

Formale, digitale Methoden und Modelle in den Geschichtswissenschaften. Am Beispiel digital edierter Rechnungsbücher

Christopher Pollin

21. Juni 2019, Graz

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Einleitung | 1 |
| 1.1 | Aufbau der Arbeit und Literaturübersicht | 2 |
| 2 | Formale Methoden und Modelle in den Geschichtswissenschaften | 4 |
| 2.1 | Von der erzählenden zur theorieorientierten Geschichtswissenschaft | 5 |
| 2.1.1 | Geschichte und Geschichtswissenschaft: eine Definition | 5 |
| 2.1.2 | Hermeneutik - Empirismus | 6 |
| 2.1.3 | ”Klassische” Methoden | 8 |
| 2.2 | (Digitale) Quantifizierer und Traditionalisten: Entwicklung einer formalen, digitalen Methodik | 9 |
| 2.2.1 | Interpretation und Theoriebildung | 10 |
| 2.2.2 | Beispiele formaler, digitaler Methoden | 11 |
| 2.3 | Modellbildung als Kern der Digital History | 12 |
| 2.3.1 | Forschungsdaten in den Geschichtswissenschaften | 15 |
| 2.3.2 | Modelle in den Geschichtswissenschaften | 17 |
| 3 | Historische Rechnungsbücher als Quelle | 18 |
| 3.1 | Andere Projekte | 20 |
| 3.2 | Finanztransaktionen | 20 |
| 3.3 | DEPCHA | 20 |
| 3.4 | The George Washington Financial Papers | 20 |
| 3.5 | The Wheaton Accounts | 21 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 4 | Web of Data | 26 |
| 4.1 | Geschichte und Vision des Web of Data | 26 |
| 4.2 | Web of Data Stack | 27 |
| 4.2.1 | Resource Description Framework | 28 |
| 4.2.2 | Resource Description Framework Schema (RDFs) | 30 |
| 4.2.3 | Taxonomien: Simple Knowledge Organisation (SKOS) | 32 |
| 4.2.4 | Abfragesprache: SPARQL | 32 |
| 4.3 | Ontologien | 33 |
| 4.3.1 | Vom Wissen, über das Semantische Netz zur Ontologie | 34 |
| 5 | Anwendung formaler Methoden auf Basis einer Ontologie | 37 |
| 5.1 | Die Bookkeeping-Ontology als konzeptuelles Model für digitale Editionen von historischen Rechnungsbücher | 37 |
| 5.2 | Digitale Edition von Historischen Rechnungsbüchern | 40 |
| 5.2.1 | Digitale Edition | 40 |
| 5.2.2 | Bookkeeping-Ontology | 40 |
| 5.2.3 | TEI Beispiele DEPCHA | 41 |
| 5.3 | Informationsvisualisierung | 42 |
| 5.3.1 | Statistische Auswertung | 45 |
| 6 | Textfragmente | 45 |
| 7 | Zusammenfassung | 46 |

1 Einleitung

Seit dem Zeitpunkt an dem es für Menschen den Bedarf gibt sich an Ereignisse oder Erkenntnisse, die für sie wichtig waren, zu erinnern, existieren auch Formen und Möglichkeiten das Wissen darüber zu repräsentieren. Ein Beispiel dafür findet sich bereits in den ersten Hochkulturen, als Menschen dokumentierten, dass jemand bei jemand anderen in der Schuld steht. Bereits um 3000 vor Christus lassen sich auf Tontafel Schuld und Kredit finden: *”Alok schuldet dem Sumar 10 Eimer Korn”*. Wir können also feststellen, dass die Dokumentation ökonomischer Abhängigkeiten zwischen Akteuren eine der ersten Formen darstellt, Wissen zu strukturieren und zu verschriftlichen.¹

Für Historiker*innen liefert diese Zeile einen Indiz auf ein Ereignis in der Vergangenheit, das, wenn es in einen bestimmten historischen Kontext gestellt wird, für Forschungsfragen in den Geschichtswissenschaften relevant ist. Innerhalb der schriftlichen Überlieferung - der historischen Quelle - stecken semantische Strukturen, die dazu dienen können, ein Ereignis aus der Vergangenheit rekonstruieren zu können.

Die Beschreibung der semantischen Struktur kann durch ein konzeptuelles Modell erfolgen. Die Anwendung formaler Methoden unter Berücksichtigung eines solchen Modells kann als Grundlage dafür dienen, Interpretationen der Vergangenheit - *”wie es den gewesen sein könnte”*² - mit einer gewissen Datengrundlage zu untermauern. Auf dieser Datengrundlage, die stets offen und nachvollziehbar und in die fachwissenschaftliche Diskussion eingebettet sein muss, können die Interpretationen der Historiker*innen fußen. Die Rekonstruktion, Interpretation und die Einbindung dieser Erkenntnisse in gegenwärtige Diskussion ist die eigentliche Arbeit der Geschichtswissenschaft.

Ziel dieser Arbeit soll eine theoretisch und pragmatische Auseinandersetzung mit den Herausforderungen und Möglichkeiten, die formale – und somit auch digital – Methoden und Modellen in der Geschichtswissenschaft mit sich bringen. Der praktische Anteil dieser Arbeit bezieht sich auf die Anwendung formaler Methoden auf semantisch angereicherte digitale Editionen von historischen Rechnungsbüchern in einem konkreten Projektkontext. Dieser Projektkontext – *Digital Edition Publishing Cooperative for Historical Accounts (DEPCHA)*³ – umfasst eine Kooperation von Partnern aus der USA, koordiniert durch das *Wheaton College Massachusetts*, und dem dem Zentrum für Informationsmodellierung (ZIM) der Universität Graz. Es setzt sich zum Ziel eine Publikationsplattform für digitale Editionen historischer Rechnungsbücher zu

¹ROBSON, Keith: Accounting numbers as “inscription”: Action at a distance and the development of accounting. *Accounting, Organizations and Society*, 17 1992, Nr. 7.

²Vgl. THALLER, Manfred: Ungefähre Exaktheit. Theoretische Grundlagen und praktische Möglichkeiten einer Formulierung historischer Quellen als Produkte ,unscharfer ‘Systeme [1984]. *Historical Social Research/Historische Sozialforschung*. Supplement, 2017, S.159.

³NHPRC-Mellon Implementation Grants: Digital Edition Publishing Cooperatives, <https://www.archives.gov/nhprc/announcement/depc>; Finanziert durch The Andrew W. Mellon Foundation <https://mellon.org/> 05.06.2019.

entwickeln und umzusetzen. Eine Herausforderung in diesem Projekt umfasst die Diskussion und Zusammenführung quantitativer und qualitativer Herangehensweise von Historiker*innen an Forschungsfragen in den Geschichtswissenschaften.

1.1 Aufbau der Arbeit und Literaturübersicht

Am Anfang der Arbeit steht neben einer allgemeinen theoretischen Diskussion zu Theorien und Methoden in den Geschichtswissenschaften eine detailliertere Auseinandersetzung mit der Anwendung formaler Methoden in den Geschichtswissenschaften⁴ unter der Einbeziehung von Inhalten aus dem Bereich der Historischen Fachinformatik,⁵ der digitalen Geisteswissenschaften⁶ und der Allgemeinen Modelltheorie.⁷

Im Kapitel 4 wird auf den Technologie Stack, das *Web of Data* (aka Semantic Web) eingegangen, das die Grundlage zur konzeptuellen und daraus abgeleiteten formalen Beschreibung von Information im *World Wide Web* liefert. Dafür ist eine konzeptionelle,⁸ technische⁹ und kritische¹⁰ Erörterung dieses Themenbereiches notwendig. Ein zentraler Aspekt dabei sind die Themen Wissensmodellierung,¹¹ Ontologien¹² und *Linked Open Data*,¹³ die dazu dienen können, um Modelle und Forschungsdaten¹⁴ interoperabel über das Web anzubieten.

Das 3. Kapitel versteht sich als Quellenstudie und behandelt den Quellentypus historischer Rechnungsbücher¹⁵ und ihre Edition.¹⁶ In einem zweiten Schritt werden konkreten Editionsprojekten aus dem Projektkontext DEPCHA angeführt. Diese Auswahl umfasst drei Projekte, die *George Washington's Financial Papers*,¹⁷ die *Wheaton Family Papers*¹⁸ und die *Stagville Accounts*¹⁹ als Beispiele angeführt.

⁴THALLER: Historical Social Research/Historische Sozialforschung. Supplement 2017.

⁵THALLER, Manfred: Historical Information Science: Is there such a Thing? New Comments on an old Idea [1993]. Historical Social Research/Historische Sozialforschung. Supplement, 2017.

⁶JANNIDIS, Fotis/KOHLE, Hubertus/REHBEIN, Malte: Digital humanities: eine Einführung. Springer-Verlag, 2017.

⁷STACHOWIAK, Herbert: Allgemeine modelltheorie. 1973.

⁸BERNERS-LEE, Tim/HENDLER, James/LASSILA, Ora: The semantic web. Scientific American, 284 2001, Nr. 5.

⁹BERNSTEIN, Abraham/HENDLER, James/NOY, Natalya: A New Look at the Semantic Web. Commun. ACM, 59 2016, Nr. 9 (URL: <http://doi.acm.org/10.1145/2890489>).

¹⁰SWARTZ, Aaron: Aaron Swartz's A Programmable Web: An Unfinished Work. Synthesis lectures on the semantic web: Theory and Technology, 3 2013, Nr. 2.

¹¹KELLY, Richard: Practical knowledge engineering. Elsevier, 2016.

¹²STUCKENSCHMIDT, Heiner: Ontologien: Konzepte, Technologien und Anwendungen. Springer-Verlag, 2009.

¹³BAUER, Florian/KALTENBÖCK, Martin: Linked open data: The essentials. Edition mono/monochrom 2011.

¹⁴NEHER, Günther/RITSCHER, Bernd: Semantische Vernetzung von Forschungsdaten. In STEPHAN BÜTTNER, HANS-CHRISTOPH HOBOM, Lars Müller (Hrsg.): Handbuch Forschungsdatenmanagement. Band 6, 2011.

¹⁵GLEBA, Gudrun/PETERSEN, Niels: Wirtschafts-und Rechnungsbücher des Mittelalters und der Frühen Neuzeit-Formen und Methoden der Rechnungslegung: Städte, Klöster und Kaufleute. Universitätsverlag Göttingen, 2015.

¹⁶VOGELER, Georg: Warum werden mittelalterliche und frühneuzeitliche Rechnungsbücher eigentlich nicht digital ediert? In BAUM, Constanze/STÄCKER, Thomas (Hrsg.): Grenzen und Möglichkeiten der Digital Humanities. 2015 (URL: http://www.zfdg.de/sb001_007).

¹⁷The George Washington Financial Papers Project, <http://financial.gwpapers.org>

¹⁸Wheaton Family Papers, <https://digitalrepository.wheatoncollege.edu/handle/11040/7928>

¹⁹StagvilleAccounts, <https://fromthepage.com/agbedavies/stagville-accounts>

Gemeinsam haben diese Projekte auf methodischer Ebene, dass sie im Sinne digitaler Edition²⁰ umgesetzt werden. Der dabei verwendete Standard ist die *Text Encoding Initiative (TEI)*.²¹ dieses Kapitel widmet sich, wie digitale Edition von historischen Rechnungsbüchern umgesetzt werden können^{22, 23}

Die digitale Edition in dieser Arbeit versteht sich als quellen-orientierte und inhaltsbezogene Edition, in der nicht jedes textuelle Phänomen ediert werden, muss, sondern die semantische Struktur der Quellen im Vordergrund stehen.²⁴ Zur formalen Beschreibung semantischer Strukturen kann das *Web of Data* herangezogen werden. Dies soll am Beispiel der *Bookkeeping Ontologie*,²⁵ einem konzeptuellen Modell zur Beschreibung von Transaktionsprozessen in historischen Rechnungsunterlagen, diskutiert und reflektiert werden. Auf diesem Modell und den Forschungsdaten werden weiter formale Methoden zur Analyse von Rechnungsbüchern im Sinne einer Informationsvisualisierung und statistischen Auswertung beschrieben und reflektiert.

²⁰SAHLE, Patrick: Digitale Editionsformen: Textbegriffe und Recodierung. Band 3, BoD–Books on Demand, 2013.

²¹CUMMINGS, James: The text encoding initiative and the study of literature. A Companion to Digital Literary Studies 2013.

²²TOMASEK, Kathryn/BAUMAN, Syd: Encoding financial records for historical research. Journal of the Text Encoding Initiative 2013, Nr. 6.

²³VOGELER, Georg et al.: The Content of Accounts and Registers in their Digital Edition. XML/TEI, Spreadsheets, and Semantic Web Technologies. In SARNOWSKY, Jürgen (Hrsg.): Konzeptionelle Überlegungen zur Edition von Rechnungen und Amtsbüchern des späten Mittelalters. Göttingen, 2016.

²⁴VOGELER, Georg: The 'assertive edition'. International Journal of Digital Humanities, 2019.

²⁵Bookkeeping Datamodel for Historical Accounts, gams.uni-graz.at/o:depcha.bookkeeping

2 Formale Methoden und Modelle in den Geschichtswissenschaften

Am ersten August des Jahres 1808 hat ein gewisser *James Haley* 1/4 Pfund Pulver, 1 Pfund Munition und 1 Pfund Zucker zum Preis von 2 Schilling und 6 Pence im Laden der *Stagville Plantage* in *North Carolina* käuflich erworben. Diese Art von Information über die Vergangenheit lassen sich in historischen Rechnungsbüchern finden. Dabei ist nicht der Einzeleintrag von großer Bedeutung für Fragestellungen in den Geschichtswissenschaften, sondern die Aggregation vieler Einzelinformationen, um eine Datengrundlage zu schaffen, auf der eine weitere fachwissenschaftliche Auseinandersetzung durch Historiker*innen ruhen kann.²⁶

Damit diese Datengrundlage ausreichend groß ist und Aussagen nicht nur auf Ausschnitte eines Quellenkorpus reduziert sind, ist es notwendig formale Verfahren zur Erschließung, Veröffentlichung und Analyse zu verwenden. Auf historische Rechnungsbücher bezogen, könnten so Berechnungen angestellt werden, die zeigen, wie sich etwa der Preis einer Ware über eine bestimmte Zeitspanne entwickelt haben, oder welche Akteure bestimmte Waren kaufen und verkaufen. Setzt man diese "historischen Fakten" aus der Quelle in einen größeren historischen Zusammenhang und als Diskussionsbeitrag in die fachwissenschaftliche Diskussion, beginnt die "klassische" Arbeit von Historiker*innen.

Im Mittelpunkt dieses Kapitels steht eine Diskussion über Theorien und Methoden der Geschichtswissenschaften und einer darauf aufbauenden Auseinandersetzung mit der Entwicklung der Anwendung formaler Verfahren innerhalb des Faches. Es wird der Frage nachgegangen welche theoretischen und methodischen Herangehensweisen sich in den Geschichtswissenschaften etabliert haben. So stellt sich beispielsweise die Frage was man als "historischen Fakten" verstehen kann und wie man sie nachvollziehbar, ohne die Quellen zu verzerren, algorithmisch verarbeiten kann. Bereits in den 1980er Jahren hat man sich im Fachbereich *Historische Fachinformatik* mit diesen Fragen beschäftigt.

Getrieben von einer analytischen Geschichtswissenschaft, in der die Theoriebildung ein zentrales Moment ist, ist die Anwendung formaler und computergestützter Verfahren zur Verarbeitung von Quellen ein wichtiger Bestandteil. Aus den Sozialwissenschaften kommend, in der Historischen Fachinformatik im Selbstverständnis einer Hilfswissenschaft weiterentwickelt, erleben formale Methoden eine neue Renaissance. Die digitalen Geisteswissenschaften und die Digital History sind zwei Begriffe die dafür stehen. Ein Kernaspekt dieser fachlichen Ausrichtungen ist die Erarbeitung und Anwendung von Modellen, um historische Forschungsdaten in eine formal verarbeitbare Struktur sinnvoll überführen zu können. So setzt sich dieses Kapitel auch mit einer grundlegenden Erörterung der Modelltheorie und Modellbildung zusammen.

²⁶VOGELER: Warum werden mittelalterliche und frühneuzeitliche Rechnungsbücher eigentlich nicht digital ediert?, 06.06.2019.

2.1 Von der erzählenden zur theorieorientierten Geschichtswissenschaft

*”Ich glaube an diese ganze Theoriebedürftigkeit der Geschichte nicht. Die Historie ist eine Kunst, die auf Kenntnissen beruht, und weiter ist sie gar nichts”*²⁷

Führte MANN im Jahr 1979 an, um auszudrücken, dass durch die Einführung damals neuartiger theoretischer Ansätze die Hauptaufgabe der Geschichtswissenschaften, das Erzählen von Geschichten, aufgeweicht wird. Bereits in den 1960er Jahren forderten Historiker wie MOMMSEN, KOCKA oder WEHLER eine *”Reform der Geschichtswissenschaft jenseits des Historismus”* hin zu einer analytischen und theorieorientierten Geschichtswissenschaft. Ihre Kritik richtet sich an den individualistischen Ansatz des Historismus, der Geschichte als Produkt menschlichen Handelns und nicht als rationales Ergebnis eines gesellschaftlichen Prozesses versteht. Sie forderten eine stärkere Theoriebildung in der Geschichtswissenschaft und orientieren sich viel stärker an der Methodik der benachbarten Sozialwissenschaften, wie etwa der Soziologie. Nur die Nacherzählung der Vergangenheit, wie sie MANN einfordert, ist im heutigen Verständnis der Geschichtswissenschaft, ohne Anbindung an jegliche theoretische Fragestellungen, nicht mehr denkbar. Heutzutage ist die Theorieorientierung in den Geschichtswissenschaften essentiell. KOCKA versteht darunter einen expliziten Gebrauch von Modellen, Theorien und begriffen zur Strukturierung des Gegenstandes.²⁸ Man greift beispielsweise auf Modelle²⁹ der Konjunkturtheorie aus den Wirtschaftswissenschaften oder klassentheoretische Konzepte der Sozialgeschichte zurück.³⁰

2.1.1 Geschichte und Geschichtswissenschaft: eine Definition

Gegenstandsbereich der **Geschichte** ist das Handeln der Menschen in der Vergangenheit. Dieses Handeln ist aber für niemanden mehr erlebbar, sondern muss über Belege der Vergangenheit, den Quellen, ob als Überrest oder Tradition,³¹ rekonstruiert werden. KIRN führt in seinem Einführungswerk in die Geschichtswissenschaft mehrere Definition des Begriffes Geschichte an. Wo HELLPACH über *”die bewußte Gestaltung menschlichen Gemeinschaftslebens aus schöpferischem Willen”* spricht und die menschliche Handlung in den Vordergrund stellt, ist es für HUIZINGA, aus dem Verständnis von Geschichtswissenschaft als Kulturgeschichte, *”die geistige Form, in der sich eine Kultur über ihre Vergangenheit Rechenschaft gibt”*. Zentral in dieser Menge an Definitionen und Zugängen zur Geschichte ist, dass es sich um die wissenschaftliche Darstellung des Geschehens handelt.³²

²⁷Vgl. MANN, Golo: Plädoyer für die historische Erzählung. In KOCKA, Jürgen/NIPPERDEY, Thomas (Hrsg.): Theorie und Erzählung in der Geschichte. München, 1979, S.53.

²⁸MAGERSKI, Christine et al.: Wie schreibt man Geschichte? Zagreber Germanistische Beiträge, 2009, Nr. 18, S.2.

²⁹Der Begriff Modell wird unterschiedlich verstanden. Kapitel 2.3 geht genauer auf diesen Begriff ein.

³⁰SCHMIEDER, Felicitas/SOKOLL, Thomas: Theorien und Methoden der Geschichtswissenschaft., S.1.

³¹Die Unterscheidung nach DROYSEN zwischen ”unabsichtlich” erzeugten (z.B. durch eine Ausgrabung gefundene Kleidung) und bewusst überlieferten Quellen (z.B. ein Denkmal), OPGENOORTH, Ernst/SCHULZ, Günther: Einführung in das Studium der Neueren Geschichte. Paderborn, München, Wien, Zürich, 2010, S.49–55.

³²KIRN, Paul: Einführung in die Geschichtswissenschaft. Berlin, Boston, 2015, S.7-12.

