Inhaltsverzeichnis

[1 Einleitung 2](#_Toc48836032)

[1.1 Vorbemerkungen 6](#_Toc48836033)

[1.1.1 Semantic Web: Konzept 6](#_Toc48836034)

[1.1.2 Terminologie 8](#_Toc48836035)

[2 Ausgangssituation 11](#_Toc48836036)

[2.1 Erschließung von Instrumentalbesetzungen – Beispiel: RISM 11](#_Toc48836037)

[2.2 Desiderat 15](#_Toc48836038)

[2.3 Anwendungsbeispiel 16](#_Toc48836039)

[3 Modellierung mit RDF 18](#_Toc48836040)

[3.1 Anwendungsmodellierung 18](#_Toc48836041)

[3.1.1 Ausführungen zum Modell 20](#_Toc48836042)

[3.1.2 „Domäne” 20](#_Toc48836043)

[3.1.3 Mapping 21](#_Toc48836044)

[3.1.4 Anreicherung 22](#_Toc48836045)

[3.2 Formalisierte Modellierung 24](#_Toc48836046)

[3.2.1 Entity Relationship Model 24](#_Toc48836047)

[3.2.2 Transformation mit RDF, RDFS und OWL 28](#_Toc48836048)

[3.2.2.1 Vorgehensweise 30](#_Toc48836049)

[3.2.3 Vokabular 31](#_Toc48836050)

[3.2.3.1 Bemerkungen zum Vokabular 31](#_Toc48836051)

[3.2.3.1.1 Namensraum und Benennung 31](#_Toc48836052)

[3.2.3.1.2 Instanzen (owl:namedIndividuals) und Klassen (owl:class, rdfs:subClassOf) 32](#_Toc48836053)

[3.2.3.1.3 Identifier 33](#_Toc48836054)

[3.2.3.1.4 Attribute und Properties 34](#_Toc48836055)

[3.2.3.1.5 Weitere Anmerkungen 34](#_Toc48836056)

[3.3 Spezifizierung von Relationen mit rdfs:range und rdfs:domain 34](#_Toc48836057)

[3.3.1 Vom Vokabular zur „Lightweight Ontology” 37](#_Toc48836058)

[4 Anbindung an- / Integration in das Semantic Web 38](#_Toc48836059)

[4.1 Vorüberlegungen 38](#_Toc48836060)

[4.1.1 Hintergrund 38](#_Toc48836061)

[4.1.2 Semantische Verknüpfungsmöglichkeiten mit dem Semantic Web 40](#_Toc48836062)

[4.1.2.1 1) Mapping 41](#_Toc48836063)

[4.1.2.2 2) Integration von bereits etablierten externen Konzepten 42](#_Toc48836064)

[4.1.3 Vorgehensweise 43](#_Toc48836065)

[4.1.3.1 Terminologische Kontrolle / Modellierung / Methodik 44](#_Toc48836066)

[4.2 Erfassung und Modellierung mit externen Vokabularen 46](#_Toc48836067)

[4.2.1 Interpret und Aufführung 46](#_Toc48836068)

[4.2.1.1 Interpret und Aufführung – Relation 47](#_Toc48836069)

[4.2.1.2 Personennormdaten 49](#_Toc48836070)

[4.2.1.3 Modellierung von Zusammenhängen zwischen Musikinstrumenten, Interpreten und Aufführungen 50](#_Toc48836071)

[4.2.2 Mapping und Klassifikation 52](#_Toc48836072)

[4.2.2.1 „Medium of Performance” 52](#_Toc48836073)

[4.2.2.2 Herausforderungen 54](#_Toc48836074)

[4.2.2.3 Mapping 55](#_Toc48836075)

[4.2.2.3.1 Szenario 1: Mapping über Klassifikation 56](#_Toc48836076)

[4.2.2.3.1.1 Klassifikation 57](#_Toc48836077)

[4.2.2.3.2 Szenario 2: direktes Mapping 57](#_Toc48836078)

[4.2.2.3.3 Erkenntnisse aus der Modellierung 61](#_Toc48836079)

[4.2.3 Klangbeispiel 61](#_Toc48836080)

[4.3 Erfassung des Komplexes „Stimmungen” 65](#_Toc48836081)

[4.3.1 Problemstellung 66](#_Toc48836082)

[4.3.2 Stimmton 67](#_Toc48836083)

