine** ausgebaut werden soll. ⁵⁴ Die Übertragung auf einen globalen Maßstab ist noch nicht angekündigt, wäre aber lediglich ein weitere Skalierung des Konzepts.

Die maximal umfangreiche und zugleich maximal detaillierte digitale Repräsentation, wie sie gedanklich auch der time machine zugrundeliegt, erzeugt gewissermaßen die Karte im Maßstab 1:1, ja sogar noch darüber hinaus, da sie – neben einem über die menschliche Wahrnehmungsfähigkeit hinausgehenden Detaillierungsgrad – weitere Aspekte wie Zeitschichten, Hypothesen und Wahrscheinlichkeiten enthalten kann. Während eine solche Karte, wie sie Borges und Eco in satirischer Weise diskutiert haben, in der analogen Welt ein Absurdum darstellt, muss das im digitalen Format keineswegs der Fall sein. Daher taugt dieses Szenario auch nur bedingt als Einwand gegen ein vermeintlich unreflektiertes Datensammeln in der Digitalen Kunstgeschichte, wie ihn Ulrich Pfisterer anklingen ließ. ⁵⁵ Zweifellos ergibt eine virtuelle Totalität von Daten per se noch keinen Sinn. Sie wäre auch nicht mehr visualisierbar oder anderweitig sinnlich wahrnehmbar, sodass das digitale Modell noch nicht einmal mehr als Bild zum **distant viewing** dienen könnte. Aber digitale Daten erlauben Filterungen und Befragungen aller Art, die je nach Fragestellung bestimmte Aspekte, Perspektiven und letztlich zunächst nicht wahrnehmbare Ergebnisse bringen (können).

Auch wenn sich neben allen Machbarkeitsproblemen – mögen sie eher im Speicherbereich, in der Durchsetzung von Standards oder in der zuverlässigen Bereitstellung von Online-Zugänglichkeit liegen – zweifellos die Frage stellt, ob hier nicht die Gefahr eines naiven Positivismus droht, kann diese wohl zunächst dahingehend beantwortet werden, dass Positivismus als solcher gar nicht vermeidbar ist, wenn mit digitalen Daten gearbeitet wird. Ein solcher muss – wenn er methodologisch kritisch reflektiert und auf eine heuristische Funktion eingegrenzt wird – aber keineswegs per se verwerflich oder schädlich sein. Im Gegenteil könnte es sowohl für eine methodologische Präzision als auch für die interdisziplinäre Verständigung von Vorteil sein, wenn die objektbezogenen kulturhistorischen Fächer wie die Kunstgeschichte sich ihrer empirischen Grundlagen wieder stärker bewusst werden. Unterstützende Stimmen hierfür gibt es auch jenseits der Szene der Digitalen Kunstgeschichte, etwa mit Rosenbergs Plädoyers für eine **Empirische Bildwissenschaft** und **Systematische Kunstwissenschaft**. ⁵⁶ Umgekehrt betrachtet haben die Geisteswissenschaften wohl aber auch gar keine die Wahl, ob sie einer zunehmenden digitalen Repräsentation ihrer Gegenstände zustimmen oder nicht. Digitale Repräsentationen des Kulturerbes und der kulturgeschichtlichen Überlieferung entstehen ohnehin und sind auch zunehmend online präsent. Das ist eine Entwicklung, die unabhängig von der Haltung der Architektur- und Kunstgeschichte und verwandter Fächer

stattfinden wird. Damit aber diese Fächer möglichst zeitig davon profitieren können, ist ein weiterer Ausbau von Standards und Infrastrukturen nötig, damit es so einfach wird, historische Informationen, Abbildungen, Vermessungen in das **große Modell** einzugliedern, so wie es bereits möglich ist, eigene Fotos in Google Maps hochzuladen. Es bleibt dann vor allem die Frage, an welcher Stelle des Prozesses dem Material **Sinn gegeben** wird. Soll dies erst im traditionellen wissenschaftlichen Text geschehen, der über umfassendere oder spezifischere Fragestellungen reflektiert, aber das Material selbst kaum adäquat darstellen kann, wie man bereits seit Langem an den Problemen der Einbindung von Bildern und Modellen auch in Publikationen sieht – selbst wenn sie digital gespeichert werden? Oder soll eine wissenschaftliche Auswertung, Aussage und die diesbezügliche Kommunikation bereits unterhalb des traditionellen gelehrten Narrativs in strukturierten datenbankähnlichen Systemen stattfinden? **Sinn** ist hier freilich abgestuft zu verstehen. Denn Statements zu einzelnen, begrenzten kleinen Sachverhalten oder die Zuordnung von Attributen zu einem Gegenstand stellen selbstverständlich eine einfachere Stufe von **Sinnstiftung** dar als etwa die Charakterisierung eines ganzen Lebenswerks oder gar einer ganzen Epoche. Da aber in einer wissenschaftlichen Methodologie die großen Aussagen nicht ohne nachprüfbar kleine Aussagen möglich sind, spricht viel dafür, dass sich die Geisteswissenschaften verstärkt auch einer direkteren Handhabung von Daten zuwenden, damit diese kleinen Aussagen nicht, wenn sie überhaupt detailliert dokumentiert werden, ausschließlich in die Fußnoten oder Anhänge gedruckter Aufsätze verbannt bleiben. Zumindest dort, wo der Umgang mit historischen Dingen gepflegt wird, könnte das digitale Modell ein Schlüsselkonzept darstellen, das verschiedenste Aspekte eben dieser Dinge umfasst und sowohl zur hermeneutischen Betrachtung als auch zur rechnerischen Analyse bereitstellt.