Jedenfalls ist der Begriff mehrdeutig. Geschichte kann als Vergangenheit, Geschichtsforschung oder Geschichtsschreibung verstanden werden. Geschichtsschreibung als Produkt der Geschichtsforschung liegt üblicherweise als Narrativ über vergangene Ereignisse vor. Sie ist jedoch nicht auf die Textform beschränkt, sondern kann auch in anderer Form vorliegen.³³

Bei DEMANDT finden sich weitere Ausführungen zu den grundlegenden Überlegungen des Begriffes *Geschichte*. Neben dem Mythos, der in vorschriftlichen Zeiten und in erzählerischer Form Vergangenes von einer Generation zu anderen weitergibt, war die Chronistik eine früher Form der verschriftlichten Erinnerung. Chroniken berichten über Ereignisse, ohne die Texte literarisch aufzuarbeiten. Die **Historie**, die *Erkundung der Vergangenheit*, geht noch einen Schritt weiter und versucht Ereigniszusammenhänge einer 'wahren' Vergangenheit darzustellen.

Im 16. Jahrhundert entwickelt sich der Begriff Geschichte, der anfangs nur für den Gegenstandsbereich der Historie verwendet wurde.³⁴ Das moderne Verständnis des Wortes Geschichte umfasst sowohl die Gesamtheit von realen Geschehnissen, als auch den Bericht darüber

Zentral in der **modernen Geschichtswissenschaft**, also der Erforschung der Vergangenheit nach wissenschaftlichen Kriterien, ist die Auseinandersetzung mit historischen Quellen, die mittels kritischer Methode untersucht werden. In diesem Prozess müssen die angewandten Methoden, Ideen und Ergebnisse diskutierbar und nachprüfbar sein.³⁵ Jeder soll in der Lage sein feststellen zu können, ob eine Interpretation eines historischen Sachverhalts in einer angeführten Quelle nachvollziehbar ist. Forschungsgegenstand und Forschungsfrage sind in den Geschichtswissenschaften nicht klar abgegrenzt und die Interessen von Historiker*innen sind interdisziplinär, weswegen auch die angewandte Methodik divers ist.³⁶ Auf die Methoden in den Geschichtswissenschaften wird in Kapitel 2.1.3 detaillierter eingegangen.

Zwei grundlegende Strömungen in der Erkenntnis- und Wissenschaftstheorie sind wichtig: die Hermeneutik und der Empirismus.

Siehe http://www.propaedeutikum-graz.at/download/Folien_Gasser-Steiner_SS2014.pdf

2.1.2 Hermeneutik - Empirismus

Ein weiterer zentraler Aspekt in der Herangehensweise die Vergangenheit besser zu verstehen ist die **Hermeneutik**. Dabei handelt es sich um eine Theorie der Interpretation und des Verstehens von Texten, die nicht nur auf die Geschichtswissenschaft angewendet wird, sondern auf viele geisteswissenschaftliche oder rechtswissenschaftliche Fächer. Im großen Unterschied zu naturwissenschaftlichen Fragestellungen, ist die Vergangenheit nicht in einem Experiment

³³FRANK, Ingo: Visualisierungswerkzeuge zur Erklärung historischer Ereignisse: geschichtstheoretische Anforderungsanalyse und zeichentheoretisches Rahmenwerk. INF-DH-2018 2018, S.5-7.

³⁴OPGENOORTH/SCHULZ: Einführung in das Studium der Neueren Geschichte, S.57-58.

³⁵DEMANDT, Alexander: Philosophie der Geschichte von der Antike zur Gegenwart. 2011, S.13-32.

³⁶REICHE, Ruth/BECKER, Rainer/BENDER, Michael: Verfahren der Digital Humanities in den Geistes- und Kulturwissenschaften. Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen, 2014, S.13.

beweis- bzw. widerlegbar. Geprägt wird die Hermeneutik, neben vielen anderen Akteuren, von den Arbeiten von SCHLEIERMACHER, der sie zu einer *universellen Theorie des Verstehens* weiterentwickelte, in der jedes Verstehen ein individueller Prozess ist. Aus dem neuen Geschichtsverständnis des 19. Jahrhunderts entwickelte DILTHEY die Hermeneutik zu einer historischen Methodik. Bei ihm wird Verstehen zur Methode der Geisteswissenschaften. Wo Naturwissenschaften die Welt von außen betrachten und versuchen zu erklären, ist die Aufgabe der Geisteswissenschaften, die Welt von innen zu verstehen. In der Hermeneutik ist das Verstehen essentiell bzw. ist es die Lehre des Verstehens selbst. Unter GADAMER wird die Hermeneutik zur Philosophie. Es bedarf immer ein Vorverständnis, um in einen Prozess des Verstehens eintauchen zu können, an dessen Ende nur eine Annäherung an eine Wahrheit möglich ist.³⁷

Nicht nur unser Wissen über historische Quellen, sondern alles Wissen beruht auf einem Verstehen, das in einer Auslegung unseres Wissens erläutert wird. Verstehen in diesem Sinne ist zirkelförmig. Jemand tritt mit einem gewissen Vorwissen an eine Fragestellung heran. Es werden in der Auseinandersetzung mit der Materie Erfahrungen gesammelt und ein tieferes Verständnis der Thematik erarbeitet. Mit diesem gefestigten Verständnis kann man sich in diesem hermeneutischen Zirkel wieder weiter fortbewegen und – einem iterativen Prozess gleich – sich ein besseres Bild zu einem Thema zu machen. Eine Problemstellung muss zuerst gefunden, erkannt und verstanden werden, damit sie weiter verarbeitet werden kann.³⁸

In folgendem Beispiel sind die Wörter "vihe", "verwürckt" oder "fewer" ohne jeglichen Kontext unverständlich. Werden sie aber in ihrem Kontext gelesen, wird die Bedeutung des Textes offensichtlich:

"Item so eyne mensch mit eynem vihe, mann mit mann, weib mit weib, vnkeusch treiben, die haben auch das leinen verwürckt, vnd man soll sie der gemeynen gewonheyt nach mit dem fewer vom leben zum todt richten"

Zentrale Begriffe lassen sich häufig erst aus dem Zusammenhang erschließen. Für das vollständige Verstehen des Gesamttextes müssen alle Einzelheiten nachvollziehbar sein. Die hermeneutische Spirale beinhaltet, dass Teilstück vom Ganzen her verstanden, korrigiert oder erweitert wird und sich umgekehrt das Ganze von den Teilen her bestimmt.

Im Zusammenspiel mit empirischen Methoden ist die Hermeneutik für die Hypothesenbildung und für die Interpretation der Ergebnisse von großer Bedeutung. Bei der empirischen Überprüfung von Sachverhalten spielt die Hermeneutik eine wesentliche Rolle bei der Quantifizierung von qualitativen Aussagen. Auch die Interpretation von empirischen Resultaten ist, so STANGL, ein hermeneutischer Vorgang.³⁹

³⁷OPGENOORTH/SCHULZ: Einführung in das Studium der Neueren Geschichte, S.19-30.

³⁸STANGL, Werner: Geschichte der Hermeneutik, <https://arbeitsblaetter.stangl-taller.at/ERZIEHUNGSWISSENSCHAFTGEIST/HermeneutikHistorie.shtml>, 01.06.2019.

³⁹STANGL, Werner: Der hermeneutische Zirkel, <https://arbeitsblaetter.stangl-taller.at/ERZIEHUNGSWISSENSCHAFTGEIST/HermeneutikZirkel.shtml>, 01.06.2019.

Empirismus

Gegenüberstellung Hermeneutik - Empirismus

ToDo:

”Das Verhältnis zwischen Hermeneutik und empirischer Wissenschaft ist in der philosophischen Debatte bis heute kontrovers. Insbesondere in den Sozialwissenschaften wurde diese Debatte zwischen Vertretern einheitswissenschaftlicher Positionen, wie sie die Vertreter des Kritischen Rationalismus Karl Popper und Hans Albert einnehmen, und alternativen Positionen (etwa der Kritischen Theorie um Max Horkheimer und Theodor W. Adorno), die sich gegen eine ihrer Meinung nach „blinde“ Übertragung naturwissenschaftlicher Erkenntnismodelle auf die Sozial- und Geisteswissenschaften gewehrt haben, intensiv in den 1960er und 70er Jahren ausgetragen (vgl. den sogenannten Positivismusstreit).”

2.1.3 ”Klassische” Methoden

Methoden hingegen sind und waren ein stets anerkanntes und nicht wegzudenkendes Werkzeug in den Geschichtswissenschaften. Ein Blick auf die Vielfalt historischer Hilfswissenschaften, die sich mit der Erschließung von bestimmten Quellentypen beschäftigt, zeigt dies. Die Hilfswissenschaften bzw. Grundwissenschaften – ”als *Abzweigungen der allgemeinen historischen Arbeitsform*”[Vgl.][S.10]⁴⁰ – mit ihrem Ziel die historischen Quellen aufzubereiten, erstrecken sich von der Paläografie über die Diplomatik und Aktenkunde bis hin zur Genealogie.

Die Historische Fachinformatik versteht sich auch als Hilfswissenschaft innerhalb der Geschichtswissenschaften und beschäftigt sich mit der Anwendung und Reflexion von formalen Verfahren im Fach.⁴¹

Neben Methoden der Erschließung historischer Quellen in ihrer Materialisierung als historische Hilfswissenschaften ist die **Quellenkritik** immanente Methode der Geschichtswissenschaft. Die Quellenkritik entwickelte sich aus dem Dreischritt von Heuristik, Kritik und Interpretation. Historiker*innen formulieren eine Fragestellung, als Ergebnis eines spezifischen Forschungsstandes, um eigenen bzw. neue Erkenntnisse über eine Forschungsfrage zu gewinnen. Relevante Quellen werden gesammelt, erschlossen und einer kritischen Prüfung auf Vollständigkeit, Glaubwürdigkeit und Echtheit unterzogen. Die Ergebnisse aus dem Quellenstudium werden mit den Erkenntnissen von Fachkollegen*innen verglichen und in übergeordnete Kontexte eingeordnet. Für DROYSEN mündet die Reflexion auf die historische Methode somit gleichsam wie von selbst in eine Theorie der historischen Erkenntnis, der Hermeneutik. Aus

⁴⁰VON BRANDT, Ahasver: Werkzeug des Historikers: eine Einführung in die historischen Hilfswissenschaften. Band 33, W. Kohlhammer Verlag, 2007.

⁴¹Was ist HFI?, Kurzbeschreibung des Faches und seiner Positionierung <http://hfi.uni-graz.at/basisinformation/was-ist-hfi/>, 23.05.2019.

diesem Verständnis heraus erwuchs auch die Anwendung der Hermeneutik als Methode der Geschichtswissenschaft.

In der Geschichtswissenschaft von heute gibt es eine Vielzahl von Methoden, deren Abgrenzung zu Theorien oft verschwimmen. Diskursanalyse oder Konflikttransformation, um zwei moderne Beispiele anzuführen, lassen sich sowohl als Theorie, also auch als Methode verstehen. Desweiteren verschwimmt die Unterscheidung zwischen qualitativer und quantitativer Methode. Erstere getragen von einem hermeneutischen, Zweitere von einem empirischen Verständnis.⁴²

Qualitative Methoden verfolgen im Gegensatz zu quantitativen Methoden einen offeneren und flexibleren Zugang zum Forschungsgegenstand. Es gibt Platz, dass neue Phänomene entdeckt werden können. Der Forschungsprozess wird als dynamisch aufgefasst und es werden Methoden eingesetzt wie Interviews, Inhaltsanalysen und Beobachtungen. Die **quantitativen Methoden** sind statisch und folgen einem festgelegten Muster. Zu Beginn des Forschungsprozesses müssen Theorien und Modelle über den Gegenstand der Forschung vorliegen. Es werden Hypothesen abgeleitet, die im Forschungsprozess überprüft werden. Hierzu werden Überlegungen angestellt welche Indikatoren für Forschungsfragen sinnvollerweise messbar sind und die Daten über statistische Verfahren ausgewertet. Die so 'berechneten' Erkenntnisse werden abschließend wieder auf das theoretische Modell bezogen und interpretiert.⁴³ Die Geschichtswissenschaft setzt allgemeine Hypothesen zur Erklärung spezifischer Entwicklungen ein und die Sozialwissenschaften nutzen Daten zur Formulierung von allgemeinen Gesetzmäßigkeiten.

Der Zweck quantitativer und qualitativer Methode, die stets als Mittel zum Zweck zu betrachten sind, ist es Erkenntnis über die Vergangenheit zu gewinnen.⁴⁴ Gerade in den Geschichtswissenschaften der 1980er war diese eine Auseinandersetzung zwischen "Traditionalisten" und "Quantifizierern".

2.2 (Digitale) Quantifizierer und Traditionalisten: Entwicklung einer formalen, digitalen Methodik

"Aber alle Autoren halten daran fest, dass sich die Quantifizierung als ein gewichtiges Werkzeug historischer Analyse erwiesen habe".⁴⁵

In den 1980iger Jahren standen sich im methodischen Zugang zu historischen Quellen zwei Gruppen gegenüber, die sich als "Traditionalisten" und "Quantifizierer" festmachen lassen können. Im Gegensatz zu den "Traditionalisten", die einen hermeneutischen Zugang wählten, um historische Quellen zu verstehen, übernahmen die "Quantifizierer" formale Methoden, wie etwa statistische Verfahren, aus den Sozialwissenschaften, um sie auf Quellenkorpora anzuwenden und die daraus gewonnenen empirischen Fakten für die Interpretation zu nutzen.⁴⁶ Ergebnis die-

⁴²SCHMIEDER/SOKOLL: Theorien und Methoden der Geschichtswissenschaft, S.2-5.

⁴³WOLF, Willi: Qualitative versus quantitative Forschung. Bilanz qualitativer Forschung, 1 1995, S.309-329.

⁴⁴JARAUSCH, Konrad Hugo/ARMINGER, Gerhard/THALLER, Manfred: Quantitative Methoden in der Geschichtswissenschaft. Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 1985, S.203-206.

⁴⁵ebd., S.191-206.

⁴⁶ebd., S.XX-XX.

ser Auseinandersetzung war es, dass bei der Anwendung formaler Methoden besonders auf die Nachvollziehbarkeit geachtet werden muss, damit nicht Dinge, die nicht empirisch beweisbar sind, auch nicht so missverstanden werden können. Aus diesem Grund muss die Quelle ohne jegliche Vorannahmen zur Verfügung gestellt werden und einsehbar sein und das angewandte formale Modell bzw. die Methode in ihrer Gänze offen gelegt werden, was grundsätzlich für jede wissenschaftliche Arbeit gilt.

ToDo LATOUR⁴⁷

Es wird empfohlen die grundlegenden Annahmen und Definitionen, die in der Interpretation von Quellen verwendet werden in einer, und so haben es bereits Vertreter der Historischen Fachinformatik gefordert, gemeinsamen *knowledge domain* zu formalisieren.⁴⁸ Die standardisierten Konzepten und Technologien des *Web of Data* (aka. Semantic Web), sowie des *Linked Open Data* haben zum Ziel Wissensdomänen als konzeptuelle, maschinenlesbare Modelle zu formalisieren und nach diesen Modellen strukturierte Daten über das Web zur Verfügung zu stellen. Diese können dazu dienen die von THALLER geforderten *knowledge domains* für historische Fragestellungen in die Realität umzusetzen. Auf diese Aspekte wir aber erst später in Kapitel 4 und 5 weiter eingegangen.

2.2.1 Interpretation und Theoriebildung

Die Interpretation von neu gewonnenen Ergebnissen ist das eigentliche Ziel der quantitativen Methode. Quantitative Methoden ermöglichen nicht nur einen punktuellen Einblick in einen Quellenbestand, sondern versetzen die Historikerin in die Lage größere Mengen von Belegen zu verarbeiten. Genau darin besteht der Mehrwert qualitativer Methodik und ihre Herausforderung. Es besteht die Gefahr, so JARAUSCH et. al., dass die eigentliche Arbeit, die Interpretation der Quellen, im reinen quantitativen Vedarbeiten und Verwalten liegen bleibt. Der Aussagewert der Ergebnisse aus diesen Methoden ist abhängig von einer ganzen Reihe von qualitativen Entscheidungen. Denkt man beispielsweise an die Einordnung von historischen Berufen in einzelne Gruppen, um diese gegenüberzustellen. So bedarf es einer ausführlichen Argumentation, wie sich diese Gruppen zusammenstellen. Fehlerhafte Vorbedingungen führen zu fehlerhaften Ergebnissen, die wiederum verzerrte Interpretationen mit sich führen. Gehört ein Kaufmann in die Gruppe des Besitzbürgertum oder zum alten Mittelstand? Es ist notwendig, dass das Erkenntnisziel eines Verfahren im Vorhinein definiert wird und das Verhältnis der quantitativen Daten zu den qualitativen Quellen geklärt und diskutiert wird. Gerade bei Daten in den Geschichtswissenschaften ist es essentiell zu berücksichtigen, dass es sich um stark kontextabhängige Daten handelt.⁴⁹ Bereits 1988 veranschaulichte THALLER das in seinem sogenannten "Preußenbeispiel". Der Begriff "Preußen" bezieht sich im Jahre 1670 auf deutlich andere Koordinaten, als im Jahre 1770. Wer als also "Preuße" zu kategorisieren ist, ist abhängig zu welcher Zeit, an

⁴⁷LATOUR, Bruno: Zirkulierende Referenz. Bodentstichproben aus dem Urwald am Amazonas. 2016.

⁴⁸THALLER: Historical Social Research/Historische Sozialforschung. Supplement 2017, S.XX-XX.

⁴⁹JARAUSCH/ARMINGER/THALLER: Quantitative Methoden in der Geschichtswissenschaft, S.182-193.

welchem Ort eine Person lebt.⁵⁰ Ganz unabhängig die Frage, ob jemand sich aus als 'Preuße' verstanden hat. Historischer Information ist unscharf, unvollständig, heterogen und mehrdeutig. Die korrekte Interpretation solcher Daten hängt stark von den sich verändernden Kontexten ab. Dies umfasst zum Beispiel politischen und administrativen Grenzen, wie im "Preußenbeispiel" angeführt oder, in Hinblick auf historische Rechnungsunterlagen, Währungs- und Maßsysteme.

Es soll nicht "alles mit allem" verarbeitet werden in der Hoffnung auf noch ungehante Erkenntnisse zu stoßen. Es muss bereits im vorhinein Überlegungen angestellt werden inwieweit die innere Logik eines Verfahren auch geeignet ist um geeignete Resultate zu erzeugen und Feh ausgeschlossen werden können. Ein statistischer Zusammenhang heißt noch keine Kausalbeziehung: das Aussterben der Störche kann statistisch einen Einfluss auf den Niedergang der Geburtenrate suggerieren, kausal gibt es in diesem frechen Beispiel aber keine Kausalität. Statistik kann nichts erklären, sondern nur Erklärungsmodelle auf ihre Übereinstimmung mit den Daten überprüfen. Es ist wichtig aus der statistischen Auswertung aufzutauchen und deren Befunde mit der Fachliteratur zu diskutieren. Nur so kann man den aktuellen Wissensstand mit dem alten vergleichen und neue Thesen aufstellen.

Theorien in der Quantifizierung.

Theoriebedürftigkeit der Historie als Wissenschaft unterstrichen. Der Ruf nach mehr Theorie war weitgehend durch den Versuch motiviert, das Paradigma des Historismus, der die Einzigartigkeit und Individualität einer Entwicklung betont und behauptet, dass Historiker Phänomene in ihrer eigene Zeit und ihrem eigenen Kontext verstehen sollten, abzulösen. KOCKA definiert Theorien als eine expliziten und konsistenten Satz von verwandten Begriffen, die benützt werden können, geschichtliche Daten zu strukturieren und zu erklären, aber nicht aus dem Studium der Quelle alleine abgeleitet werden können." Die Funktionen der historischen Forschung:

- Klärung von Problemformulierungen
- Definition von überprüfbaren Hypothesen für Zusammenhänge von Faktoren
- K
-
- Aufwerfen neuer Fragestellungen.

51

⁵⁰THALLER: Historical Social Research/Historische Sozialforschung. Supplement 2017, S.264-266.

⁵¹JARAUSCH/ARMINGER/THALLER: Quantitative Methoden in der Geschichtswissenschaft, S.182-191.