[4.3.3 Stimmungssystem 67](#_Toc48836084)

[4.3.4 Stimmung 67](#_Toc48836085)

[4.3.5 Töne 69](#_Toc48836086)

[4.3.5.1 Ton als Abstraktum 70](#_Toc48836087)

[4.3.5.2 Ton als normativ fixiertes Zeichen 71](#_Toc48836088)

[4.3.5.2.1 Taxonomie 71](#_Toc48836089)

[4.3.5.2.2 Stimmton 72](#_Toc48836090)

[4.3.5.3 Ton als physikalisches Phänomen 72](#_Toc48836091)

[4.3.5.3.1 Modellierung Stimmhöhe / Referenzton 73](#_Toc48836092)

[4.3.5.4 Tonraum (Ambitus) 74](#_Toc48836093)

[4.3.5.5 Inferenzmöglichkeiten 75](#_Toc48836094)

[4.4 Technische Nachbereitung / The Rise of wumms: 76](#_Toc48836095)

[5 Schluss 77](#_Toc48836096)

[5.1 Anwendungssimulation 77](#_Toc48836097)

[5.1.1 Modellierung 77](#_Toc48836098)

[5.2 Fazit 80](#_Toc48836099)

# Einleitung

Ziel dieser Arbeit ist es, einen Ansatz für ein semantisches Framework zu entwickeln, das seine Anwender in die Lage versetzt, musikinstrumentenbezogene Ressourcen aus Einrichtungen unterschiedlicher Sparten des Kulturerbes zueinander in Beziehung zu setzen, miteinander zu verbinden und dabei zugleich – mittelbar – bereits vorhandenes Vokabular um wichtige Aspekte anzureichern.

Musikinstrumente sind schwer zu fassende Phänomene, deren „Wesen” situativ und je nach Blickwinkel[[1]](#footnote-1) sehr unterschiedlich – etwa materiell, immateriell, medial oder performativ – sich ergeben kann.[[2]](#footnote-2) Hinzu kommt, dass sie mit ihrem Bezugspunkt „Musik” (zumeist primär) in Abhängigkeit zu einem gleichermaßen immateriellen, hochgradig ambivalenten und damit für Kulturerbeinstitutionen ohnehin außerordentlich schwierig fassbaren Gegenstand stehen.[[3]](#footnote-3) Trotzdem spielen Musikinstrumente in verschiedenen solcher Einrichtungen eine Rolle – sei es als Museumsobjekt, als Besetzungsangabe einer Quelle, als Instrument in einer Aufnahme oder als Term in einem Vokabular etc.

Es liegt dabei auf der Hand, dass sich das Konzept „Musikinstrument” eingedenk seines eingangs beschriebenen, sparten- oder gar institutionsspezifischen Blickwinkels unterscheiden muss: Eine „Objekt-zentrierte Herangehensweise” wird womöglich ganz andere Aspekte jenes Konzepts hervorheben – etwa physische oder ereignisbezogene – als eine bibliographische. Und so mag es denn auch nicht verwundern, wenn konzeptuelle Modelle und Vokabulare verschiedener Kulturerbesparten – etwa Museen, Archive, Bibliotheken etc. – mitunter einigermaßen inkompatibel auseinanderklaffen.

Dabei bärge vor dem Hintergrund eines digitalisierten *GLAM*-Bereichs[[4]](#footnote-4) eine Vernetzung von Beständen, dessen Prämisse jene Kompatibilität bildet, bekanntlich einiges an Potential: So könnten etwa Bestandsmetadaten durch Kontextualisierung nach außen zusätzlich in Wert gesetzt werden, die Übernahme von Fremddaten zur Anreicherung eigener Datensätze erleichtert werden,[[5]](#footnote-5) neue – womöglich bestandsübergreifende – Suchmöglichkeiten und -Einstiege für den Nutzer geschaffen[[6]](#footnote-6) und Bestände virtuell zusammengeführt und sichtbarer werden.[[7]](#footnote-7) Für Forscher, etwa Editionswissenschaftler oder Digital Humanists, ergibt sich neben der Nutzung und Auswertung von hochwertigen Metadaten die Möglichkeit, eigene Forschungsdaten in diesem Austausch beizutragen. Die Aktualität und Relevanz dieses Anliegens im geisteswissenschaftlichen Bereich offenbart sich dabei etwa darin, dass mit den Projekten GND4C[[8]](#footnote-8) sowie im NFDI4Culture-Konsortium (insb. „Task Area 2”)[[9]](#footnote-9) gleich zwei Projekte von nationaler Größenordnung die Vernetzung und Standardisierung im Kulturerbebereich angehen.