2.2.2 Beispiele formaler, digitaler Methoden

VASOLD hat in seiner Arbeit in den 1990er Jahren mit der computergestützten Verarbeitung der Itinerar⁵² des Erzbischofs Konrad IV. von Salzburg die Möglichkeiten und den Mehrwert formaler Methoden in den Geschichtswissenschaften gezeigt. Er hat auf Basis eines mittelgroßen Quellenbestandes aus Urkunden oder historiographischen Belege, die Reisetätigkeiten eines Erzbischofes aus dem Mittelalter rekonstruiert, in dem er ein Modell zur Beschreibung seiner Belege entwickelte und diese Daten im quellenorientierten Datenbanksystem Kleio⁵³ formal strukturierte. Als Vorteil dieser Herangehensweise führt VASOLD an, dass durch die Ein- und Ausblendung bestimmter Strukturen und Quellen, sich ein stabiles Bild des Weges einer Person skizzieren lässt.

Unter Verwendung der "dynamisch integrierten computergestützten Edition" hat PERSTLING das Marchfutterurbar aus den Jahren 1412 bis 1426 erschlossen und der Forschungscommunity über das Web zur Verfügung gestellt. Der Fokus dieser Arbeit liegt auf der Beschreibung multipler Perspektiven, die die Quelle mit sich bringt.

Von BURKGART et. al. wurde ein Urfehdebuch aus dem 16. Jahrhundert digital ediert und die Information über Täter, Opfer und ihre Verfahren modelliert und in Form einer digitalen Edition mit Such- und Selektionsfunktionalitäten umgesetzt.

2.3 Modellbildung als Kern der Digital History

Der Kern der digitalen Geisteswissenschaften, also der Verwendung digitaler Werkzeuge zur Bearbeitung geisteswissenschaftlicher Fragestellungen, ist für PIOTROWSKI zweigeteilt. Zum einen umfasst es die **theoretischen digitalen Geisteswissenschaften**, die sich mit der Erforschung und Entwicklung von Methoden, die für die Erstellung von formalen Modellen in den Geisteswissenschaften nötig sind und die **angewandten digitalen Geisteswissenschaften**, die die Anwendung dieser Mittel und Methoden zur Erstellung konkreter formaler Modelle in den geisteswissenschaftlichen Disziplinen.⁵⁴

*"Im wissenschaftlichen wie außerwissenschaftlichen Sprachgebrauch hat gegenwärtig der Modellbegriff zunehmend Relevanz erlangt. Bei zahlreichen passenden – leider auch unpassenden – Gelegenheiten ist von "Modellen" die Rede."*⁵⁵

Bereits 1973 beschreibt STACHOWIAK in seiner Einleitung seiner ausführlichen Abhandlung zur Allgemeinen Modelltheorie, die unscharfe Verwendung des Modellbegriffes. STRACHO-

⁵²Als Itinerar versteht man nicht nur Reiseberichte, sondern auch die Methode der Rekonstruktion der getätigten Wege einer Person oder Gruppe.

⁵³Was ist kleio

⁵⁴PIOTROWSKI, Michael: Digital Humanities. Computational Linguistics, and Natural Language Processing. Lectures on Language Technology and History 2016.

⁵⁵STACHOWIAK: Allgemeine Modelltheorie, S.1.

WIAK definiert: *„Ein Modell ist eine verkürzte, zweckorientierte Abbildung von der Wirklichkeit“*.⁵⁶

Auch KOBLEER führt an, dass der Modellbegriff in fast jeder wissenschaftlichen Disziplin vorzufinden ist, wobei eine einheitliche Definition des Begriffes nicht vorzufinden ist. Kritik richtet sich oft daran, dass zur Definition des Begriffes, Konzepte wie Abstraktion, Entität oder System verwendet werden, die wiederum in anderen Bereichen terminologisch unterschiedliche verwendet werden. Im deutschen Sprachgebrauch lässt sich eine Doppelbedeutung des Modellbegriffs festmachen: als Abbild von etwas, sowie Vorbild für etwas (jemand steht Modell beim Malen).⁵⁷ Die Notwendigkeit der ersten Bedeutung geht daraus hervor, dass die Erfahrung und das Verstehen der Welt komplex ist. In ihrer Gesamtheit übersteigen sie die kognitiven Fähigkeiten des Menschen, weswegen ein Bereich eingeschränkt werden muss. Gerade diese Fertigkeit der Abstraktion und Generalisierung von Abbildern der Realität (von Dingen in der Welt) stellt die Grundlage der menschlichen Kultur. Der Fokus in dieser Arbeit betrachtet nun nur externalisierte, niedergeschriebene Modelle, die sich theoretisch in Datenmodelle überführen lassen. In den unterschiedlichen Disziplinen haben Modelle eine abweichende Funktion. In den Ingenieurwissenschaften steht ein Modell für ein formales Modell, das einen Sachverhalt beschreibt und erklärt. In den Wirtschaftswissenschaften sind Modelle oft beschreibender Funktion. In der Wissenschaftstheorie werden Theorien in Form von mathematischen Modellen dargestellt. In der Wirtschaftsinformatik werden Modelle für vielfältige Aufgaben eingesetzt. Zusammengefasst kann man eine relativ große Menge an Modelltypen festmachen.⁵⁸

Den gleichen Prinzipien folgende lassen sich wie bei den Methoden auch qualitative von quantitativen Modellen unterscheiden. **Qualitative Modelle** beschreiben die wesentlichen Bestandteile und Beziehungen eines Systems. Zentral ist die Diskussion von Mustern, Wechselwirkungen und Strukturen. Es beschreibt beispielsweise welche Gründe in welcher Reihenfolge es für ein Phänomen gibt, welche Objekte ihm zugeordnet werden können, oder welche kausalen Zusammenhänge es gibt. **Quantitative Modelle** geben die Regeln vor in welchem Verhältnis sich Zahlen oder empirische Messwerte zueinander verhalten: wie lange dauert ein Prozess an, wieviele Objekte gibt es oder wie hoch ist die Wahrscheinlichkeit von X. Dabei bedarf es einer Konkretisierung qualitativer Begriffe auf der empirischen Ebene. Allerdings bedeutet die schlichte Verwendung von Zahlen noch nicht, dass es sich um ein quantitatives Modell handelt.⁵⁹

Statische Modelle beschreiben den Zustand eines Systems zu einem bestimmten Zeitpunkt, wogegen **dynamisches Modell** ein System die Entwicklung eines Systems.⁶⁰

⁵⁶ebd.

⁵⁷STACHOWIAK: Allgemeine modelltheorie, S.129.

⁵⁸KOBLEER, Maximilian: Qualität von Prozessmodellen: Kennzahlen zur analytischen Qualitätssicherung bei der Prozessmodellierung. Logos Verlag Berlin GmbH, 2010, S.41-44.

⁵⁹WOLF: Bilanz qualitativer Forschung 1 [1995], S.309–329.

⁶⁰ToDo

Eine andere Unterscheidung ist mit informellen bzw. nicht-formalen, semiformalen und formalen Modelle gegeben. Existiert keine eindeutige Beschreibungssyntax und ein Modell wird durch eine natürliche Sprache beschrieben, so spricht man von einem **informellen Modell**. Ein Sachverhalt in den Geschichtswissenschaften, wie er beispielsweise in einer Publikation skizziert wird, könne als ein solches Modell betrachtet werden. Oft ist dies aber, begründet durch die Verwendung natürliche Sprache ist nicht immer eindeutig und Eindeutigkeit ist bei einer formalen Verarbeitung unerlässlich. Betrachtet man beispielsweise den Satz *”Ich sah den Mann auf dem Berg mit dem Fernrohr.”*, so lassen sich fünf Bedeutungen ableiten, je nach dem welche Person, wen, wo mit dem Fernrohr betrachtet. Abbildung 1 veranschaulicht dies am besten.



Abbildung 1: Nichteindeutigkeit nicht-formaler Modelle

Ein **semiformales Modell** ist teilweise exakt, sprich es verfügt über eine definierte Syntax, spezifiziert aber nicht die ganze Domäne und verfügt über keine semantischen Konstruktionsregeln. Umsetzen lassen sich solche Modelle beispielsweise mit wie etwas ER- oder UML-Modelle, **Formale Modelle** verfügen über eine konkrete Syntax und Semantik, die Modelle auf Basis deskriptiver Logiken ermöglicht. Für formale Modelle lassen sich Algorithmen formulieren, die es erlauben Daten, die durch ein solches Modell beschrieben sind, automatisch zu validieren.

Im Gegensatz zum Computer kann der Mensch auch mit nicht-formalen Modellen arbeiten. Man kann stark strukturierte und formalisierte Modelle, die algorithmisch genutzt werden können, offenen Modellen gegenüberstellen, in die sich ein Mensch hineinendenken kann.

Konzeptuelle (konzeptionelle, ist ein Synonym) Modelle (conceptual model) bzw. Informationsmodelle (information model) sind beispielsweise in der Wirtschaftsinformatik von zentraler Bedeutung, da Sie als Schnittstelle zwischen Informatik und Wirtschaftsinformatik besonders

gut geeignet sind.⁶¹ Ich denke man kann diese genauso auch auf die Digitalen Geisteswissenschaften ummünzen.

huhu⁶²

Unterschieden werden eine normative, deskriptive explorative Funktion eines Modells. Modellierungen geschieht auf mehreren Ebenen: als modellierte Instanz, das heißt es ist ein Datenabbild eines Gegenstandes oder Textes (Instanz). Datenmodell sind Ausdruck eines Musters, das auf mehrere Instanzen anwendbar ist. Sowie Metamodell, die ein Ausdruck eines Musters ist, das auf mehrere Datenmodelle anwendbar ist, darstellen.

Es gibt vier verschiedene Möglichkeiten, Metamodelle zu gestalten:

Das Entity-Relationship-Modell (ER) baut auf den drei Begriffen Entität, Attribut und Relation auf. Die Entitäten (alle möglichen Untersuchungsobjekte) haben Eigenschaften („Attribute“) und stehen zu anderen Entitäten in Beziehung („Relation“) Für die Beziehungen spielen die Kardinalitäten/Multiplizitäten eine wichtige Rolle, das heißt, dass ein Objekt unterschiedlich viele Beziehungen haben kann. Die Umsetzung eines ER erfolgt in der Informatik normalerweise in Tabellen, in denen die Beziehungen durch Verweise ausgedrückt werden, und mehrfach vorkommende Daten verringert werden.

Das Graphenmodell baut nur auf zwei Begriffen auf, nämlich der Entity und der Property (Eigenschaft) Rollen; die Eigenschaft ist eine Referenz auf eine andere Entität. Also es geht um „Knoten“ und Verbindungen zwischen Knoten („Kanten“). Entitäten können literal (also eine Zahl oder ein Text) oder eine Ressource (abstrakter Bezeichner für eine Entität) sein. Solche „Graphen“ können sowohl gerichtet als auch ungerichtet sein.

Klassen abstrahieren Entitäten. Das bedeutet, dass jedes Mitglied einer Klasse mindestens eine gemeinsame Eigenschaft mit den anderen Mitgliedern einer Klasse besitzt. Ohne dieser Eigenschaft ist es kein Mitglied. Um das zu bestimmen, muss die Eigenschaft, welche eine Klasse ausmacht, immer genau definiert werden.

Man kann seine Objekte aber auch als Hierarchien modellieren, bei denen Objekte und Eigenschaften Teil eines anderen Objektes sind. Wenn man hier etwas löscht, dann werden auch alle Unterelemente gelöscht.

⁶¹ KOBLER: Qualität von Prozessmodellen: Kennzahlen zur analytischen Qualitätssicherung bei der Prozessmodellierung, S.44-47.

⁶² Vgl JANNIDIS/KOHLE/REHBEIN: Digital humanities: eine Einführung, S.99-108.

2.3.1 Forschungsdaten in den Geschichtswissenschaften

Die Grundlage jeder formalen Verarbeitung sind Daten. Die Definition von Daten lässt sich am besten fassen in der Kontextualisierung mit drei anderen Begriffen: Signal, Information und Wissen. Wo Signale eine physikalische Entität darstellen, beispielsweise eine Lichtwelle, versteht man unter Daten Zeichen zur Verarbeitung und Repräsentation von Information. Noch spezifischer wird der Begriff in der Informatik verwendet. In diesem Fach versteht man unter Daten Informationseinheiten, die für Maschinen lesbar und bearbeitbar sind. Von Information spricht man, wenn Daten in einem bestimmten Kontext interpretiert werden. WERSIG, aus einem kybernetischen Verständnis, spricht bei Information von einer *„Reduktion von Ungewissheit aufgrund von Kommunikationsprozessen“*.⁶³ Noch eine Hierarchiestufe höher steht der Wissensbegriff. Wissen, so FAVRE-BULLE, ist gegeben, wenn ein kognitiver Agent, beispielsweise ein Mensch, auf Basis von Information eine Handlung in der Welt setzt.⁶⁴ Folgende Darstellung zeigt die Abhängigkeit dieser 4 Begriffe zueinander, mit einem anwachsen der Komplexität der Struktur, sowie der Anbindung an einen kognitiven Agenten.⁶⁵

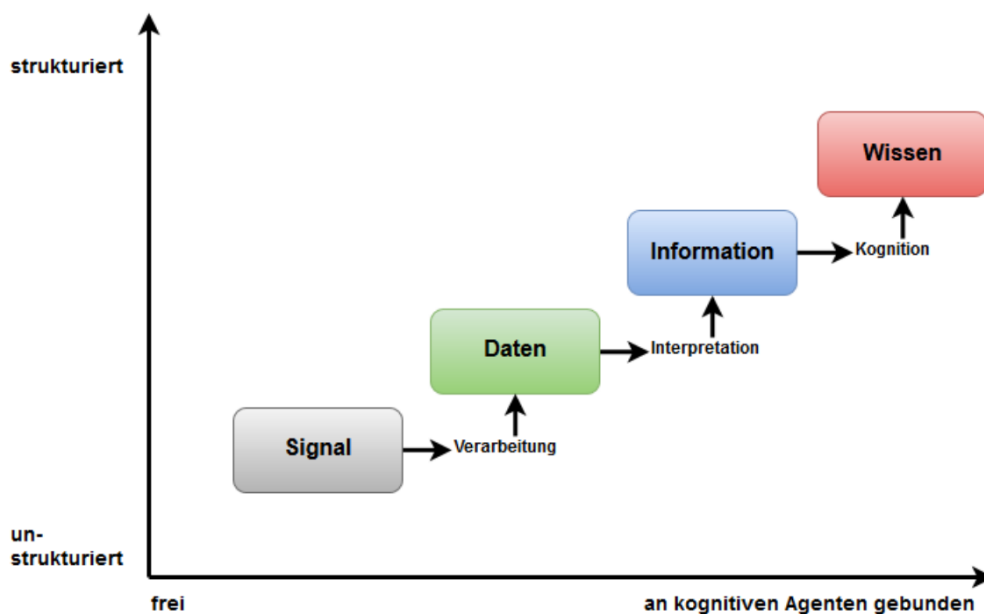


Abbildung 2: Signal, Daten, Information und Wissen

Entstehen Daten während eines, oder als Ergebnis eines, Forschungsprozesses so spricht man von **Forschungsdaten**. Damit werden sowohl Daten aus den Naturwissenschaften (Messdaten aus einem Experiment), Sozialwissenschaften (Interviews) oder den Kulturwissenschaften (dokumentierte Beobachtung) zusammengefasst.⁶⁶

⁶³WERSIG, Gernot: Information-Kommunikation-Dokumentation. Band 5, Verlag Dokumentation, 1971, S.74.

⁶⁴FAVRE-BULLE, Bernard: Information und Zusammenhang: Informationsfluß in Prozessen der Wahrnehmung, des Denkens und der Kommunikation. Springer, 2001, S.93-97.

⁶⁵Eine ausführlichere Auseinandersetzung mit den Begriffen Daten, Information und Wissen findet sich in meiner ersten Abschlussarbeit. POLLIN: Vom Suchen, Stöbern und Finden : Information Retrieval am Beispiel der Digitalen Sammlung des Hans Gross Kriminalmuseums, Masterarbeit Graz, S.20-28.

⁶⁶KINDLING, Maxi et al.: Forschungsdatenmanagement an Hochschulen: Das Beispiel der Humboldt-Universität

ANDORFER spricht sich für einen nicht *”inflationären Gebrauchs dieses Begriffes”* und einer *”präzisere Terminologie”* im Zusammenhang des Begriffes geisteswissenschaftliche Forschungsdaten aus. Es soll klar definiert sein was man als Forschungsdaten auffasst und was davon ausgeschlossen ist. Weiters soll es bei den für Fachwissenschaftler*innen vertraute Begrifflichkeit bleiben und .⁶⁷

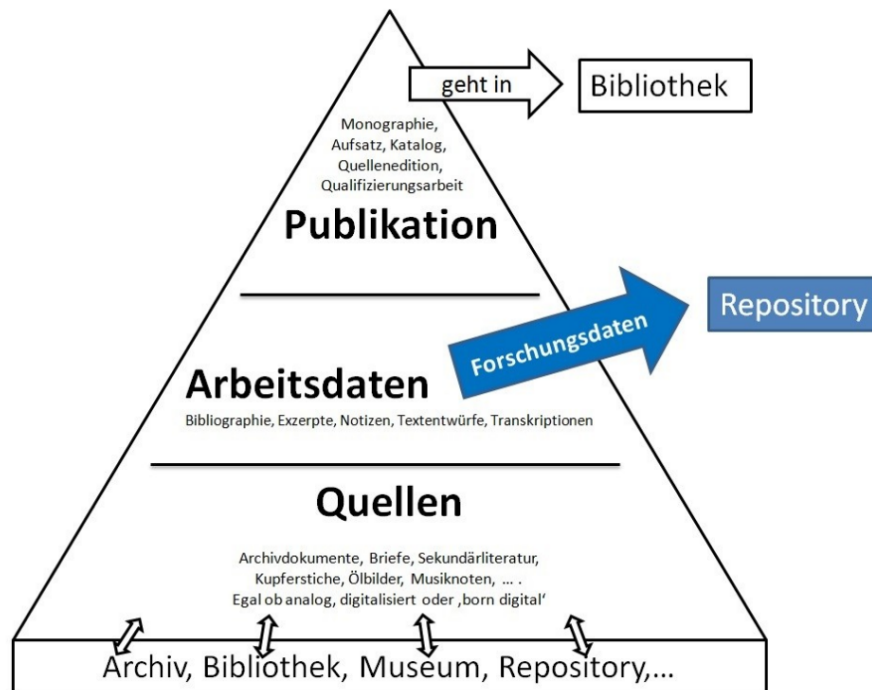


Abbildung 3: Datenpyramide geisteswissenschaftlicher Forschungsdaten im institutionellen Kontext nach ANDORFER

Für die Geisteswissenschaften und im speziellen für die Geschichtswissenschaften, in denen viel stärker hermeneutischer Prozess im Vordergrund stehen, ist der Begriff nicht eindeutig. HILTMANN sieht einen engeren und einen weiteren Begriff von Forschungsdaten in den Geschichtswissenschaften. Im engeren Sinne versteht man Metadaten zu und Annotationen von historischen Quellen in all ihren Ausprägungen. Als Beispiel ist die archivalische Erschließung eines Quellenkorpus angeführt, damit die Verwahrung und Auffindbarkeit für eine potentielle wissenschaftliche Auseinandersetzungen ermöglicht wird. Im weiteren Verständnis kann alles, das digital vorhanden ist zur historischen Quelle und somit zu relevanten Daten für die Geschichtswissenschaft werden.⁶⁸

Im Zuge dieser Arbeit soll aber dem engeren Begriff folge geleistet werden. Forschungsdaten

zu Berlin. LIBREAS. Library Ideas, 2013, Nr. 23 (URL: <https://libreas.eu/ausgabe23/07kindling>), 09.06.2019.

⁶⁷ANDORFER, Peter: Forschungsdaten in den (digitalen) Geisteswissenschaften. Versuch einer Konkretisierung.(DARIAH-DE Working Papers 14). Göttingen: DARIAH-DE. Verfügbar unter urn: nbn: de: gbv, 2015 (URL: <http://webdoc.sub.gwdg.de/pub/mon/dariah-de/dwp-2015-14.pdf>).

⁶⁸Vgl. HILTMANN, Torsten: Forschungsdaten in der (digitalen) Geschichtswissenschaft. Warum sie wichtig sind und wir gemeinsame Standards brauchen. 2018 (URL: <https://digigw.hypotheses.org/2622>), 09.06.2019..

wie Geschichtswissenschaften sind sowohl innere wie äußere merkmale historische Quellen wieso adverbien speichert werden verfügung stehen die interpretierbar und Maschinen verarbeitbar.

2.3.2 Modelle in den Geschichtswissenschaften

Um die Forschungsdaten nachnutzbar und nachvollziehbar zu machen müssen klare konzeptuelle modelle Mit den Forschungsdaten "mitgeliefert". Diese Modelle wiederum müssen auf Standards beruhen. Es ist zeitensiv die Datenmodelle andere zu verstehen und oft ist es leichter sein eigenes Modell zu entwickeln. Ein generelles Problem mit Informationssystem und Forschungsdaten ist, dass sie nur für eine bestimmte Fragestellung bzw. ein bestimmtes Projekt entwickelt wurden. Werden bei der Generation der Forschungsdaten aber bereits Konzepte und Standardisierungen verfolgt, so fällt es leichter die "Datensilos" zu verlassen und die Nachnutzung zu fördern.

Eine erste Form der Standardisierung in den (digitalen) Geisteswissenschaften ist die Text encoding Initiative (TEI). Wenn auch Umsetzungen der TEI nicht einem 'klassischen' Standard entsprechen, so sind sie Überlegunen, wie man Text strukturieren und annotieren kann, sehr wohl standardisiert.

Es ist eine Notwendigkeit, dass Standards auf der einen Seite ausdrucksstark sein müssen, um die unterschiedlichen Problemstellungen fassen zu können, andererseits es sich aber daraus formale Modelle ableiten lassen müssen. THALLER fordert deswegen, dass die Standards zur Beschreibung von Modellen eher beschreibend statt vorschreibend sind.⁶⁹

3 Historische Rechnungsbücher als Quelle

MEDEA-Paper: Historical accounting documents have taken many forms over the course of human history, and their formats have changed in ways that have not always been reflected in the historical literature. While a shorthand reference to the development of so-called double entry accounts based on the practices of early modern Italian merchants might prevail among historians of the modern era, considerable evidence demonstrates a more nuanced process of change over time. In fact, historians have used the term "accounts" for a wide range of primary sources. Long before the fifteenth century, people all over the world tracked exchanges of goods, services, and rights by writing on a variety of materials that included clay and wax tablets, slate, tallies, papyrus, parchment, and paper, and they used a range of tools that were appropriate to these different materials. At various times and places, the people making these records had literacy skills ranging from basic numeracy through full literacy; their purposes in creating the records extended from simple memory aids through complex professional evaluations. The common element among these highly differentiated sources was their focus on

⁶⁹THALLER, Manfred: The Need for Standards: Data Modelling and Exchange [1991]. Historical Social Research/Historische Sozialforschung. Supplement, 2017, S.204.

economic activities. Thus, we can deduce that the form and inner structure of the accounts evolved in relation to available materials and tools, in association with diverse purposes, and in connection to the development of economic activities. Historians have demonstrated that those responsible for keeping track of the funds of cities, estates, businesses, charities, and other human organizations developed their accounting practices as they encountered new situations and problems. Medieval and early modern accounts from French- and German-speaking regions reveal some of the processes of this non-linear, locally influenced development (Arlinghaus 2000, Mersiovsky 2000). And research on nineteenth-century business accounts has shown that only in the final decades of the century did accounting become a professional pursuit in which such contemporary notions as cost accounting and depreciation of business machinery were standard management principles that reputable firms and organizations were expected to follow (McGaw 1985, Yates 2000). In the following four examples, MEDEA participants illustrate areas where digital scholarly editions of accounts can add to knowledge about the evolution of accounting practices as well as about daily life and the sorts of factors that have been the subject of social and economic history for the past eighty years.⁷⁰

Historische Rechnungsbüchern sind einen Teil einer Menge von Primärquellen, die Aufzeichnungen von Handel mit Waren und Dienstleistungen darstellen. Sie werden seit längerer Zeit als Primärdatensätze für historische Forschung genutzt. Sie liefern reichhaltige und strukturierte Daten, die oft längere Zeiträume abdecken und die als Aggregation vieler Einzelinformationen enthalten zu Beantwortung unterschiedlicher Forschungsfragen herangezogen werden können. Sie beinhalten beispielsweise Information über den Kauf und Verkauf von Waren, Werkzeugen und Rohstoffen eines bestimmten Gewerbes, sowie über die ausgezahlten Löhne von Arbeitnehmern*innen. Eine andere Art von Rechnungsbüchern stellen Haushaltskonten dar. Diese beziehen sich auf den Kauf von Lebensmitteln und Bekleidung sowie für Zahlungen für Dienstleistungen in Form von Kochen, Waschen oder andere Haushaltsarbeiten. HFRs im Zusammenhang mit der Haushaltsführung auch im Zusammenhang mit der Haushaltsführung enthalten Listen der für Hausarbeit gezahlten Löhne, und solche Listen finden sich manchmal auf der Seite Rückseiten von Taschenkalendern und nicht in formalen Kontenbüchern oder Ledgern. In Regionen wo Arbeiter versklavt wurden, finden sich HFRs in den Buchhaltungsbüchern und in der persönlichen Aufzeichnungen über Sklavenhalter und Sklavenhändler.⁷¹

Eine Transkription allein reicht nicht aus um die unterschiedlichen Dimensionen einer solchen Quelle abzudecken: die linguistische/textuelle, die quantifizierbare und die semantische Dimension. Für Forschungszwecke unterliegen historische Quellen einem Transformationsprozess hin zu (vernetzten) Informationsquellen, die in verschiedenen Forschungsszenarien genutzt werden können. Um dies zu veranschaulichen, werden drei Fallstudien von Projektpartnern und ih-

⁷⁰CLIFFORD, Anderson et al.: MEDEA (Modeling semantically Enhanced Digital Edition of Accounts) as Historical Method. 2016, S.2.

⁷¹TOMASEK/BAUMAN: Journal of the Text Encoding Initiative 2013, S.2.

ren jeweiligen Forschungsinteressen diskutiert, die weit über wirtschaftliche und administrative Aspekte hinausgehen.

Händler haben finanzielle Aufzeichnungen geführt, um Käufe und Verkäufe von Waren seit den Handelsökonomien des alten Mesopotamiens zu verfolgen, und der Impuls, regelmäßige Konten zu führen, führte zu Standards für die Erfassung von Finanzinformationen. Im Laufe der Jahrhunderte boten verschiedene einflussreiche Texte gewöhnlichen Geschäftsleuten die Möglichkeit, zu lernen, wie man das macht. Für das frühneuzeitliche Europa skizzierte Fra Luca Pacioli in seiner Abhandlung *The Rules of Double-Entry Bookkeeping* von 1494 Rechnungslegungsgrundsätze, die die Handelsrechnung in ganz Europa beeinflussten. Mitte des achtzehnten Jahrhunderts veröffentlichte der schottische Mathematiker John Mair ein einflussreiches Lehrbuch mit dem Titel *Buchhaltungsmethodik; oder, eine methodische Abhandlung von Handelskompten, nach der italienischen Form*. Bei der Präsentation von Pacioli's System für Englischsprachige durchlief Mair's Text zahlreiche Ausgaben zwischen den folgenden Sprachen 1736 und 1808.⁷²

3.1 Andere Projekte

Rechnungsbücher von Bistritz aus den Jahren 1461–1520 ediert <https://www.siebenbuerger.de/zeitung/artikel/kultur/14043-rechnungsbuecher-von-bistritz-aus-den.html>

3.2 Finanztransaktionen

Extensible Business Reporting Language (XBRL)⁷³ ist ein XML-basierter Standard und frei verfügbare Sprache für die Beschreibung und den Austausch inhaltlicher und technischer Information der Geschäftsberichterstattung. XBRL verwendet verschiedenen Spezifikationen und das Herzstück bildet ein *instance document*, das die finanziellen Fakten beschreibt und eine *taxonomy* das die Konzepte erfasst. Kodierung eines Finanzbericht in XBRL erfordert die Verbindung von Instanzdokumenten mit Taxonomien und zugehörige *Linkbases*, die Sammlungen von eingehenden und externen Links enthalten. CLIFFORD et. al führen an, dass es für die Beschreibung von Transaktionen in historischen Rechnungsbüchern geeignet ist, kritisieren aber das es für die Foramlisierung historischer Daten nicht entwickelt wurde. Beispielsweise ist es nicht möglich historische Währungen in XBRL zu beschreiben, da nur die durch ISO 2015 definierten Währungen erlaubt sind..⁷⁴

⁷²TOMASEK/BAUMAN: Journal of the Text Encoding Initiative 2013, S.3.

⁷³ENGEL, Phillip et al.: Extensible Business Reporting Language (XBRL) 2.1. XBRL International 2003.

⁷⁴CLIFFORD et al.: MEDEA (Modeling semantically Enhanced Digital Edition of Accounts) as Historical Method, S.7-9.

3.3 DEPCHA

Daten - aus unterschiedlichen Formaten - sollen auf einer gemeinsamen Plattform zusammengeführt werden und adäquate Formen des Retrievals, Discoverys und der Visualisierung eröffnen, um die Arbeit mit den Quellen zu erleichtern. Die Überführung nach RDF auf Basis der im Projektkontext entwickelten *Bookkeeping-Ontologie*, die Transferprozesse historischer Rechnungsbücher formalisiert, erlaubt die Interoperabilität, Verlinkung und Zusammenführung der Informationen im Sinne des *Web of Data* und *Linked Open Data*.

3.4 The George Washington Financial Papers

The George Washington Financial Papers (1748-1799) ³ gives insight into the life of George Washington and other topics such as the material culture, social history, manufacturing and agriculture. The financial papers exist as digital edition, created and published via an open-source, Drupal 4 based editorial platform, and aim to make Washington's records freely accessible. The platform allows editing and publishing financial documents and gives the users the possibility to perform simple analytical functionalities. Samples of research questions that could be of interest to historians are: How much money did Washington spent annually and for which specific commodities? Which role slave trade plays in his business? How did the price of certain commodities fluctuate? What did the network of partners look like and who did business with him? How was the value of tobacco calculated through different currencies [St14]?

3.5 The Wheaton Accounts

Die *Wheaton Family Papers* umfassen mehrere Bücher im Zeitraum von 1828 bis 1859, die unter anderem die finanziellen Geschäfte von *Laban Morey Wheaton* und seiner Familie, einem Geschäftsbesitzer eines *dry goods store* aus Norton, Massachusetts in den Vereinigten Staaten von Amerika, dokumentieren. Unter *dry goods* versteht man einen aus dem 17. Jahrhundert stammenden historischen Begriff, der je nach Region leicht unterschiedliche Güter zusammenfasst. Darunter werden im Allgemeinen aber Produkte verstanden, die "trocken" sind, wie etwa Textilien, Konfektionskleidung, Tabak oder bestimmten Lebensmittel, wie etwa Kartoffel.⁷⁵

Die Stadt Norton ist eine charakteristische landwirtschaftlich und von Manufakturen geprägte Kleinstadt im Nordosten der USA im Hinterland der regional bedeutenden Häfen Boston, New Bedford, Newport, and Providence. In einer Geschichte der Stadt Norton von CLARK wird *Laban Morey Wheaton* namentlich genannt. Er lebte von 14. September 1796 bis 1865, hat Rechtswissenschaften an der *Brown University* studiert und jahrelang als *Postmaster of Norton* gearbeitet. Er war politisch aktiv und war Vertreter im *Massachusetts General Court*, sowie

⁷⁵Definition von *Dry Goods*, <https://chestofbooks.com/reference/Dictionary-of-Dry-Goods/Dry-Goods.html>, 23.05.2019, Vgl. COLE, George S: A complete Dictionary of Dry Goods and History of Silk, Linen, Wool and other Fibrous Substances. 1892. 2015.

Mitglied im *Massachusetts Governor's Council*. Er war verheiratet und Angehöriger des Kongregationalismus, einer Form der christlichen Gemeindeverfassung. Die Wheaton Familie besaß eine Milchviehherde sowie Fabriken zur Produktion von Baumwollwatte, die *Wheaton Manufacturing Company*, und eine zur Produktion von Strohhüten⁷⁶ und so gehörte Laban Wheaton zu einem der wohlhabenden Männer der Stadt. Sogar ein Portrait von ihm ist bei CLARK überliefert.⁷⁷



Abbildung 4: Portrait von Laban Morey Wheaton

Aus diesem Kontext heraus, der über *Laban Morey Wheaton* überliefert ist kann man die These aufstellen, dass er ein mächtiger Mann war. Auf der einen Seite politisch aktiv und politischer Vertreter, auf der anderen Seite vermögend und Besitzer mehrere Immobilien und eines Geschäftes. Gerade der im *daybook* dokumentierte Verkauf von Gütern, in dem Menschen Lebensmittel im Austausch für Arbeit erwerben, zeigt eine gewisse Machtposition. Denn die, nicht vollständig überlieferten, Rechnungsbücher von Wheaton zeigen nicht nur Angaben zu Gütern, Dienstleistungen und Geldbeträgen in den einzelnen Transaktionen, sondern auch Namen einer Vielzahl von Individuen und ihrer Familien, die in Beschäftigungsverhältnissen mit Wheaton stehen, Objekte und Gebäude mieteten oder Handel betrieben. TOMASEK führt an, dass diese Rechnungsbücher detaillierte Informationen über das tägliche Leben der Einwohner*innen einer Stadt in New England, geprägt durch eine gemischte Land-, sowie Industriegewirtschaft im zweiten Quartal des 19. Jahrhunderts, darstellen.⁷⁸

Das *Wheaton College Massachusetts* stellt die *Wheaton Family Papers* Dokumente in ihrem digitalen Repositorium online zur Verfügung.⁷⁹

⁷⁶TOMASEK/BAUMAN: Journal of the Text Encoding Initiative 2013, S.6.

⁷⁷CLARK, George Faber: A History of the Town of Norton, Bristol County, Massachusetts, from 1669-1859. Crosby, Nichols, and Company, and author at Norton, 1859, S.496.

⁷⁸CLIFFORD et al.: MEDEA (Modeling semantically Enhanced Digital Edition of Accounts) as Historical Method, S.5.

⁷⁹Wheaton Family Papers, <https://digitalrepository.wheatoncollege.edu/handle/11040/7928>, 19.05.2019.

Die wissenschaftliche Auseinandersetzung erfolgt durch Kathryn Tomasek, Professorin für Geschichte am *Wheaton College Massachusetts*. Im Zuge des Projektes *The Wheaton College Digital History Project* wurden Teile der Wheaton Paper, darunter beispielsweise das oben angeführte *daybook* gemeinsam mit Studierenden transkribiert und mit dem Standard der Text Encoding Initiative (TEI) ausgezeichnet und im Sinne einer Vorarbeit einer digitalen Edition ediert. Der Fokus dieser Arbeiten liegt auf der Erschließung der einzelnen Transaktionen und der damit verbundenen Personen, Güter und Dienstleistungen.⁸⁰ Teile davon wurden im Zuge des DEPCHA Projektes für die Umsetzung eines Prototyps zur Publikation von semantisch angereicherten, digitalen Edition von Rechnungsbüchern verwendet.

Verkauf und Kauf von Gütern des täglichen Lebens listet und ein *Ledger*, ein Hauptbuch, das die Finanzflüsse an einer zentralen Stelle zusammenfasst transkribiert und mit der TEI ausgezeichnet.⁸¹

Im Alltag einer Kleinstadt wie Norton zu dieser Zeit trafen sich Menschen regelmäßig und man kannte sich persönlich. Die systematische Buchführung bot Laban Morey Wheaton eine Möglichkeit seine Geschäfte von seinen persönlichen Interaktionen zu trennen. Zur Dokumentation dieser Geschäfte führte er mehrere Bücher nach dem Prinzip der Doppelteebuchführung und trennte HABEN und SOLL auf zwei Bücher. Transaktionen zwischen lokalen Geschäftspartner*innen und seinen Kund*innen wurden chronologisch im *Daybooks* erfasst, jeweils mit einem Verweis in der linken Spalte auf die Seite im Hauptbuch, auf der der Geschäftsmann die laufende Schuld des Kunden und die Zeiten, zu denen die Schuld beglichen wurde, erfasst hat.⁸² Folgende Abbildung 5 zeigt Seite 100 und 101 des *Daybooks*. An diesem Beispiel soll nun die grundlegende Struktur dieser Quelle beschrieben werden. Die linke Seite beginnt mit einer Überschrift "*Norton Tuesday Sept 6 1831*". Die ersten Einträge in dieser tabellarischen Struktur beziehen sich nun auf den 6. September des Jahres 1831. An diesem Tag hat "*Wheaton Wheeler*" ein halbes "*Burrell Corn*", also ein halbes Büschel Mais, für den Geldbetrag von 50 Cent erworben. Die Zahl "393" an der ersten Spalte referenziert auf das Hauptbuch und verweist auf eine Seite wo Information zum Satus der Transaktion vorzufinden sind und zeigt somit die Doppelteebuchführung. Hier lassen sich auch Wörter wie "*Bill*", "*Paid*" oder "*Settled*" vorfinden, die zeigen, dass der Status einer Transaktion auf Rechnung erfolgte, bereits bezahlt oder anderweitig beglichen wurde. Die mittlere Spalte nennt die zweite Person, neben Laban Wheaton, die an der Transaktion beteiligt ist: den Käufer. Jeder hier angeführte Oerson steht als in einem Geschäftsverhältnis mit Wheaton. jeweils darunter werden die einzelnen Transaktionen

⁸⁰Vgl. TOMASEK Kathryn: The Wheaton College Digital History Project: Undergraduate Research in a Local Collection, <https://writinghistory.trincoll.edu/teach/wheaton-college-digital-history-project-tomasek/>, 23.05.2019. ALEXANDER, Bryan/DAVIS, Rebecca Frost: Should liberal arts campuses do digital humanities? Process and products in the small college world. *Debates in the digital humanities*, 2012, S.379.

⁸¹TOMASEK/BAUMAN: *Journal of the Text Encoding Initiative* 2013.

⁸²ebd., S.7-9.

gelistet In den 4 Spalten rechts, werden die Geldbeträge gelistet: in der ersten Spalte die Dollar und in der zweiten die Cent. Sowie bei der Zusammenfassung mehrere Transaktionen zu einer Person auch eine Summe.

Im Textfluss lassen sich zwischen den Einträgen entweder einfache Zahlen "12", "24" oder neue Tagesdaten finden, die eben nun alle folgende Transaktionen einem neuem Datum zuordnen. So steht "12", "24" auf diese 100 f+r den 12. und 24.September und "Oct 8th 1831" ordnet alle folgenden Einträge dem 8. Oktober 1831 zu.

Rechts neben den Akteuren in den Einträgen lässt sich meistens ein "D" bzw. "Dr", seltener ein "C" bzw. "Cr" vorfinden, für "Debitor" und "Creditor" steht. Dies markiert eine Transaktion mit diesem Partner, das sie auf die HABEN bzw. die SOLL Seite gebucht wird.