Ein weiteres zentrales Problem im Zusammenhang mit musikalischen Quellen besteht zudem darin, dass vorhandene, meist generische Vokabulare im Bereich der Musikinstrumente mithin starke Defizite (Konsistenz, Detailtiefe, Präzision) aufweisen. Eine Möglichkeit diese – möglichst einfach – um wichtige Konzepte zu ergänzen, erscheint daher ebenfalls außerordentlich fruchtbar. Der praktische Nutzen einer solchen Möglichkeit wurde im Vorfeld dieser Arbeit in zahlreichen persönlichen Gesprächen mit Vertretern verschiedener Sparten sowie Forschenden immer wieder aufs Neue verifiziert. Dabei wurde deutlich, dass sich so manche kleinere Institution und Forschung oftmals vor die Herausforderung gestellt findet, dass sie oftmals durchaus spezielle Bedürfnisse bei Erschließung oder Publikation ihrer Forschung besitzen – die Teilhabe an der Entwicklung von Standardvokabular ihnen jedoch verwehrt ist. Für diese ist es wichtig, Möglichkeiten zu finden, diese Teilhabe dennoch niederschwellig zu ermöglichen.

So ergeben sich zwei übergeordnete Anliegen für diese Arbeit:

1. die Möglichkeit einer Vernetzung von musikinstrumentenbezogenen Daten verschiedener Sparten zu erproben.
2. auszuloten, in wie weit eine Nachnutzung vorhandener Vokabulare möglich ist und dabei zu erörtern, an welchen Stellen noch Defizite bestehen.

Technisch gesehen versprechen die sog. „Semantic Web-Technologien”[[10]](#footnote-10) eine Handhabe, um diese Anliegen zu verwirklichen. Dank des ihnen zugrundeliegenden *RDF*-Modells (*Research Description Framework*) ist es bei Nutzung verschiedener bereits etablierter Technologien des Internets möglich, im Netz gespeicherte Daten in semantische Beziehungen zueinander zu setzen und dabei interoperabel und maschinenlesbar zu machen. Aus der Gesamtheit der an dieses semantische Netz angeschlossenen Daten, dem *Linked Data Cloud*, lässt sich so ein eigenes anwendungsbezogenes Schema, ein sog. *Metadatenprofil*[[11]](#footnote-11) erzeugen, das imstande ist, als Schema für Vernetzung und Anreicherung musikinstrumentenbezogener Metadaten herzuhalten. Dieses könnte dabei als gedankliche Vorarbeit für eine anschließende Weiterentwicklung und Ausarbeitung durch eine Fachcommunity fungieren. Dank der semantischen und technischen Offenheit des sog. *Semantic Web* ist dabei terminologische Anschlussfähigkeit und die Darstellung sehr spezifischer Sachverhalte möglich.

\*\*\*

In methodischer Hinsicht ist die Entwicklung eines solchen Profils jedoch mit einigen Herausforderungen verbunden:

Nach RDF[[12]](#footnote-12) strukturierte Vokabulare liegen gewöhnlich „als Endprodukt” vor – Rückschlüsse auf die Modalitäten ihrer Genese (und somit methodische Ansätze für die Entwicklung eigener) bleiben dem Betrachter in der Regel somit verwehrt. Zudem ist der Vorgang der Modellierung stark prozessual und mitunter zirkulär geprägt, was das Gießen dieses Prozesses in die chronologische Form wissenschaftlicher Stringenz in Form einer schriftlichen wissenschaftlichen Fixierung sehr erschwert. (Da nicht jede Iteration dieser Genese umfassend im Rahmen der verschriftlichten Variante dieser Arbeit nachgezeichnet werden kann, wurde im *GitHub*-Repositorium dieser Arbeit[[13]](#footnote-13) jeder Schritt dokumentiert und offen nachvollziehbar gemacht.)