Die vollständige Transkription der ersten 8 Einträge der Seite 100. Diese zeigen die soeben beschriebenen Strukturen.

| Norton Tuesday Sept 6 1831 | | Norton Nov. 28 th 1831. | |
|----------------------------|---|------------------------------------|---|
| 393 | To 1/2 barrel Corn 12 | 77 | David C Bates D To 15 ft. Pine planks 34 45 |
| | Samuel May 8 | | Summer Knapp D To my own this day to draw wood 50 |
| 396 | By Simon's account 120 20 | | Richard J Sweet D To 2 1/2 ft. L. Oil 1 lb. Brown 44 |
| | To 1/2 barrel 1/2 50 | 397 | Summer Knapp D To my own one day 3/ 50 |
| 395 | Thompson Sniff D To cash of 24 1 00 | | David C Bates D By 1 gal. L. W. Pine 8/ 1 33 |
| | Thompson Sniff D To cash 80/ 5 00 | 395 | Thompson Sniff D To 1/2 barrel Buckskin clothing 40 42 |
| | Oct. 8 th 1831 | | Timothy Smith D To three hours 1/ 50 |
| 398 | Timothy Smith D To 6 lbs. Lard 10 th 1 33 | 398 | Oliver Clapp D To 1 barrel 8 1/2 ft. 68 |
| | " 7/4 lb. do 10 th 1 33 | | Thompson Sniff D To cash for 1 lb. of 100 1 00 |
| | Oct. 10 th 1831 | | Henry Clement D To 1/2 barrel 8 1/2 ft. 17 |
| 392 | Hiram Hodges D to 6 1/2 lb. Lard 10 th 71 | | Amey Starkey D To 1/2 barrel 8 1/2 ft. 17 |
| | to 4 1/2 lb. Butter 13 th 72 1 78 | 393 | December 9 th 1831 Summer Knapp D To my own a large 1/2 day 33 |
| | Oct. 11 th 1831 | | Samuel Whisley D To 1 barrel 1/2 17 |
| 398 | Timothy Smith D to 6 1/2 lb. Butter 11 th 71 | 392 | Hiram Hodges D To 1 barrel 8 1/2 ft. 17 |
| | to 14 lbs new milk 56 | | Samuel May D To 1 barrel of wood 3 50 |
| | to 6 1/2 ft. do 26 1 97 | 393 | Wheaton Wheeler D To 1/2 barrel 8 1/2 ft. 17 |
| 396 | Samuel May D To cash twenty five Dollars 25 00 | 395 | Thompson Sniff D To cash 54/ 9 00 |
| | 15 | | Aug. 10 th 1832 |
| 392 | By week from this day 2 00 | | Wheaton Wheeler D By cash 3/ 50 |
| | 24 | | Samuel May D To 1/2 barrel 8 1/2 ft. 17 |
| 392 | Hiram Hodges D To 1/2 lb. Rose 4 | | John Smith D By 2 hours work raising Stone 40 |
| 395 | Thompson Sniff D To cash 20 th 20 | | David C Bates D To cash 10 th 1 00 |
| 392 | Hiram Hodges D To 3 1/2 lb. Butter 18 th 54 | | |
| 395 | Thompson Sniff D To cash 10 1 00 | | |
| 77 | David C Bates D To 50 best Buck 60 th 60 | | |
| 392 | Hiram Hodges D To 1/2 lb. fresh Pork 10 th 83 | | |
| | 15 | | |
| | John Smith D By 2 hours work raising Stone 40 | | |
| | To 1/2 lb. to 1/2 lb. 40 | | |
| | 15 | | |
| | David C Bates D To cash 10 th 1 00 | | |

Norton Tuesday Sept 6 1831

| | | | |
|---------------|--|-----|----|
| | Wheaton Wheeler | | |
| 393 | Dr To 1/2 Burhell Corn | | 50 |
| | 12 | | |
| | Samuel Morey Cr | | |
| 396 | By pension received | 120 | |
| | To Expense pd. for certificates L. D100 | | |
| | "Do. of power 50x | | |
| | Cash pd. him \$62.00 | 53 | 50 |
| | Thompson Tripp DR | | |
| 395 | To cash 6/ at Smiths | 1 | 00 |
| | 24 | | |
| | Thompson Tripp DR | | |
| 395 | To cash 30/ | 5 | 00 |
| Oct. 8th 1831 | | | |
| | Timothy Smith DR | | |
| 368 | To 6 lb. Lard 10x 6 lb. Lard"7 1/4 lb do 10x | 1 | 33 |
| Oct 10th | | | |
| | Hiram Hodges Dr | | |
| 392 | To 5 lb11 oz Lard - 19d pr lb | | |
| | 71 5 lb11 oz Lard To 4 lb Butter 13 pr lb 72 | 1 | 73 |
| Oct. 11th | | | |
| | Timothy Smith Dr | | |
| 368 | To 6 lbs 14 oz Butter 1/ pr lb 1.15 | | |
| | To 14 Qts New Milk 56 | | |
| | To 6 Qts & 1 Pt. do 26 | 1 | 97 |
| | Samuel Morey DR | | |
| 396 | To cash twenty five dollares 25.00 | 25 | 00 |
| | 15 | | |
| | Mrs. Babcock DR | | |
| Settled | By work from this day pd | \$2 | 00 |

TOMASEK verfolgt dabei einen TEI/XML-Ansatz, um drei Ebenen dieser Quelle zu beschreiben. Das Layout, die textuelle Struktur der Quelle und die abstrakte Ebene, inhaltliche Ebene der Transaktionen. Letztere ist nur schwer durch die TEI Markup beschreibbar.

Es erweitert den Bereich der Fragen zu historischen Narrativen und geografischen Informationen. Es ist interessant zu folgen, eine Person oder eine Familie, wie sie im Laufe der Zeit im Tagesbuch erscheinen und ihre Lebensweise rekonstruieren. sozialer Hintergrund für eine historische Erzählung. Gleiches gilt für geografische Informationen. die Möglichkeit, geografische

Beziehungen von Personen oder die Herkunft von Waren zu verfolgen.

Ziel der Masterarbeit soll es nicht sein die Projektinhalte zu dokumentieren, sondern sich mit theoretischen und praktischen Fragestellungen zu formaler Modellen und formaler Methoden in den Geschichtswissenschaften auseinanderzusetzen, wiewohl Quellen, Workflows und Daten aus dem DEPCHA Projekt einfließen sollen.

4 Web of Data

Das Web of Data kann als Stack an Standards und Technologien aufgefasst werden. Flexibel und ausdrucksstark auf der einen Seite und mit dem Ziel maschineneververständliche Information anzubieten, scheint es geeignet als Standard um Modelle zu beschreiben und zu verteilen.

4.1 Geschichte und Vision des Web of Data

Beim *TED Talk* im Jahre 2009 fordert Tim Burners-Lee das Auditorium auf mit ihm gemeinsam die Worte zu rufen: *”Raw Data Now!”*.⁸³ Die Vision von Burners-Lee, dem Erfinder des World Wide Web, ist das sogenannte *Semantic Web*:

*”The Semantic Web will bring structure to the meaningful content of Web pages, creating an environment where software agents roaming from page to page can readily carry out sophisticated tasks for users.”*⁸⁴

Im Gegensatz zum klassischen Web, das als ein Web von Dokumenten betrachtet werden kann, versucht das *Web of Data* Daten aus unterschiedlichen Quellen zu integrieren und miteinander zu verknüpft. Daten sollen so vorliegen, dass nicht nur Menschen diese in neuen Kontexten nutzen können, sondern auch Softwareagenten. Maschinen sollen in der Lage sein selbständig die Struktur von Daten ”verstehen” zu können, um bestimmte Aufgaben umsetzen zu können. Oder anders formuliert sollen Maschinen Inhalte im Web soweit verarbeiten können, dass Automatisierung auf Ebene der Bedeutung möglich ist. Ein konkretes Anwendungsszenario, das mit Hilfe des *Web of Data* umgesetzt werden könnte, wären verbesserte Suchfunktionalitäten für Informationssysteme, die auch die semantische Ebene miteinbeziehen. TOCHTERMANN und MAURER führen ein Beispiel eines Informationsbedürfnisses einer Person an, die gerne einen Termin mit einem Arzt in Graz vereinbaren möchte, der gleichzeitig auch ein Homöopath ist. Diese Person stellt eine Suchanfrage in einer dafür geeigneten Suchmaschine, bestehend aus 4 Wörtern: ”Ärzte, Homöopathie, Stadt Graz”. Da in einer klassischen Suchmaschine nur das Vorkommen der Wörter berücksichtigt wird, muss die suchende Person sich noch durch die

⁸³BERNERS-LEE Tim: The Next Web, https://www.ted.com/talks/tim_bern timers_lee_on_the_next_web?language=de, 05.04.2019.

⁸⁴BERNERS-LEE/HENDLER/LASSILA: Scientific American 284 [2001], S.3.

angezeigten Suchergebnisse arbeiten, bis sie den passenden Treffer gefunden hat. Eine Suchmaschine im *Web of Data* ist in der Lage sogenannte Wissensbasen zu befragen, um welche Begriffe es sich hinter den Zeichenketten handelt.⁸⁵

Dabei handelt es sich aber weder um Maschinen die selbstständig lernen, oder gar eine künstliche Intelligenz, sondern um formalisiertes, maschinenlesbares Wissen. Der Wissensbegriff in diesem Zusammenhang entspringt einer informationswissenschaftlichen Perspektive wie bei WERSIG, KUHLEN oder FAUVR-BULLE.

a⁸⁶

4.2 Web of Data Stack

Um diese - noch nicht erreichte Vision - in die Tat umzusetzen bedarf es mehrere aufeinander aufbauender technischer Grundlagen, die sich im *Semantic Web Stack* manifestieren. Auf dessen Basis, dargestellt in Abbildung ??, soll in diesem Kapitel die grundlegenden Technologien und Standards des *Web of Data* erörtert werden.

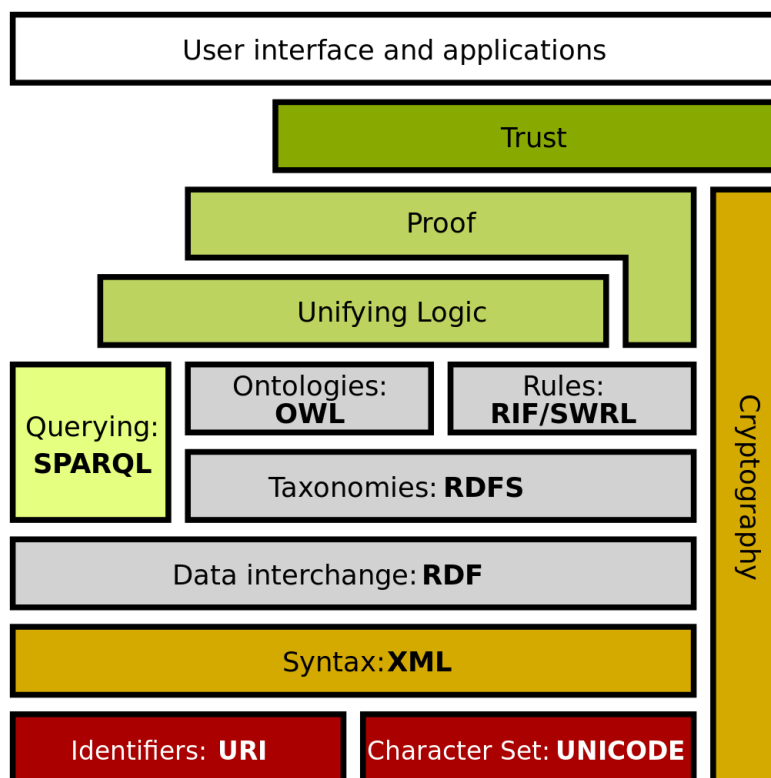


Abbildung 6: Visualisierung eines Graphen auf Basis eines RDF-Datensatz.

Das Semantic Web ist nicht erreicht. Zumindest nicht für die Allgemeinheit. Die großen Internetriesen hingegen verfügen über "ihre Semantic Web", in denen sie ihre eigenen Agenten mit

⁸⁵PELLEGRINI, Tassilo/BLUMAUER, Andreas: Semantic Web. Wege zur vernetzten Wissensgesellschaft. Berlin [ua] Springer 2006, S.1-2.

⁸⁶ebd., S.1-6.

ihrer großen Datenmenge arbeiten lassen.⁸⁷

4.2.1 Resource Description Framework

Das *Resource Description Framework* (RDF) ist ein Datenmodell zur Darstellung und für den Austausch von Daten im Web. Daten werden in diesem Modell als Ressourcen definiert, wobei eine Ressource alles sein kann: ein Dokument, eine Person, ein physisches Objekt oder ein abstraktes Konzept. Über Ressourcen werden Statements der Form Subjekt-Prädikat-Objekt formuliert. Jedes Statement drückt eine Beziehung zwischen zwei Ressourcen aus. Das Subjekt und das Objekt stehen dabei für die beiden miteinander verbundenen Ressourcen; das Prädikat beschreibt die Art ihrer Beziehung. Diese Zusammensetzung von Subjekt, Prädikat und Objekt werden als Triples bezeichnet. Betrachtet man den Satz *"Bob ist befreundet mit Alice"*, dann lässt sich folgendes Triple extrahieren: *<Bob>* als Subjekt, *<ist befreundet mit>* als Prädikat und *<Alice>* als Objekt. Ob *Alice* mit *Bob* befreundet ist geht aus diesem Statement noch nicht hervor, da jeder Relation in RDF nur eine Richtung definiert.⁸⁸ In der graphischen Darstellung wird schnell klar, dass es sich beim RDF Datenmodell um einen gerichtete Graphen handelt, der aus Knoten (Subjekt und Objekt), sowie aus Kanten (Prädikat) besteht, wie Abbildung 7 zeigt. SCHREIBER und RAIMOND⁸⁹ erklären RDF in einem ausführlichen Beispiel an Hand

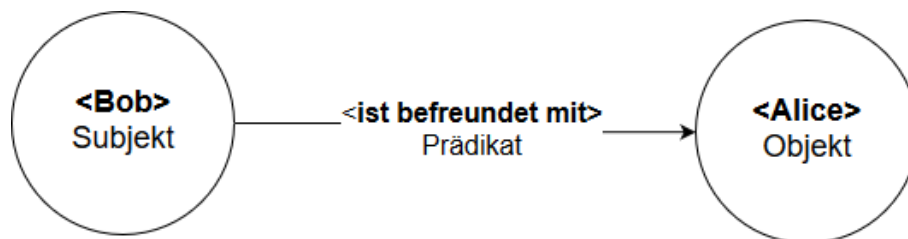


Abbildung 7: Semantic Web Stac

folgenden Aussagen:

Bob ist eine Person.

Bob ist befreundet mit Alice.

Bob ist geboren am 4. Juli 1990.

Bob interessiert sich für die Mona Lisa.

Die Mona Lisa wurde von Leonardo da Vinci entworfen.

Jede dieser Zeilen steht für ein Triple. *Bob* ist Subjekt in vier der oben genannten Tripeln, *Mona Lisa* tritt zweimal als Objekt und einmal als Subjekt auf. Dies ermöglicht es eine beliebige Menge an Triple zu einem komplexeren Graphen zusammenzusetzen und somit komplexe-

⁸⁷<https://twobithistory.org/2018/05/27/semantic-web.html>

⁸⁸Vgl. POWERS, Shelley: Practical RDF: solving problems with the resource description framework. Ö'Reilly Media, Inc.", 2003, S.16-21.

⁸⁹Vgl. SCHREIBER, Guus/RAIMOND, Yves: RDF 1.1 Primer. W3C working group note 2014.

re Sachverhalte beschreiben zu können. Abbildung 8 veranschaulicht das. *Uniform Resource*

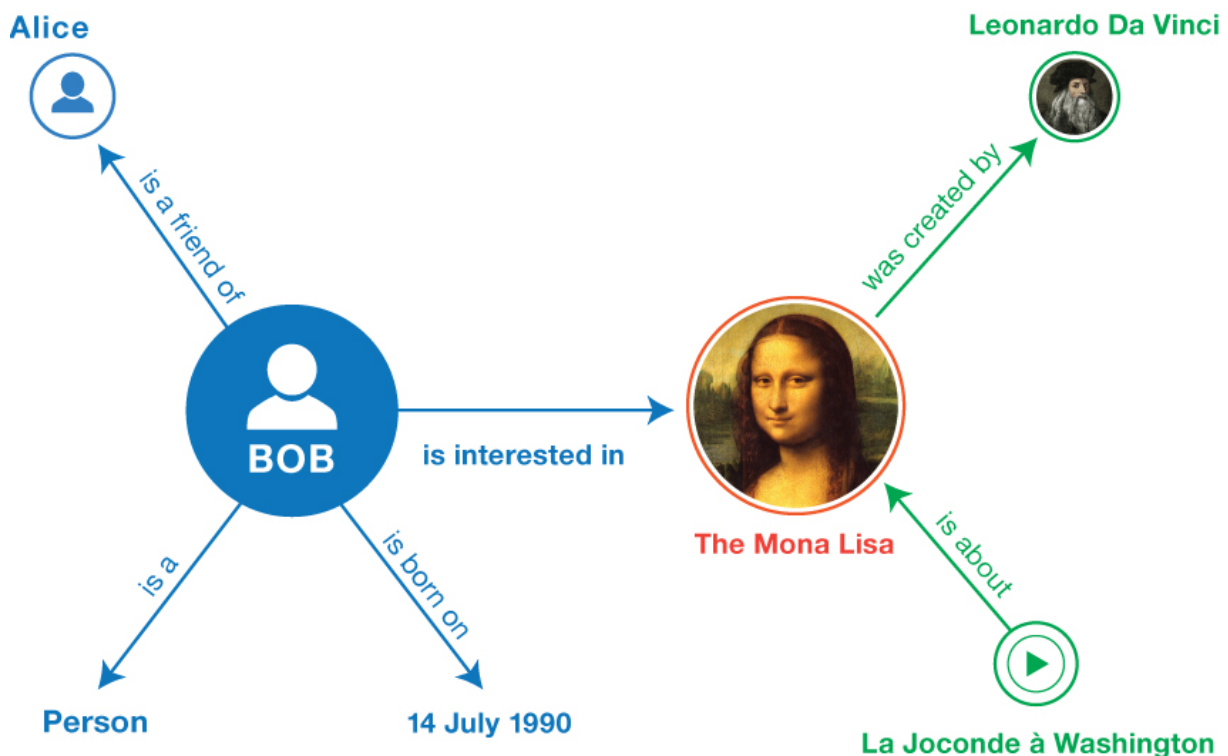


Abbildung 8: Visualisierung eines Graphen auf Basis eines RDF-Datensatz.

Identifier(URI) können in allen drei Positionen eines Triple erscheinen. Somit ist jeder Resource, sowie jeder Beziehung zwischen Ressourcen durch eine URI identifizierbar. URI's sind durch ein erweiterbares Schema definiert, damit Ressourcen im Internet eindeutig adressiert werden können. Um dabei die Einheitlichkeit zu gewährleisten, folgen sie einem vordefinierten Satz von Syntaxregeln, der 5 Komponenten beinhaltet:⁹⁰

$$URI = scheme:[//authority]path[?query][\#fragment]$$

- **scheme:** Definiert den Kontext und Typ. Bekannte Schemata sind beispielsweise die Webprotokolle *Hyper Text Transfer Protocol* (http) oder das *File Transfer Protocol* (ftp), sowie Notationskonzepte wie *Uniform Resource Name* (URN)urn oder *Digital Object Identifier* (doi).
- **authority:** Verwaltet Instanz in einem bestimmten vom Schema angegebenen Interpretationsraum, wie etwa das *Domain Name System*.
- **path:** Der Pfad enthält – oft hierarchisch organisierte – Angaben, die zusammen mit dem Abfrageteil eine Ressource identifizieren.

⁹⁰Vgl. BERNERS-LEE, Tim/FIELDING, Roy/MASINTER, Larry: Uniform resource identifier (URI): Generic syntax. 2004 – Technischer Bericht (URL: <http://www.rfc-editor.org/info/rfc3986>).

- **query:** Der Abfrageteil beinhaltet Daten zur Identifizierung von solchen Ressourcen, deren Ort durch die Pfadangabe allein nicht genau angegeben werden kann, wie beispielsweise ein Datensatz aus einer Datenbank, abgerufen werden
- **fragment:** Ist der optionale Fragmentbezeichner und referenziert eine Stelle innerhalb einer Ressource. Der Fragmentbezeichner bezieht sich immer nur auf den unmittelbar vorangehenden Teil des URI und wird von einem Hash (#) eingeleitet.

Weiters werden URI in *Uniform Resource Locator* (URL) und *Uniform Resource Name* (URN) unterteilt. Wo URN Namen von Ressourcen eindeutig identifizieren, wie etwa bei ISBN Nummern von Büchern, sind URL die gängigsten URI's, die den Ort einer Ressource adressieren und über einen Webbrowser auch aufrufen können.⁹¹ Für das Triple *<Bob> <interessiert sich für> <die Mona Lisa>* wird jeder Teilbestand eine URI und in der *Turtle* Serialisation von RDF ergibt es folgenden Code:

```

1 BASE <http://example.org/>
2 PREFIX foaf: <http://xmlns.com/foaf/0.1/>
3 PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>
4 PREFIX schema: <http://schema.org/>
5 PREFIX dcterms: <http://purl.org/dc/terms/>
6 PREFIX wd: <http://www.wikidata.org/entity/>
7
8 bob#me a foaf:Person ;
9     foaf:knows <alice#me> ;
10     schema:birthDate "1990-07-04"^^xsd:date ;
11     foaf:topic_interest wd:Q12418 .
12
13 wd:Q12418 dcterms:title "Mona Lisa" ;
14     dcterms:creator <http://dbpedia.org/resource/Leonardo_da_Vinci> .

```

4.2.2 Resource Description Framework Schema (RDFs)

Im vorhergehenden Beispiel wurden *<Bob>* und *<Alice>* der Klasse *<Person>* zugeordnet. Sie sind Instanzen der Klasse *<foaf:Person>*. Desweiteren wurde eine Relation zwischen diesen beiden Personen definiert: *Bob ist befreundet mit Alice*.

Um die Beziehungen zwischen Ressourcen zu beschreiben liefert das **Resource Description Framework Schema (RDFs)** eine semantische Erweiterung für RDF. Dies umfasst die Möglichkeit Klassen und Relationen, so genannte Properties, zu definieren und folgt dem Paradigma der Objektorientierung. Es lassen sich auf diese Weise Instanzen von Klassen erzeugen, die alle Eigenschaften der Klasse und ihrer übergeordneten Klassen erben. Blickt man auf das FOAF-

⁹¹Vgl. POWERS: Practical RDF: solving problems with the resource description framework, S.21-22.

Vokabular,⁹² das als RDFs umgesetzt ist, so kann man feststellen, dass *foaf:Person* eine Unterklasse von *foaf:Agent* ist. Weitere Unterklassen davon sind *foaf:Group* und *foaf:Organization*. Alle drei Unterklassen haben bestimmte Eigenschaft gemeinsam: sie setzen Handlungen in der Welt. Sie unterscheiden sich aber in den Relationen mit denen sie selbst, oder in Abgrenzung zu anderen Klassen, beschrieben werden können. Eine *foaf:Group* besteht aus mehreren *foaf:Person*. Dies wird mittels der Property *foaf:member* ausgedrückt. Im Gegenzug verfügt *foaf:Person* über eine Relation *foaf:knows*, die ausdrückt, dass sich zwei Personen kennen. Die Richtung dieser Relation - wer wen kennt - wird mit den in RDFs mittels den Termen *rdfs:Domain* und *rdfs:Range* definiert. Für *foaf:knows* wird *Domain* und *Range* auf die Klasse *foaf:Person* gesetzt: eine Person kennt eine andere Person. Für die Property *foaf:member* wird *Domain* auf *foaf:Group* und *Range* auf *foaf:Person* gesetzt: eine Gruppe besteht aus Personen. Weiter führt RDFs Datentypen ein. Damit lässt sich beschreiben, um welche Art eines Literals es sich handelt. Es kann für die maschinelle Verarbeitung sehr wichtig sein zu wissen, ob es sich um eine Zeichenkette, eine Zahl, eine Datumsangabe oder eine XML Struktur handelt, da mit unterschiedlichen Datentypen andere Operationen einhergehen. Mit den RDF Properties *rdfs:label* und *rdfs:comment* lassen sich Properties und Classes benennen und beschreiben. Das ist deswegen nötig, da der Fokus einer Klasse nur in bestimmten Kontexten Sinn macht. *rdfs:label* definiert einen menschenlesbaren Namen einer Ressource. Es besteht stets die Möglichkeit in RDF die einzelnen Labels einer Ressource mit Sprachkürzel zu versehen. Die Property *rdfs:comment* erlaubt es eine verbale Beschreibung zu einer Klasse hinzuzufügen. Am Beispiel von *foaf:Person* ist das das Label "Person" und die Beschreibung: *'The Person class represents people. Something is a Person if it is a person. We don't nitpick about whether they're alive, dead, real, or imaginary. The Person class is a sub-class of the Agent class, since all people are considered 'agents' in FOAF.'*

Daneben existiert auch ein Konstrukt *rdfs:seeAlso*, um ausdrücken, dass es unter folgender URL noch weitere Information zu dieser Ressource gibt.⁹³ Folgender Darstellung veranschaulicht die soeben beschriebenen Konstrukte in RDFs und zeigt Unterklassen der Superklasse *foaf:Agent*, zwei Instanzen der Klasse *foaf:Person* und stellt graphisch - durch den Pfeil - *Domain* und *Range* einer Property dar.

⁹²FOAF-Specification, <http://xmlns.com/foaf/spec/>, 29.05.2019.

⁹³BRICKLEY, Dan/GUHA, Ramanathan V/MCBRIDE, Brian: RDF Schema 1.1. W3C recommendation, 25 2014.

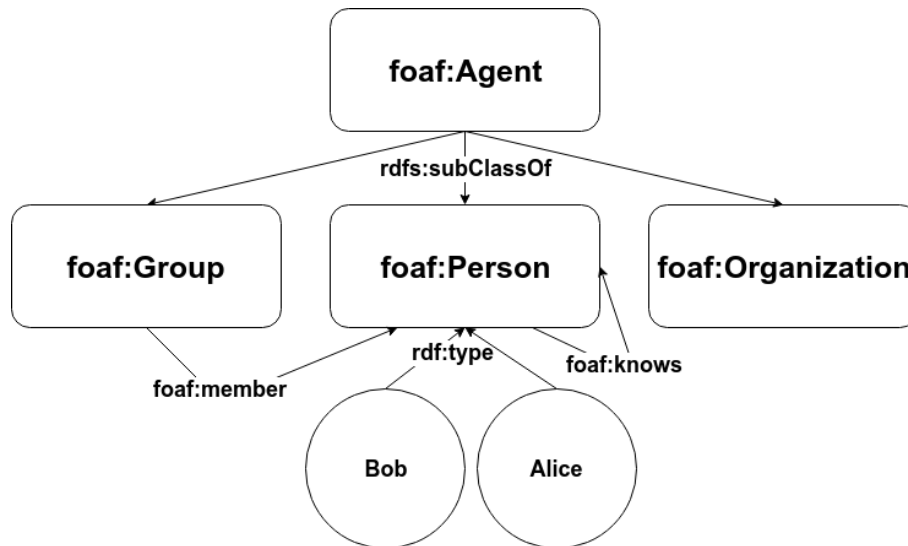


Abbildung 9: RDFs-Beispiel auf Basis des FOAF-Vokabulars

Hinter jeder Klasse, Property und jeder Instanz steht eine URI. Folgendes RDF-Snippet zeigt wie die Klasse *foaf:Person* und *foaf:knows* im FOAF-Vokabular mittels RDFs definiert werden.

```

1 @prefix rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#> .
2 PREFIX foaf: <http://xmlns.com/foaf/0.1/>
3 @prefix rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#> .
4
5 foaf:Person a rdfs:Class ;
6   rdfs:label "Person" ;
7   rdfs:comment "A person." ;
8   rdfs:subClassOf foaf:Agent .
9
10 foaf:knows a rdf:Property;
11   rdfs:label "knows" ;
12   rdfs:comment "A person known by this person (indicating some
13   level of reciprocated interaction between the parties)." ;
14   rdfs:domain foaf:Person ;
15   rdfs:range foaf:Person .
  
```

ToDo Hitzler⁹⁴

4.2.3 Taxonomien: Simple Knowledge Organisation (SKOS)

4.2.4 Abfragesprache: SPARQL

Wie man in der Welt der relationalen Datenbanken mit der Abfragesprache SQL Datenbankabfragen formulieren kann, so kann man mit *SPARQL Protocol And RDF Query Language* RDF

⁹⁴HITZLER, Pascal et al.: Semantic Web: Grundlagen. Springer-Verlag, 2007.

Daten bzw. Triple in Graphdatenbanken abfragen.⁹⁵

Folgendes Snippet einer SPARQL-Abfrage zeigt die Syntax dieser Abfragesprache. Ziel dieser Abfrage ist es, alle Ressourcen in einer Graphdatenbank abzufragen, die über eine *foaf:name* und eine *foaf:knows* Propertie verfügen. Das Ergebnis wird nach den Personen und Namen gruppiert, also es werden keine Dupletten von URI's zurückgegeben. Als Ausgabe erfolgt eine Tabelle (bzw. eine XML, JSON oder CSV Datenformat) in der die Namen und die Anzahl der Freunde, definiert als alle Knoten auf die *foaf:know* referenziert.

```
1 PREFIX foaf: <http://xmlns.com/foaf/0.1/>
2 SELECT ?name (COUNT(?friend) AS ?count)
3 WHERE {
4     ?person foaf:name ?name .
5     ?person foaf:knows ?friend .
6 } GROUP BY ?person ?name
```

Mit PREFIX werden die Namespaces definiert. Das reservierte Wort *SELECT* definiert alle Variablen, diese werden durch ein vorangestelltes Fragezeichen gekennzeichnet, die als Rückgabewert definiert werden. Daneben gibt es in der SPARQL1.1 Version Operatoren und Funktionen, wie etwas *COUNT()*, das alle Treffer der *?friend* Variabel zählt und in der *?count* Variabel speichert. Im *WHERE* Bereich werden alle Bedingungen für die Abfrage definiert. Diese Bedingungen entsprechen der Definition eines Teilgraphen, der wiederum eine Teilmenge des gesamten Datenbestandes abbildet. Hier stehen weiter Konstrukte wie *OPTIONAL*, einem logischen Oder, so wie *UNION* einem logischen Und zur Verfügung. Über eine SPARQL-Endpoint können so User über das Web Datenbestände abfragen und mit diesen Arbeiten.⁹⁶ Ein bekanntes Beispiel dafür ist der Endpoint von Wikidata.

4.3 Ontologien

ToDo

formationsmodelle umfassen die Verwendung einer expliziten Sprache zur Informationsdarstellung.⁹⁷

Der Gegenstandsbereich der **Ontologie als Disziplin in der Philosophie** umfasst alles, das existiert. Das Erkenntnisziel, so MEIXNER, ist auf allgemeiner begrifflicher Ebene zu finden und beschäftigt sich mit der Einteilung des Seins und den Grundstrukturen der Wirklichkeit, sowie der Frage nach dem Wesen der Existenz. Die Ontologie verfolgt nicht das Ziel Erkenntnis über ein Objekt zu erhalten, es beispielsweise zu vermessen oder zu beschreiben, sondern stellt sich

⁹⁵GROUP, W3C SPARQL working et al.: SPARQL 1.1 Overview. W3C Recommendation. W3C 2013.

⁹⁶DUCHARME, Bob: Learning SPARQL: querying and updating with SPARQL 1.1. Ö'Reilly Media, Inc.", 2013, S.1-45.

⁹⁷KOBLER: Qualität von Prozessmodellen: Kennzahlen zur analytischen Qualitätssicherung bei der Prozessmodellierung.

die Frage nach welchen allgemeinen Kriterien Objekte im Verhältnis zu ontologischen Begriffen wie Sein, Aktualität, Universalie, Exemplifikation, Sachverhalt oder Individuum stehen.⁹⁸

Der Begriff **Ontologie in der Informationswissenschaft bzw. Informatik** umfasst ein pragmatisches Konzept zum Austausch und zur Wiederverwendung von formalisierten und gemeinschaftlich verwendeten Wissensstrukturen durch ein gemeinsames Vokabular. Ziel dabei ist es Informationssysteme zu implementieren. Die Spezifikation eines solchen Vokabulars für eine bestimmte Domäne nennt man Ontologie.

Der Begriff wird in zwei Disziplinen mit jeweils unterschiedlichen Fokus verwendet. Dennoch sehe ich Gemeinsamkeiten. Beide setzen sich mit der Frage auseinander, wie die Welt sinnvoll strukturiert werden kann, damit wir uns besser darin zurecht finden können. In diesem Kapitel wird die informationswissenschaftlichen Dimension des Ontologie-Begriffs und seiner Nutzung in den digitalen Geisteswissenschaften diskutiert und der Frage nachgehen, ob Ontologien ein geeignetes Werkzeug zur Formalisierung von geschichtswissenschaftlichen Domänen darstellen. Dabei soll anfangs "Wissen" kurz aus informationswissenschaftlicher Sicht definiert werden und über das semantische Netz eine Brücke zur Ontologie geschlagen werden.

4.3.1 Vom Wissen, über das Semantische Netz zur Ontologie

Wissen ist eine systeminterne Repräsentation vorliegender Erfahrungen eines Menschen zu einem bestimmten Zeitpunkt, die einem zu überprüfenden Anspruch auf Gültigkeit ausgesetzt sein muss. Als solches prägt Wissen das Handeln und Denken eines Menschen auf den unterschiedlichsten Ebenen und dient zur Lösung von Problemen. Das jeweils aktuelle Wissen bildet einen kontextuellen Rahmen, in dem ankommende und bestehende Information interpretiert und zu neuen Erfahrungen verarbeitet werden.⁹⁹

Diese Definition von Wissen – eine stärker informationswissenschaftliche – hat seinen, neben vielen Definitionen in anderen Fachbereichen, legitimen Ursprung. Unterschiedlichen Disziplinen haben andere Fragestellungen und benötigen dafür ein anderes theoretisches Gerüst. Ein Wissensbegriff in der Philosophie, beispielsweise, sollte viel weiter gefasst sein, als ein Wissensbegriff in der Informationswissenschaft, dessen Aufgabe darin besteht als Hilfsmittel in der Entwicklung und Umsetzung von Informationssystemen zu fungieren.

Mittels Ontologie lässt sich "Wissen" als Netzwerk beschreiben. Ein Netzwerk ist ein gerichteter Graph, bestehend aus einer Menge von Knoten und einer Menge von Kanten, die die einzelnen Knoten miteinander verknüpfen. Damit lassen sich (fast) beliebige Entitäten und deren Verknüpfungen miteinander abbilden. Die Überlegungen zu einem **semantischen Netz**, als gedanklichen Vorgänger der Ontologie, stammen von QUILLIAN, der damit ein formales Erklärungsmodell für *'die menschliche Repräsentation von Wissen über Worte und ihre Bedeutung*

⁹⁸MEIXNER, Uwe: Von der Wissenschaft der Ontologie. Logos (neue Folge), 1 1994.

⁹⁹FAVRE-BULLE: Information und Zusammenhang: Informationsfluß in Prozessen der Wahrnehmung, des Denkens und der Kommunikation.

als Netzwerk von Begriffen und ihren Relationen' ¹⁰⁰ beschreibt. Semantische Netze können einen Kompromiss zwischen menschenverständlicher Repräsentation einer Domäne und der formalen Verarbeitbarkeit durch eine Maschine darstellen. ¹⁰¹ Das ist dadurch gegeben, dass die Struktur des Graphen (=Netz), sich einfach in Rechnern als Matrizen abbilden lässt.

Die Ontologie ist eine Erweiterung des semantischen Netzes und nach GRUBER kann sie durch ein **4-Tupel** definiert werden. C ist eine Menge von **Klassen** (concepts, classes - Mengen von Entitäten aus der Realität), R eine Menge von **Relationen** (properties - Beziehungen zwischen Klassen), I eine Menge von **Instanzen** (individuals - einzelne Entität aus einer Menge) und A eine Menge von **Axiomen** (axioms - logische Regel). ¹⁰² C und R lassen sich dabei stets als Graph abbilden. Ein Beispiel zur Veranschaulichung:

Es existiert eine Klasse (C) "Katzen", die mit der Relation "ist ein"(R) mit einer Klasse "Säugetier" verbunden ist. Die Individuals (I) "Garfield" und "Tom" sind Instanzen der Klasse "Katzen" und erben alle Eigenschaften, die in der Klasse "Katzen" definiert wurden. Eine Regel kann definiert werden (A), sodass immer wenn eine Klasse eine "ist ein"-Verbindung zu einer Klasse wie "Säugetier" hat, es ausgeschlossen ist, dass es eine zweite "ist ein"-Verbindung gibt, die auf eine andere Klasse wie etwa "Vögel" referenziert.

Der Begriff der Ontologie terminologisch unscharf verwendet. ¹⁰³ Die Unterschiede sind klein, aber dennoch entscheidend und sollen im Folgenden diskutiert werden. Eine der ersten Definitionen des Begriffs der Ontologie stammt von GRUBER:

"An ontology is an explicit specification of a conceptualization" ¹⁰⁴

Eine "conceptualization" beschreibt den Prozess einer Vereinfachung, aber Fokussierung, eines bestimmten Aspekts der Realität. So kann eine Ontologie als Dokumentation eines wissenschaftlichen Prozesses agieren, in dem die Wirklichkeit abstrahiert und reduziert wird und gleichzeitig die Domäne bzw. Forschungsfrage hervorgehoben und amplifiziert wird. ¹⁰⁵ Unter "explicit" versteht man, dass die Bedeutungen aller von der Ontologie erfassten Begriffe klar und eindeutig definiert sein müssen. Dies beinhaltet alle ihre Eigenschaften, Beschränkungen und Beziehungen, innerhalb, als auch außerhalb der Domäne. ¹⁰⁶ BORST erweitert GRUBERS Definition um 'formal specification of a shared conceptualization'. ¹⁰⁷ "Formal" ergänzt dabei

¹⁰⁰ STUCKENSCHMIDT: Ontologien: Konzepte, Technologien und Anwendungen.

¹⁰¹ REICHENBERGER, Klaus: Grundlagen semantischer Netze. In Kompendium semantische Netze. Springer, 2010.

¹⁰² JOOST BREUKER, Pompeu CASANOVAS/KLEIN, MC/FRANCESCONI, Enrico: The flood, the channels and the dykes: Managing legal information in a globalized and digital world. Law, Ontologies and the Semantic Web: Channelling the Legal Information Flood, 188 2009.

¹⁰³ Vgl. GRUBER, Thomas: A translation approach to portable ontology specifications. Knowledge acquisition, 5 1993, Nr. 2, S.1.

¹⁰⁴ HOEKSTRA, Rinke: Ontology Representation Design Patterns and Ontologies that Make Sense. In Proceedings of the 2009 conference on Ontology Representation: Design Patterns and Ontologies that Make Sense. Ios Press 2009, S.69.

¹⁰⁵ Vgl. THALLER: Historical Social Research/Historische Sozialforschung. Supplement 2017.

¹⁰⁶ SURE, York/STUDER, Rudi: Methodology, tools & case studies for ontology based knowledge management. 2003.

¹⁰⁷ BORST, Willem Nico: Construction of engineering ontologies for knowledge sharing and reuse. 1997.

die Definition um die Notwendigkeit, dass Ontologien maschinenlesbar sein müssen. Erst diese Eigenschaft hebt sie von anderen Methoden zur Formalisierung von konzeptionellen Datenmodellen hervor. Der Zusatz "*shared*" reflektiert die Tatsache, dass eine Ontologie Wissen erfasst, das durch den Konsens einer Gruppe - z.B. durch einen wissenschaftlichen Diskurs - akzeptiert wird. Eine Ontologie darf nicht im Stillen von einer Person alleine entwickelt werden, sondern sollte in einem iterativen Prozess (Ontology Engineering) des Austausches und der Diskussion mit anderen entstehen. Ein solcher Prozess kann wie folgt ablaufen:

- Definition der Notwendigkeit und des Zieles einer Ontologie
- Strukturierung des Wissens und konzeptionelle Entwicklung
- Implementierung und Modellierung
- Evaluierung und Dokumentation
- Iteration dieser Punkte im Austausch mit anderen

Allgemeiner betrachtet definieren LINCKELS & MEINEL eine Ontologie als ein Datenmodell zur Darstellung eines Sets miteinander vernetzter Konzepte innerhalb einer (Fach-)Domäne.¹⁰⁸ WELLER spricht von einer formalen und schematischen Darstellung einer Wissensdomäne auf Basis definierter Regeln und Vokabulars.¹⁰⁹

Zusammengefasst kann man sagen, dass sich mittels Ontologien komplexere Sachverhalte so darstellen lassen, dass Mensch und Maschinen in der Lage sind Strukturen, die durch eine Ontologie definierte und standardisierte sind, weiterverarbeiten zu können. Der Mehrwert kann vor allem in der Möglichkeit automatisierter Schlussfolgerungen, im Information Retrieval oder anderen formalen Methoden zur Verarbeitung von Daten liegen.