Eine zusätzliche Herausforderung liegt in den auszuwertenden Quellen selbst begründet: Die Quellen, aus deren Termen sich das Metadatenprofil zusammensetzen könnte, umfasst potentiell die Gesamtheit der im Semantic Web enthaltenen. Eine philologische Auswertung ist somit ausgeschlossen, und es werden im Laufe der Arbeit alternative heuristische Lösungen zu finden sein. Umso schwerer wiegt es da, dass es an einführender Literatur, die imstande wäre – insbesondere Nicht-Informatikern –, einen Kompass im Prozess des Modellierens und Publizierens von Linked Data an die Hand zu geben, mangelt.[[14]](#footnote-14)

Diese besonderen Rahmenbedingungen machen es erforderlich, dass sich die Arbeit in großen Teilen deduktiv vorantastet, wobei die Methodik anlassbezogen anhand der in der Praxis vorgefundenen jeweiligen Problemstellung zu entwickeln sein wird.

Eine weitere methodische Besonderheit, die gewissermaßen bereits im Wesen des *Semantic Webs* begründet liegt, ergibt sich aus der ihm eigenen sonderbaren Verschmolzenheit von Konzepten intellektueller Wissensrepräsentation und der technischen Umstände ihrer digitalen Manifestation, was eine losgelöste Betrachtung eines einzelnen dieser beiden Bestandteile nachgerade unmöglich macht. Dennoch erscheint es angesichts des hier behandelten konkreten Anwendungsfalls sinnvoll, im Folgenden einen gewissen inhaltlichen Schwerpunkt auf die intellektuelle Modellierung zu legen und technische Belange, wo immer möglich, auszuklammern.

Metadatenstandards entstehen etwa als wandelbare Ergebnisse langwieriger diskursiver, Community-getriebener Prozesse.[[15]](#footnote-15) Der Sinn dieser Arbeit liegt daher insbesondere darin, einige Vorüberlegungen für eine potentielle anschließende Entwicklung eines ausdrucksstärkeren Vokabulars vorwegzunehmen, dabei gangbare methodische Wege zu kartieren und zuletzt einige – wenige – konkrete inhaltliche musikwissenschaftliche Vorarbeiten vorauszuschicken – welche insbesondere aber zur Illustration und zu Verifikationszwecken für die Stimmigkeit des Arbeitsansatzes bestimmt sind.

[konkreter: anhand einem Beispiel – ! etc.]

\*\*\*

## Vorbemerkungen

### Semantic Web: Konzept

Eine erschöpfende Einführung in die paradoxerweise teils nachgerade banalen wie zugleich hermetisch komplexen Konzepte und Technologien des *Semantic Web* kann an dieser Stelle nicht erfolgen, sondern sie darf sich vielmehr auf einige für das Verständnis der folgenden Arbeit wesentliche Punkte beschränken.

Das *W3C* erklärt die Grundidee des *Semantic Webs* folgendermaßen: „The Semantic Web provides a common framework that allows data to be shared and reused across application, enterprise, and community boundaries.”[[16]](#footnote-16) Dabei wird das Grundprinzip des Internet – verschiedene mittels *HTML*-Links miteinander *vernetzter* Seiten –, dem *Web of Documents*[[17]](#footnote-17), auf den Inhalt dieser Seiten übertragen und erweitert. Leider ist das *Web of Documents* lediglich ein „[…] set of interlinked documents with heterogeneous syntax and semantics and uncontrolled content[…]”:[[18]](#footnote-18) dessen Inhalt ist also leider nicht einheitlich und somit nicht interoperabel.[[19]](#footnote-19) Im *Web of Data*[[20]](#footnote-20) hingegen können auch die Inhalte einer Seite (also „Data” innerhalb eines „Documents”) dank einer standardiserten „Syntax”, dem in #kapitel bereits erwähnten sog. *Ressource Description Framework* (RDF),[[21]](#footnote-21) in vielfältige Beziehung zum Inhalt anderer Seiten gesetzt und mit passenden Informationen wiederum innerhalb dieser verlinkt werden. Durch die Charakterisierung der Beziehungen dieser Daten zueinander ergeben sich so mithilfe von RDF Aussagen, sog. „Tripel”, mit semantischem Gehalt in der Form

*Subjekt* - *Prädikat* - *Objekt*.[[22]](#footnote-22)

Die vormals auf die recht banale Beziehung

*Seite A* - *verlinkt auf* - *Seite B*

beschränkte Aussagekraft von HTML wird um komplexe Aussagemöglichkeiten erweitert, die kreuz und quer durch das Netz Aussagen jeder Art über „Dinge” jeder Art zu treffen imstande sind. Dabei können die Bestandteile dieser Aussagen sowohl Subjekt oder Objekt neuer Aussagen werden. Dank der Verwendung von RDF und bereits etablierter Webinfrastruktur und -Standards sind Semantic Web-konform strukturierte und publizierte Daten als *Linked Data* maschinenlesbar und interoperabel und können in beliebige Beziehungen gesetzt werden.

### Terminologie

Im Kontext des Semantic Web begegnet eine Vielzahl sehr ambiger Begriffe, die zugleich außerordentlich inkonsistent Verwendung finden. Wenngleich an dieser Stelle für einige ausführlicheren terminologischen Untersuchungen auf Heiner Stuckenschmidt[[23]](#footnote-23) verwiesen werden kann, ist es dennoch sinnvoll, nochmals kurz auf einige der in dieser Arbeit verwendeten Begriffe einzugehen.

* Der syntaktische Kontext der Elemente *Subjekt*, *Prädikat*, *Objekt* ergibt einen gerichteten Graphen. Der Oberbegriff für die einzelnen, nun kontextuell losgelöst gedachten Elemente lautet in dieser Arbeit gemäß Stuckenschmidt *Konzepte*.[[24]](#footnote-24)
* Die „Kanten” des Graphen, die also je nach Kontext *Subjekt* oder *Objekt* sein können, heißen im Folgenden *Entitäten*, wobei diese *Entitäten* sowohl „Dinge”, als auch „Mengen von Dingen” sein können.[[25]](#footnote-25)
* Etwas weniger einheitlich wird mit dem Element *Prädikat* verfahren: er wird, je nach Kontext, als *Property* oder *Relation* bezeichnet.
* Kaum ein anderer Begriff ist in derartige Ambivalenz gehüllt, wie der Begriff „Ontologie”,[[26]](#footnote-26) sodass eine Definition für diese Arbeit höchstens näherungsweise – übrigens auch in der Fachliteratur gelebte Praxis –[[27]](#footnote-27) erfolgen kann. Über das Begriffspaar *Ontologie* und *Vokabular* schreibt das *W3C* (*World Wide Web Consortium*): „[…] ontologies and vocabularies within the Semantic Web can be regarded as synonymous, although ontologies may denote more complex conceptualisations (W3C, 2015).”[[28]](#footnote-28) Diese Arbeit verfährt etwas anders, indem sie diese prinzipielle Synonymität aufhebt und die Begriffe anhand Funktion und Struktur qualitativ unterscheidet: Demnach handelt es sich beim Begriff *Vokabular* um „[…]die Verzeichnung aller (allgemeinen oder fachspezifischen) Benennungen zur Nutzung als Wissensordnung […].”[[29]](#footnote-29) Ihre Funktion besteht im Augenblick ihrer Nutzung darin, kontrolliertes Vokabular vorzuhalten. Für diese spezielle Nutzung kann nach Auffassung dieser Arbeit eine Ontologie mitunter ebenfalls verwendet werden. Als Charakteristika von Ontologien gegenüber anderen Systemen der Wissensorganisation werden in dieser Arbeit vor allem die folgenden Aspekte aufgefasst:
  + formalisierte Sprachlichkeit und Maschinenlesbarkeit[[30]](#footnote-30) bzw. die Möglichkeit automatisches Schlussfolgern („Reasoning”) zu vollziehen.[[31]](#footnote-31)
  + Vieldimensionalität und inhärente größtmögliche Flexibilität als Ordnungssystem in Bezug auf Beziehungsmöglichkeiten[[32]](#footnote-32)
  + ein hohes Maß an Komplexität (das etwa durch die Existenz einer „light“-Variante, der sog. *lightweight ontology* nahegelegt wird (s. #kapitel))
* Die Bezeichnung *Metadatenprofil* (auch „Anwendungsprofil”, „Applikationsprofil”) impliziert – ähnlich wie im Falle von „Vokabular” – insbesondere eine funktionale Qualität für eine bestimmte Anwendung. Es handelt sich beim *Metadatenprofil* um ein Metadatenschema,[[33]](#footnote-33) in dem typischerweise Elemente von bereits exisitierenden Modellen und Standards kombiniert und so ein für einen bestimmten Anwendungsfall optimiertes Metadatenschema geschaffen wird.[[34]](#footnote-34) Da in dieser Arbeit bei Bedarf darüber hinaus auch eigene Terminologie zu schaffen sein wird, weist das hier entwickelte Metadatenprofil auch Eigenschaften eines Vokabulars auf.