Der Ontology Editor Protégé erlaubt es, eine Ontologie und die darin enthaltenen Daten (Individuals) einem Reasoning - dem Abarbeiten aller Vorhanden Regeln in einer Ontologie auf Basis einer deskriptiven Logik - zu unterziehen. Für solche Zwecke gibt es natürlich auch API's und Bibliotheken in Programmiersprachen.¹¹⁰ Das Reasoning gilt als ein essentieller Baustein im Design, der Entwicklung, der Wartung und in der praktischen Anwendung einer Ontologie. Das Ergebnis davon sind Inferenzen. Inferenzen sind neu hergeleitete Schlussfolgerungen auf Basis der formalen Regeln einer Ontologie.¹¹¹ Die Überprüfung strukturierter Daten mittels logischen Schlussfolgerungen kann dazu dienen, größere Datenmengen auf ihre Konsistenz und

¹⁰⁸ LINCKELS, Serge/MEINEL, Christoph: E-librarian service: user-friendly semantic search in digital libraries. Springer Science & Business Media, 2011.

¹⁰⁹ WELLER, Katrin: Ontologien. In KUHLEN, Rainer/SEMAR, Wolfgang/STRAUCH, Dietmar (Hrsg.): Grundlagen der praktischen Information und Dokumentation: Handbuch zur Einführung in die Informationswissenschaft und -praxis. 6. Auflage. Berlin and Bosten, 2013.

¹¹⁰ MUSEN, Mark A: The protégé project: a look back and a look forward. AI matters, 1 2015, Nr. 4.

¹¹¹ DENTLER, Kathrin et al.: Comparison of reasoners for large ontologies in the OWL 2 EL profile. Semantic Web, 2 2011, Nr. 2.

somit auch auf ihre Qualität hin zu prüfen, da logische Inkonsistenzen als Fehlermeldung angezeigt werden.

huhu Ontologie zitieren¹¹²

5 Anwendung formaler Methoden auf Basis einer Ontologie

5.1 Die Bookkeeping-Ontology als konzeptuelles Model für digitale Editionen von historischen Rechnungsbücher

MEDEA-Paper: A CIDOC-CRM Based Ontology of Economic Activities All these XML formats represent parts of what humans did when they exchanged goods and services and recorded these economic activities in written form. Each method has its advantages. But still it seems that behind all these forms is a common model which could be represented conceptually in the following way: There are agents agreeing on a transfer of something measurable and executing this transfer. Usually the transfer is mutual, i.e. at least two transfers aggregate to a transaction, in which usually money is exchanged for commodities, services or rights. Additionally one or the other party creates a documentation of this transfer, which can be an artifact like a tally, but usually is a written accounting document. It is important to notice that the financial document is not necessarily representing the transfer or the transaction itself; a record can even be fictitious. It also adds a level of interpretation: The transactions are organized in the document following a specific scheme meaningful to the agent commissioning the record, the “categories”, “rubrics”, or “accounts”, which can be abstracted to dimensions; often the accountant aggregates the individual transactions into totals, balancing the financial state or demonstrating profits and losses; and some transactions are not recorded at all. While the historical process of economic transactions can be modelled as seen above, the source material thus has a complex relationship to these historical events we assume to have happened. As in all manuscript analysis, a page is written by one or more hands (writers) in one or more sessions. One specific record can be found on (parts of) one or more pages. So we have an activity performed by one or more actors at a period of time, which may have been discontinuous, which resulted in a record. The traces of this activity can be found in the document and can be established as such by competent readers, as we have seen in the examples above. Each record represents a claim about something that happened in the real world, an economic transaction of some sort. This is another activity, connected to but distinct from the record creation event. In an event-based modelling of historical accounts these two activities will form the core of a network of information, and information—about actors, time, location, the historical account document, and other events connected to the transaction such as goods, money, currency information—become nodes attached to this core. Formalizing the conceptual model

¹¹²Vgl JANNIDIS/KOHLER/REHBEIN: Digital humanities: eine Einführung, S.162-178.

resulting from these considerations would allow us to map the formalizations described above for their procession as complete set. This goal seems reasonable as of course the records of an economic activity in the ledger of one company should find their counterpart in the ledger of its exchange partner. A meta search on digital representations of various Hanse records could therefore allow extracting networks and flows of trade activities. The research on long term price series or their regional diversion would profit from a common access to the records. The recent solutions historians at the University of Tokyo (Kokaze et al, 2016) have found to represent chronology in historical accounts confirm this: They study the relationship between agents mentioned in the accounts of the British Lay-Osborn Flotilla and Chinese administration from the 1860s in time. The conceptual model covers completely, what a TEI based transactionography (hsfr) and XBRL encoding describe: The `hfrs:transaction/medea:transaction` consists of `hfrs:transfers`, each of them involving `medea:agents/@hfrs:fra` and `@hfrs:til`. The `hfrs:transfer` is defined as ‘A transfer of something of value’, which is a `tei:measure/medea:measurable`. The `medea:documentation` of the transfer is encoded with `hfrs:attested` as a reference to a TEI text structure. The `hfrs:listAccount` and `hfrs:account` express the interpretative organization of transactions in `medea:schemes` and `medea:dimensions`. `hfrs:listTransaction` and `hfrs:transferGrp` are generic grouping functionalities which are reflected in the `medea:dimensions` of documentation and the `medea:total` and `medea:balance` concepts. The relationship between the suggested conceptual model and the abstract level in XBRL is even more obvious: The XBRL ‘financial facts’ are a superclass to `medea:transfer`, `medea:transaction`, or `medea:total`. They are recorded in ‘instances’ (`medea:document`) and the ‘taxonomies’ describe their interpretative dimensions (`medea:dimension`, `medea:schema`). The currently most adaptable formal representation for this kind of data is the Resource Description Framework (RDF) of the W3C. Its graph-based model is flexible but structured enough to express complex data structures. The basic conceptualization similar to simple natural language sentences as subject-predicate-object triples makes it fairly easy to understand. RDFs and OWL⁷ offer rich possibilities for formal modelling. A preliminary RDFs schema for the conceptual model has therefore been created and published on github (<https://github.com/GVogeler/bookkeeping>). The CIDOC-CRM, as an event-based ontology, is a good structure for encoding such information, as shown through the use of the standard for several types of cultural-historical evidence. As a matter of fact, it serves well to cover the main parts of the conceptual model described above, with its two event types: 1. The creation of the accounting document 2. The transfer as the recorded economic activity While the first is clearly a subclass of the `E65_Creation` class, the latter can be considered as a subtype of `E7_Activity` and of `E28_Conceptual_Object`. Both are connected by the document written by the accountant and attesting a transfer. The example from Kokaze et al. (2016) demonstrates that the general properties of CIDOC-CRM events have practical research relevance. Given the specific need in modelling these documents and the activities documented in them, some extensions to CIDOC-CRM should be made. This is also in line with what we have seen in other areas including archaeological excavations⁸ and buildings,⁹ and scientific observations¹⁰ esta-

blishing a CIDOC-CRM based family of standards. In the development of this CIDOC-CRM based extended model it will be an important question what the target for the modelling is, that is, what time periods, geographical areas, and specific document types will function as evidence for the modelling. This will determine how specific the model can be: the larger the scope, the looser and more flexible the model must be. The two event types described above have different relationships to truth. As for the records in the historical account we know they exist and were written, at least as long as the original document exists. What is questionable is who wrote it, when, and also the level of unity, that is, what makes one record separate from other records. For the economic transaction documented in the record the question of existence is somewhat different than from the record. We only know there is a claim for an economic transaction, not that any transaction actually took place, for which one often needs additional evidence, knowledge, and analysis to determine. This creates an interesting question of modelling principles: should one model the worldview expressed by the documents or should one express the worldview seen as most likely to be correct by the historians (Ciula, Spence, Vieira 2008)? The choice of modelling standards should not determine that choice. However, as CIDOC-CRM is a tool for information integration it is more common to use it for models aiming towards historical truthfulness. That does not mean that the worldview expressed in the documents should be hidden, just that the activities expressed in the model will be the ones the historians believe to have taken place. Modelling and encoding the transactions recorded in historical accounting documents as stand-off reference between textual evidence and description of the economic and social ‘facts’ even makes possible multiple interpretations of the textual evidence, which would lead to considering the addition of a factoid-based approach (Bradley and Pasin 2015) to the model.

Conclusions The current results of the work done by the MEDEA collaborative are therefore fivefold: 1. The textual genre of accounts shows a great variety in form in its history with a substantial common ground in concepts and human activities represented in these texts. 2. These concepts and human activities are of high interest in the humanities and historical social science research. 3. Based on the work of the DH community in the TEI and of contemporary business reporting standardization activities in XBRL, it is possible to develop a conceptual model for the documentary representation of human activities in the field of economics. 4. This model can be expressed as a graph structure, and it can be integrated into the larger conceptual framework of the CIDOC-CRM family of standards. 5. It is worthwhile to continue the development of the formal model and make suggestions about how to integrate the formal model into encoding practice and data publication of historical accounting records. Certainly, the solutions discussed here are only a few of all the possible ways that web technologies can enhance research with historical accounting records. The MEDEA scholars look forward to suggestions for modifications of the ontology, additions of other possible methods for encoding economic facts represented in accounting documents, more efficient setups for execution of projects, and a thorough scrutiny of the conceptual consistency of our proposal. The MEDEA scholars will continue their work on the ontology and will try to set up a collection of examples showing how

we think the integration of the representation of content expressed in RDF and scholarly edition of accounting documents can be realized.¹¹³

Das abschließende Kapitel verbindet die theoretischen Überlegungen mit den technischen Ausführungen und skizziert die Arbeit, die im Zuge des Projektes **Digital Edition Publishing Cooperative for Historical Accounts (DEPCHA)**¹¹⁴ umgesetzt wurde. In diesem Projekt wird ein gemeinsamer Publikations-Hub für historische Rechnungsbücher implementiert. Im Zentrum steht die Entwicklung und Nutzung einer Ontologie, einer formalen Beschreibung eines konzeptuellen Modells zur Standardisierung von Buchungstransaktionen in historischen Rechnungsunterlagen. Dabei wird ein im *Web of Data*, sowie ein *Linked Open Data* Zugang verfolgt. Das heißt, dass eben der Transkription und Edition der Rechnungsbücher, sowie der Verfügugstellung der Digitalisate der Quellen, hochstrukturierte RDF-Daten existieren, die mittels der Bookkeeping-Ontologie formalisiert sind und Referenzen auf Normdaten und LOD-Vokabularien setzen. Mit diesem Zugang soll die Nachprüfbarkeit, die Sicherstellung und die Nachnutzbarkeit der Forschungsdaten und aller darauf aufbauenden quantitativen Methoden und deren Ergebnisse gewährleistet sein. Dabei spielt die Bookkeeping-Ontologie, im THALLER'schen Sinne als *knowledge domain* eine zentrale Rolle. In diesem Kapitel soll zuerst auf die digitale Edition historischen Rechnungsbüchern und die dazu nötigen Standards, vor allem die TEI, eingegangen werden. Danach folgt die semantische Anreicherung und die Repräsentation der Inhalte in den Transaktionen, sowie eine detaillierte Beschreibung der domänenspezifischen Bookkeeping-Ontology.

5.2 Digitale Edition von Historischen Rechnungsbüchern

5.2.1 Digitale Edition

Eine Einführung

5.2.2 Bookkeeping-Ontology

Die *Bookkeeping Ontology* ist ein konzeptionelles Modell zur formalen Beschreibung von Transaktionen in historischen Rechnungsunterlagen. Es wurde in einem Ontologie-Engineering-Prozess entwickelt, an dem Historiker*innen, Softwareentwickler*innen und digitale Geisteswissenschaftler*innen beteiligt waren.

Eine Transaktion besteht aus mindestens einem Transfer. Jeder Transfer umfasst den Austausch von Dingen, die quantifizierbar sind, von einem Akteur zum anderen. Solche sogenannte *Measurable* lassen sich in Geldbeträge, sowie wirtschaftliche Güter unterteilen. Geldbeträge sind dadurch gekennzeichnet, dass sie aus eine Zahl und einer Währung bestehen, wie etwa 10 US

¹¹³CLIFFORD et al.: MEDEA (Modeling semantically Enhanced Digital Edition of Accounts) as Historical Method, S.9-12.

¹¹⁴gams.uni-graz.at/depcha

Dollar. Weiters gibt es spezielle Formen von Geldbeträgen, wie etwa Steuern, die eine einseitige Geldabgabe definieren, sowie Preise, die den monetären Wert eines Wirtschaftsgutes beschreiben. Die wirtschaftlichen Güter wiederum werden aufgeteilt in Waren – bestehend aus Menge, Einheit und Art, wie 1 Sack Erdäpfel – und Dienstleistungen, die eine zeitliche Komponente mit sich bringen können. Die Akteure diesen Transfers können Individuen, Gruppen, Organisationen oder Kontent sein. Die Ontologie erlaubt es explizit zu formulieren von wem an wen *Measurable* transferiert werden.

Weiters ist die Verbindung zur historischen Quelle bzw. zum jeweiligen Eintrag wichtiger Bestandteil der Ontologie. Ein Eintrag ist ein Informationsfragment und Beleg eines Ereignisses einer Transaktion in der Vergangenheit. Neben dieser Referenz besteht die Möglichkeit jede Transaktion in seiner zeitliche, räumliche und inhaltlichen Dimension, also der Zordnung zu einem bestimmten, durch die Forschungsfrage geprägten Kontext, zu beschreiben.

Ein bk:Transfer kann von einem bk:Agent durchgeführt werden, also jemand übernimmt den Transferprozess. Bei der Verbuchung der Transaktion wird eine Transaktion im Sinne der doppelten Buchhaltung auf die Haben oder Soll Seite gebucht.

5.2.3 TEI Beispiele DEPCHA

```

1 @prefix bk: <https://gams.uni-graz.at/o:depcha.ontology> .
2
3 <#Transaction-0>
4   a bk:Transaction ;
5   bk:consistsOf <#Transfer-1>, <#Transfer-2> ;
6   bk:when "1808-08-01" ;
7   bk:text "1/4 lb Powder 2/6 1 lb Shot 2/6 7 6" .
8
9 <#Transfer-1>
10  a bk:Transfer ;
11  bk:transfers <#Measurable-1> ;
12  bk:from <#stagville> ;
13  bk:to <#pers.2> .
14
15 <#Transfer-2>
16  a bk:Transfer ;
17  bk:transfers <#Measurable-2-1> ;
18  bk:from <#pers.2> ;
19  bk:to <#stagville> .
20
21 <#Measurable-1>

```

```

22  a bk:Commodity ;
23  bk:unit <wiki:Q100995> ;
24  bk:quantity "0.25" ;
25  bk:commodity <wikivQ2908004> ;
26  bk:price <#Price-1> ;
27  bk:text "1/4 lb Powder" .
28
29 <#Measurable-2-1>
30  a bk:Money ;
31  bk:unit <wiki:Q213142> ;
32  bk:quantity "7" .
33
34 <#pers.2>
35  a bk:Between;
36  bk:name "James Haley".

```

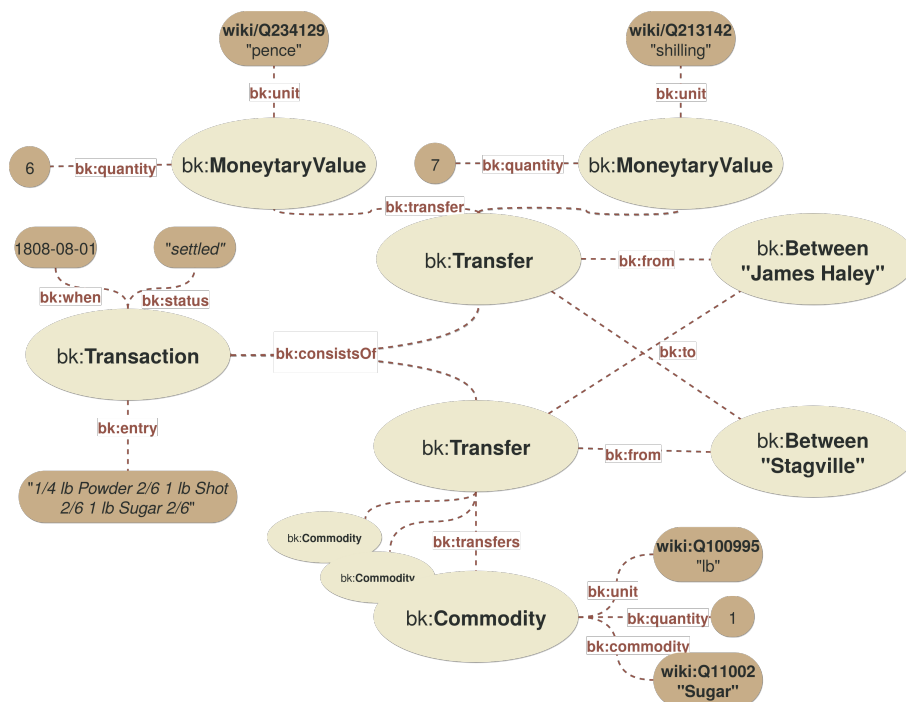


Abbildung 10: Graphische Darstellung des RDF

5.3 Informationsvisualisierung

*"The time of diagrammatic thinking is upon us. We need graphical interfaces for multidimensional and multimedia authoring that take advantage of computers' abilities to aggregate, synthesize, and organize arguments along multiple axes"*¹¹⁵

¹¹⁵BURDICK, Anne et al.: Digital_Humanities. Mit Press, 2012, S.119.

Arbeitet man mit historischen Rechnungsbüchern, so arbeitet man mit einer Vielzahl von Informationsfragmenten. Für Forschungsfragen ist oft der Blick auf das Ganze interessant und so auf die Aggregation und Synthese der einzelnen Belge. BURDICK sieht gerade im Aufkommen der digitalen Geisteswissenschaften die Zeit reif die Ergebnisse der computergestützten Verarbeitung multidimensional zu Visualisieren. Die Informationsvisualisierung ist eine Methode, die dabei helfen kann Erklärungen historischer Ereignisse, die aus der Zusammenschau vieler Quellen und Entitäten zusammenkommen, zu argumentieren und sichtbar zu machen.¹¹⁶

Als Visualisierung versteht man – neben dem eigenständigen Fach aus dem Bereich *Human-Computer Interaction* – die Anwendung computerbasierter, interaktiver und visueller Repräsentation von abstrahierten Daten, die eine Hilfestellung bei der inhaltlichen Erfassung eines Themas liefern. Die Daten können sowohl quantitativer, geographische Koordinaten oder Messwerte, sowie qualitativer Natur sein. Die Fachliteratur unterscheidet zwei Herangehensweisen. Wo die **Scientific Visualization** die Welt so darstellt, wie sie ist, beispielsweise die naturgetreue Darstellung des menschlichen Körpers, wird in der **Information Visualization** ein Datenbestand in neuen (abstrakten) Räumen, wie etwa in einem Koordinatensystem dargestellt. MUNZNER fasst dies zusammen als "*Its scientific visualization when the spatial representation is given. Its Information Visualization when the spatial representation is chosen*".¹¹⁷ Im Falle von Rechnungsbüchern, und den Geschichtswissenschaften generell, kann man stets von einer Informationsvisualisierung ausgehen. Eine naturgetreue Darstellung historischer Ereignisse ist nie möglich.

FRANK führt 4 Beispiele von Projekten an, die die Methoden der Informationsvisualisierung so nutzen, dass sie zentraler Bestandteil zur Bearbeitung einer geisteswissenschaftlichen Forschungsfrage und zur Überprüfung der Ergebnisse dient. Im politikwissenschaftlichen CEWS-Projekt (Alker et al., 2001) behandelt multiperspektivische Konfliktforschung und leistet seinen Beitrag zur Methoden- und Werkzeugentwicklung. So wird im Projekt Modallogik als formaler Rahmen für die kontrafaktische Analyse von möglichen Konfliktverläufen eingesetzt und die auf Husserl zurückgehende generative Phänomenologie wird zur Analyse der Perspektiven von historischen Akteuren (Konfliktparteien) auf Konfliktereignisse vorgeschlagen. Pellon (2010) kommt aus dem Bereich In

Gemeinsam haben alle diese Projekte, dass der Ausgangspunkt für die Visualisierung zum einen Daten sind, zum anderen ein Modell, dass den Daten Struktur verleiht und so die formale Verarbeitung in Hinblick auf eine Forschungsfrage erlaubt.