# Ausgangssituation

## Erschließung von Instrumentalbesetzungen – Beispiel: RISM

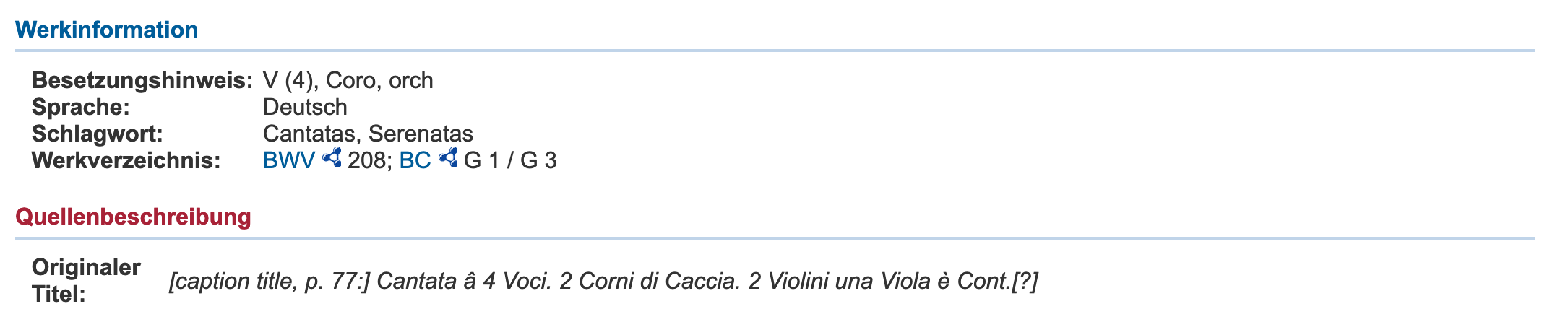
**in krit. Bericht bwv208 gucken, ob da etwas zur Instrumentationsproblematik steht**

Grundlage für das Entwickeln des Metadatenprofils ist die Kenntnis der Möglichkeiten und Grenzen der derzeitig üblichen Erschließungspraxis. Im Folgenden soll nun exemplarisch die derzeitige Situation bei der Erschließung von Quellen mit musikinstrumentenbezogenen Metadaten untersucht und anhand dieser Untersuchung zu einer Problemstellung gefunden werden. Die Kenntnis dieser Problemstellung bildet wiederum die Grundlage für das Entwickeln denkbarer Lösungsansätze.

Als Grundlage für diesen Prozess wird Bachs sog. *Jagdkantate* BWV 208 als Beispiel dienen, wobei die Demonstration grundsätzlicher ontologischer Zusammenhänge eine induktive Übertragung des in der Arbeit entwickelten Modells als grundsätzlich zulässig erscheinen lässt.