¹¹⁶FRANK: INF-DH-2018 2018, S.3-5.

¹¹⁷MUNZNER, Tamara: Process and pitfalls in writing information visualization research papers. In Information visualization. Springer, 2008, S.134-153).

Sprache ist leichter als Bilder verwenden in einer Kommunikation.

Wissensgewinnung durch Informations-Verbalisierung.

In der Zwischenzeit braucht's neue Aggregatzustände für das Wissen. Datafication, die Dinge werden auch digital erfasst, neue Ansichten auf Daten und auf das Wissen.

Wissensgewinnung durch Informationsvisualisierung

Informationsvisualisierung dann, wenn man ein Thema nicht verbalisieren kann?

Menschliche Wahrnehmung ist multimodal. Es entstehen unterschiedliche Repräsentationen in unserem Bewusstsein von aufgenommenen Wahrnehmungen. Ein produktives Wechselverhältnis herstellen zwischen Sprache und Text.

Close Viewing: Blick auf einen Eintrag Distant Viewing: Blick auf alle Einträge

Können wir da was draus lernen? Aus der Distant Viewing Darstellung?

Übersetzung eines Themas in Daten und die Übersetzung der Daten in Bilder. Wie soll das Interface aussehen am Ende: in Beschreibungen, Skizzen und Worten.

Ein Blick ist selten genug: Multiple Views Das Prinzip der Multiperspektivität.

Information-Seeking-Mantra: Ben Shneiderman (in frühesten Tagen sich bereits damit beschäftigt)

Overview first ein Orientierungswissen anbieten then zoom and filter das interessiert mich v1
Details on demand damit arbeite ich

Informationsvisualisierung will nicht (nur) hübsch sein, sondern Problemstellungen lösen.

Visuelle Repräsentationen können einerseits auf ein realistische Bild hinziehen (Dinge nachmodellieren), oder diagrammatisch (in einer anderen Sprache überführen, mit einer Syntax und einer Semantik; menschengemacht)

Scientific Visualization und Information Visualization

A Tour through the Visualization Zoo (Jeffrey Heer, Michael Bostock et. al. 2010)

Visualization are also interesting for non-expert users. Because while they are interacting with them, their pattern-mind is learning. Even though they don't know the numbers behind that. [Valdis Krebs, 2011]

Papers:

Choreographien der Existenz: Zur multimodalen Erweiterung biographischer Forschung und Lehre durch Verfahren der visuellen Analyse und Synthese

Visualization of Cultural Heritage Collection Data: State of the Art and Future Challenges

Paper: Distributed Cognition as a Theoretical Framework for Information Visualization

“The purpose of information visualization is to amplify cognitive performance, not just to create interesting pictures.”

“Information visualization should do for the mind what automobiles do for the feed. [Card et. al 2008, p.539]

Es ist die Rede von einer Synergie zwischen Kognition und Computer.

Wo sind die Grenzen und Herausforderungen der menschlichen Aufnahmefähigkeit. Things far away, in the past, in the future, very large - very small.

Komplexität: viele Elemente, unterschiedlicher Art haben viele Relationen multidimensional , multivariable und kann auch noch dynamisch sein. Überall brauchen wir Visualisierung nicht, sondern nur da, wo die Komplexität größer ist. Definition des Begriffes der Komplexität, aus der Komplexitätsforschung.

Historische Rechnungsbücher = das Ganze Elemente: Transaktionen Transfer Akteure Güter, Dienstleistungen, als Wirtschaftsgüter Geldbeträge Preise und Steuern Datum

Beziehungen: Von nach Wieviel, Währung, Maßeinheit

Für die Informationsvisualisierung ist es wichtig zuerst ein konzeptuelles Modell zu entwickeln und durchdenken, um daraus die Anwendungsszenarien ableiten zu können.

SciVis - InfoVis

Wenn die räumliche Einordnung gegeben ist, wenn die räumliche Darstellung erst geschaffen wird.

Auch ein Fotoapparat macht SciVis

Worlds, not stories, paper [Moritz Stefaner]

Informationsvisualisierung ist die Welt nur mit anderen Regeln repräsentiert, um abstrakte Daten sichtbar zu machen.

Microsoft timelinestoryteller

Alle Einträge-Datum + Legende = alle Personen.

Treemap

Inspiziert durch tree diagram: also folder mit underfolder;

Es gibt Mengen. Die sind Rechtecke, und je größer die Menge, desto größer die Rechtecke. Und alle darin befindlichen Untermengen (Säugetiere -> Hund, -> Katze) sind im Rechteck und zeigen, wie viel Platz sie innerhalb der übermenge einnehmen.

Hierarchien, Vergleich, Teil eines Ganzen

Rechnungsbuch: Alle Einträge und die Wirtschaftsgüter in einer Hierarchie:

Alle Lebensmittel, darin sind die Erdäpfel, mais Alle Textilien Produkte: Kleidung Alle Dienstleistungen - Arbeit,

Graphs, Maps, Trees: Franco Moretti

5.3.1 Statistische Auswertung

6 Textfragmente

Das *Data for History Consortium*¹¹⁸ geht einen vergleichbaren Weg und versucht ein gemeinsames Set an Methoden im *Web of Data* zu entwickeln, um Daten in den Geschichtswissenschaften zu modellieren, verknüpfen und auszutauschen.

hehe¹¹⁹ huhu¹²⁰

Kapitel in dem digitale Edition, TEI und How to Bookkeep behandelt wird. Und die Besonderheiten editorische Arbeit mit Rechnungsbüchern.

TOMASEK und BAUMAN beschreiben ein Modell eines interpretativen Markups, um Beziehungen zwischen Individuen, Geld- Güter- und Dienstleistungstransfer, die Doppeleintrag-Buchhaltung umfassenm auszuzeichnen. Die Auszeichnung basiert auf den ausdrucksstarken Richtlinien der TEI.^{121 122}

7 Zusammenfassung

¹¹⁸BERETTA, Francesco/BRUSEKER, George: The dataforhistory. org project: a proposal. In Workshop on the creation of an international Data for History consortium. 2017.

¹¹⁹Vgl. SAHLE: Digitale Editionsformen: Textbegriffe und Recodierung.

¹²⁰Vgl JANNIDIS/KOHLE/REHBEIN: Digital humanities: eine Einführung, S.234-252.

¹²¹Vgl. TOMASEK/BAUMAN: Journal of the Text Encoding Initiative 2013, S.1-2, <http://journals.openedition.org/jtei/895>, 08.03.2018.

¹²²KOBLER: Qualität von Prozessmodellen: Kennzahlen zur analytischen Qualitätssicherung bei der Prozessmodellierung, S.41-44.

Literatur

- ALEXANDER, Bryan/DAVIS, Rebecca Frost:** Should liberal arts campuses do digital humanities? Process and products in the small college world. *Debates in the digital humanities*, 2012, 368–389
- ANDORFER, Peter:** Forschungsdaten in den (digitalen) Geisteswissenschaften. Versuch einer Konkretisierung.(DARIAH-DE Working Papers 14). Göttingen: DARIAH-DE. Verfügbar unter urn: nbn: de: gbv, 2015 [〈URL: http://webdoc.sub.gwdg.de/pub/mon/dariah-de/dwp-2015-14.pdf〉](http://webdoc.sub.gwdg.de/pub/mon/dariah-de/dwp-2015-14.pdf)
- BAUER, Florian/KALTENBÖCK, Martin:** Linked open data: The essentials. Edition mono/monochrom 2011
- BERETTA, Francesco/BRUSEKER, George:** The dataforhistory. org project: a proposal. In Workshop on the creation of an international Data for History consortium. 2017
- BERNERS-LEE, Tim/FIELDING, Roy/MASINTER, Larry:** Uniform resource identifier (URI): Generic syntax. 2004 – Technischer Bericht [〈URL: http://www.rfc-editor.org/info/rfc3986〉](http://www.rfc-editor.org/info/rfc3986)
- BERNERS-LEE, Tim/HENDLER, James/LASSILA, Ora:** The semantic web. *Scientific American*, 284 2001, Nr. 5, 34–43
- BERNSTEIN, Abraham/HENDLER, James/NOY, Natalya:** A New Look at the Semantic Web. *Commun. ACM*, 59 2016, Nr. 9, 35–37 [〈URL: http://doi.acm.org/10.1145/2890489〉](http://doi.acm.org/10.1145/2890489)
- BORST, Willem Nico:** Construction of engineering ontologies for knowledge sharing and reuse. 1997
- BRICKLEY, Dan/GUHA, Ramanathan V/MCBRIDE, Brian:** RDF Schema 1.1. W3C recommendation, 25 2014, 2004–2014
- BURDICK, Anne et al.:** *Digital_Humanities*. Mit Press, 2012
- CLARK, George Faber:** A History of the Town of Norton, Bristol County, Massachusetts, from 1669-1859. Crosby, Nichols, and Company, and author at Norton, 1859
- CLIFFORD, Anderson et al.:** MEDEA (Modeling semantically Enhanced Digital Edition of Accounts) as Historical Method. 2016
- COLE, George S:** A complete Dictionary of Dry Goods and History of Silk, Linen, Wool and other Fibrous Substances. 1892. 2015

- CUMMINGS, James:** The text encoding initiative and the study of literature. A Companion to Digital Literary Studies 2013
- DEMANDT, Alexander:** Philosophie der Geschichte von der Antike zur Gegenwart. 2011
- DENTLER, Kathrin et al.:** Comparison of reasoners for large ontologies in the OWL 2 EL profile. Semantic Web, 2 2011, Nr. 2, 71–87
- DUCHARME, Bob:** Learning SPARQL: querying and updating with SPARQL 1.1. Ö'Reilly Media, Inc.", 2013
- ENGEL, Phillip et al.:** Extensible Business Reporting Language (XBRL) 2.1. XBRL International 2003
- FAVRE-BULLE, Bernard:** Information und Zusammenhang: Informationsfluß in Prozessen der Wahrnehmung, des Denkens und der Kommunikation. Springer, 2001
- FRANK, Ingo:** Visualisierungswerkzeuge zur Erklärung historischer Ereignisse: geschichtstheoretische Anforderungsanalyse und zeichentheoretisches Rahmenwerk. INF-DH-2018 2018
- GLEBA, Gudrun/PETERSEN, Niels:** Wirtschafts-und Rechnungsbücher des Mittelalters und der Frühen Neuzeit-Formen und Methoden der Rechnungslegung: Städte, Klöster und Kaufleute. Universitätsverlag Göttingen, 2015
- GROUP, W3C SPARQL working et al.:** SPARQL 1.1 Overview. W3C Recommendation. W3C 2013
- GRUBER, Thomas:** A translation approach to portable ontology specifications. Knowledge acquisition, 5 1993, Nr. 2, 199–220
- HILTMANN, Torsten:** Forschungsdaten in der (digitalen) Geschichtswissenschaft. Warum sie wichtig sind und wir gemeinsame Standards brauchen. 2018 (URL: <https://digigw.hypotheses.org/2622>)
- HITZLER, Pascal et al.:** Semantic Web: Grundlagen. Springer-Verlag, 2007
- HOEKSTRA, Rinke:** Ontology Representation Design Patterns and Ontologies that Make Sense. In Proceedings of the 2009 conference on Ontology Representation: Design Patterns and Ontologies that Make Sense. Ios Press 2009, 1–236
- JANNIDIS, Fotis/KOHLE, Hubertus/REHBEIN, Malte:** Digital humanities: eine Einführung. Springer-Verlag, 2017
- JARAUSCH, Konrad Hugo/ARMINGER, Gerhard/THALLER, Manfred:** Quantitative Methoden in der Geschichtswissenschaft. Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 1985

- JOOST BREUKER, Pompeu CASANOVAS/KLEIN, MC/FRANCESCONI, Enrico:** The flood, the channels and the dykes: Managing legal information in a globalized and digital world. Law, Ontologies and the Semantic Web: Channelling the Legal Information Flood, 188 2009, 3
- KELLY, Richard:** Practical knowledge engineering. Elsevier, 2016
- KINDLING, Maxi et al.:** Forschungsdatenmanagement an Hochschulen: Das Beispiel der Humboldt-Universität zu Berlin. LIBREAS. Library Ideas, 2013, Nr. 23 (URL: <https://libreas.eu/ausgabe23/07kindling>)
- KIRN, Paul:** Einführung in die Geschichtswissenschaft. Berlin, Boston, 2015
- KOBLER, Maximilian:** Qualität von Prozessmodellen: Kennzahlen zur analytischen Qualitätssicherung bei der Prozessmodellierung. Logos Verlag Berlin GmbH, 2010
- LATOUR, Bruno:** Zirkulierende Referenz. Bodenstichproben aus dem Urwald am Amazonas. 2016
- LINCKELS, Serge/MEINEL, Christoph:** E-librarian service: user-friendly semantic search in digital libraries. Springer Science & Business Media, 2011
- MAGERSKI, Christine et al.:** Wie schreibt man Geschichte? Zagreber Germanistische Beiträge, 2009, Nr. 18, 3–19
- MANN, Golo:** Plädoyer für die historische Erzählung. In **Kocka, Jürgen/Nipperdey, Thomas (Hrsg.):** Theorie und Erzählung in der Geschichte. München, 1979, 40–56
- MEIXNER, Uwe:** Von der Wissenschaft der Ontologie. Logos (neue Folge), 1 1994, 375–399
- MUNZNER, Tamara:** Process and pitfalls in writing information visualization research papers. In Information visualization. Springer, 2008, 134–153
- MUSEN, Mark A:** The protégé project: a look back and a look forward. AI matters, 1 2015, Nr. 4, 4–12
- NEHER, Günther/RITSCHER, Bernd:** Semantische Vernetzung von Forschungsdaten. In **Stephan Büttner, Hans-Christoph Hobohm, Lars Müller (Hrsg.):** Handbuch Forschungsdatenmanagement. Band 6, 2011, 169–190
- OPGENOORTH, Ernst/SCHULZ, Günther:** Einführung in das Studium der Neueren Geschichte. Paderborn, München, Wien, Zürich, 2010
- PELLEGRINI, Tassilo/BLUMAUER, Andreas:** Semantic Web. Wege zur vernetzten Wissensgesellschaft. Berlin [ua] Springer 2006

- PIOTROWSKI, Michael:** Digital Humanities. Computational Linguistics, and Natural Language Processing. Lectures on Language Technology and History 2016
- POLLIN, Christopher:** Vom Suchen, Stöbern und Finden : Information Retrieval am Beispiel der Digitalen Sammlung des Hans Gross Kriminalmuseums. 2017
- POWERS, Shelley:** Practical RDF: solving problems with the resource description framework. Ö'Reilly Media, Inc.", 2003
- REICHE, Ruth/BECKER, Rainer/BENDER, Michael:** Verfahren der Digital Humanities in den Geistes-und Kulturwissenschaften. Niedersächsische Staats-und Universitätsbibliothek Göttingen, 2014
- REICHENBERGER, Klaus:** Grundlagen semantischer Netze. In Kompendium semantische Netze. Springer, 2010, 3–19
- ROBSON, Keith:** Accounting numbers as “inscription”: Action at a distance and the development of accounting. Accounting, Organizations and Society, 17 1992, Nr. 7, 685–708
- SAHLE, Patrick:** Digitale Editionsformen: Textbegriffe und Recodierung. Band 3, BoD–Books on Demand, 2013
- SCHMIEDER, Felicitas/SOKOLL, Thomas:** Theorien und Methoden der Geschichtswissenschaft.
- SCHREIBER, Guus/RAIMOND, Yves:** RDF 1.1 Primer. W3C working group note 2014
- STACHOWIAK, Herbert:** Allgemeine modelltheorie. 1973
- STUCKENSCHMIDT, Heiner:** Ontologien: Konzepte, Technologien und Anwendungen. Springer-Verlag, 2009
- SURE, York/STUDER, Rudi:** Methodology, tools & case studies for ontology based knowledge management. 2003
- SWARTZ, Aaron:** Aaron Swartz’s A Programmable Web: An Unfinished Work. Synthesis lectures on the semantic web: Theory and Technology, 3 2013, Nr. 2, 1–64
- THALLER, Manfred:** Historical Information Science: Is there such a Thing? New Comments on an old Idea [1993]. Historical Social Research/Historische Sozialforschung. Supplement, 2017, 260–286
- THALLER, Manfred:** The Need for Standards: Data Modelling and Exchange [1991]. Historical Social Research/Historische Sozialforschung. Supplement, 2017, 203–220

- THALLER, Manfred:** Ungefähre Exaktheit. Theoretische Grundlagen und praktische Möglichkeiten einer Formulierung historischer Quellen als Produkte ,unscharfer ‘Systeme [1984]. Historical Social Research/Historische Sozialforschung. Supplement, 2017, 138–159
- TOMASEK, Kathryn/BAUMAN, Syd:** Encoding financial records for historical research. Journal of the Text Encoding Initiative 2013, Nr. 6
- VOGELER, Georg:** Warum werden mittelalterliche und frühneuzeitliche Rechnungsbücher eigentlich nicht digital ediert? In **Baum, Constanze/Stäcker, Thomas (Hrsg.):** Grenzen und Möglichkeiten der Digital Humanities. 2015 ⟨URL: http://www.zfdg.de/sb001_007⟩
- VOGELER, Georg:** The ‘assertive edition’. International Journal of Digital Humanities, 2019, 1–14
- VOGELER, Georg et al.:** The Content of Accounts and Registers in their Digital Edition. XML/TEI, Spreadsheets, and Semantic Web Technologies. In **Sarnowsky, Jürgen (Hrsg.):** Konzeptionelle Überlegungen zur Edition von Rechnungen und Amtsbüchern des späten Mittelalters. Göttingen, 2016, 13–41
- VON BRANDT, Ahasver:** Werkzeug des Historikers: eine Einführung in die historischen Hilfswissenschaften. Band 33, W. Kohlhammer Verlag, 2007
- WELLER, Katrin:** Ontologien. In **Kuhlen, Rainer/Semar, Wolfgang/Strauch, Dietmar (Hrsg.):** Grundlagen der praktischen Information und Dokumentation: Handbuch zur Einführung in die Informationswissenschaft und -praxis. 6. Auflage. Berlin and Bosten, 2013, S.207–218
- WERSIG, Gernot:** Information-Kommunikation-Dokumentation. Band 5, Verlag Dokumentation, 1971
- WOLF, Willi:** Qualitative versus quantitative Forschung. Bilanz qualitativer Forschung, 1 1995, 309–329

Abbildungsverzeichnis

| | | |
|----|---|----|
| 1 | Nichteindeutigkeit nicht-formaler Modelle, KÖNIG Bettina : Vorlesung "Modellierungsmethoden der Informatik", http://www.ti.inf.uni-due.de/fileadmin/public/teaching/mod/slides/ws201112/einfuehrung.pdf , 10.06.2019 . | 14 |
| 2 | Signal, Daten, Information und Wissen. POLLIN Christopher: Vom Suchen, Stöbern und Finden : Information Retrieval am Beispiel der Digitalen Sammlung des Hans Gross Kriminalmuseums, Masterarbeit Graz, S.21 | 16 |
| 3 | Datenpyramide geisteswissenschaftlicher Forschungsdaten im institutionellen Kontext, ANDORFER, Peter: Forschungsdaten in den (digitalen) Geisteswissenschaften: Versuch einer Konkretisierung, 2015, S.14 | 17 |
| 4 | Portrait von Laban Morey Wheaton, Vgl. CLARK, George Faber: A History of the Town of Norton, Bristol County, Massachusetts, from 1669-1859. Crosby, Nichols, and Company, and author at Norton, 1859, S.497. | 22 |
| 5 | Seite 100 des <i>Daybook</i> , http://hdl.handle.net/11040/17982 , 1828-1859 | 25 |
| 6 | Visualisierung eines Graphen auf Basis eines RDF-Datensatz, https://www.w3.org/TR/rdf11-primer/ , 10.04.2019. | 27 |
| 7 | Semantic Web Stac | 28 |
| 8 | Visualisierung eines Graphen auf Basis eines RDF-Datensatz, https://www.w3.org/TR/rdf11-primer/ , 10.04.2019. | 29 |
| 9 | RDFs-Beispiel auf Basis des FOAF-Vokabulars, eigene Darstellung. | 32 |
| 10 | Graphische Darstellung des RDF, eigene Darstellung, 01.06.2019. | 42 |