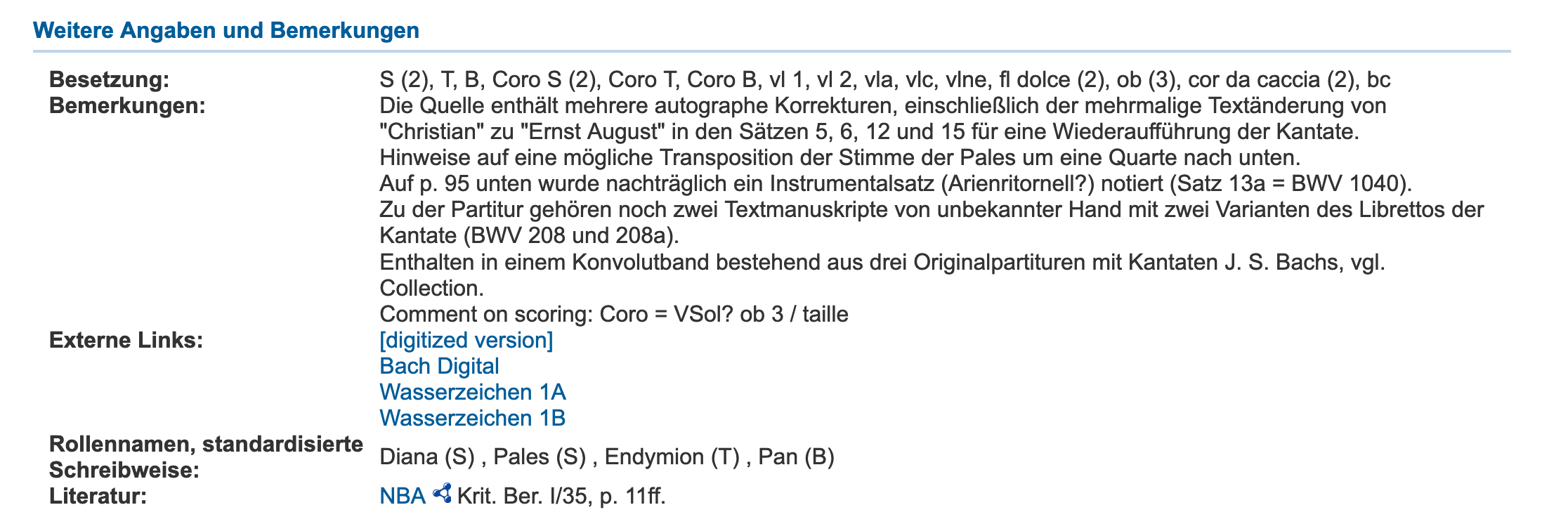
Die Untersuchung wählt dabei eine Datensatz von *RISM* (*Répertoire International des Sources Musicales*) – „[…] ein länderübergreifendes, gemeinnützig orientiertes Unternehmen mit dem Ziel, die weltweit überlieferten Quellen zur Musik umfassend zu dokumentieren”[[35]](#footnote-35) – als ihren Ausgangspunkt. Diese Wahl erscheint naheliegend, stellt *RISM* doch für die Musikwissenschaft das wichtigste Nachweissystem von historischem musikalischem Quellenmaterial (insb. bis etwa 1850) dar.

Es finden sich in diesem Datensatz[[36]](#footnote-36) an drei Stellen Informationen zur Besetzung: Zum einen unter „Quellenbeschreibung / Originaler Titel” (MARC-Feld #245$a (Title))[[37]](#footnote-37) der String „Cantata â 4 Voci. 2 Corni di Caccia. 2 Violini una Viola è Cont.[?]”. Hinzu kommt ein sehr allgemeiner Besetzungshinweis, der hier aber ausgeklammert werden kann.



Besetzung1[[38]](#footnote-38)

Zum anderen unter „Weitere Angaben und Bemerkungen” im Unterfeld „Besetzung” (MARC-Feld #594$a (freies Feld))[[39]](#footnote-39).



Besetzung2

Bei diesen Bezeichnungen handelt es sich um ein kontrolliertes Vokabular.[[40]](#footnote-40) Mehreres fällt an dieser Stelle auf:

1. Die Bezeichnungen der Instrumente in Originaltitel und im Feld „Besetzung” weichen voneinander ab (etwa „Corn[o] da Caccia” vs. “cor da caccia”).
2. Die Besetzungsangaben in den MARC/XML- bzw. RDF/XML-Dateien ist als String nicht „maschinenverstehbar”.[[41]](#footnote-41)
3. Auch auf der Benutzeroberfläche sind die (teils kryptischen) Abkürzungen nicht mit einem Vokabular oder einer disambiguierenden Seite verlinkt.
4. Die Bezeichnung *cor da caccia*[[42]](#footnote-42) ist ungebräuchlich und somit als normierter Term – zumal ohne Disambiguierung – wenig geeignet.

Die Vieldeutigkeit des Terms *cor da caccia* lässt sich dabei auch durch eine Internetrecherche nicht einfach lösen: Die Google-Suche[[43]](#footnote-43) ergibt neben Treffer zum *Corno da caccia* vor allem Treffer zu Oboen-Instrumenten wie der *Oboe da Caccia*, dem *Englischhorn* oder zu einem modernen trompetenartigen *Corno da Caccia* mit Ventilen.[[44]](#footnote-44)

Tatsächlich handelt es sich bei der Frage um die Verwendung von Blechblasinstrumenten in der Musik Bachs um auch in der Musikwissenschaft umstrittene Fragestellungen.[[45]](#footnote-45) Doch lassen sich durch Konsultation des autographen Quellenmaterials[[46]](#footnote-46) durchaus gewisse verbindliche Aussagen treffen:

Ein Bild, das Text enthält.

Automatisch generierte Beschreibung*[PD1.0](medien\_Kap2/20*

* Die Instrumente sind in F gestimmt – das in F-notierte „eingestrichene *c”* (*c’*) entspricht, dies wird im Bezug zum Basso Continuo deutlich, dem klingenden „kleinen *f”* (*f*).
* Es handelt sich aufgrund der stereotypen Stimmführung zwischen den Instrumenten keineswegs um oboenartige Instrumente, sondern um Blechblasinstrumente.
* Angesichts der Lage und der Stellung der Naturtöne lässt sich eine Aussage zu Länge des Instuments und spielbarem Ambitus treffen – der trompetenartige Typ des *Corno da caccia* scheidet aus.
* Eingedenk der raumzeitlichen Dimension in der das Stück entstanden ist, ließen sich Verbindungen zu änhlichen erhaltenen Instrumenten herstellen.

Gleichwohl eine solche Erschließungstiefe nicht notwendigerweise bei der bibliothekarischen Katalogisierung vorausgesetzt werden kann, [aber die könnten bspw. von der Erschließung im Rahmen Edition oder dgl. profitieren – Datenübernahme] handelt es sich bei diesen Schlüssen doch um wesentliche Informationen, die eine Disambiguierung – eigentlich Sinn und Zweck eines kontrollierten Vokabulars – in diesem Fall überhaupt erst ermöglichen. Doch auch eine alternative Benennung als „Corno da Caccia”[[47]](#footnote-47) würde wenig zur eigentlichen Begriffsbestimmung beitragen können. Es wird deutlich, dass die semantische Eindeutigkeit der hier untersuchten Entität – wie auch immer sie benannt sein mag – sich letztlich vor allem durch ihre Eigenschaften (Stimmung, Lage etc.) und ihrer Beziehungen zu anderen Entitäten (etwa dem historischen Instrumententyp, der sich in einem Objekt manifestieren könnte) ergibt. Erst mit diesen versehen, hat der Term *cor da caccia* – und das trotz der Uneindeutigkeit seiner Bezeichnung – eine aussagekräftige Bedeutung.

Zugleich existieren weitere Informationen, deren Abbildung im Digitalisat für den Nutzer zwar relevant sein könnten, sich aber mit den etablierten herkömmlichen Mitteln der Erschließung nicht nachbilden ließen.

## Desiderat

Mit Blick auf die am Beispiel des RISM-Datensatzes identifizierten Mängel und Chancen lassen sich mehrere Schlüsse ziehen:

1. Es liegt auf der Hand, dass das verwendete Vokabular nicht ideal ist. Abgesehen von der offenbarten Unschärfe ist das Vokabular nicht öffentlich einsehbar – terminologische Kontrolle somit nicht nachvollziehbar. Um ein alternatives Vokabular zu verwenden, wäre eine philologische Auswertung verfügbarer Klassifikationen und Taxonomien bzw. entsprechender Crosskonkordanzen hinsichtlich ihrer Präzision und Anwendbarkeit erfolgsversprechend.[[48]](#footnote-48)
2. Es sind noch eine Vielzahl weiterer – wie gezeigt wurde: durchaus signifikanter – Aussagen zum verwendeten Instrumentarium sinnvoll.
3. Leider mangelt es an etabliertem, geschweige denn maschinenlesbarem Vokabular, solcherlei Aussagen in eindeutiger Weise treffen zu können.
4. Eine spartenübergreifende Verlinkung – etwa zu einem Beispielobjekt – ist derzeit nicht möglich.

Somit birgt das zumindest augenscheinliche Fehlen von Ausdrucksfähigkeit in Bezug auf bestimmende Eigenschaften von Musikinstrumenten und deren Vernetzung enormes Potential und bildet mangels entsprechender Vorarbeiten ein wichtiges Desiderat.

Bereits im vorhergehenden Kapitel waren dabei einige Eigenschaften benannt worden, die als bestimmende Eigenschaften des *cor da caccia* (und zwar jenes Typs, der in BWV 208 Verwendung finden sollte) identifiziert wurden. Dies waren etwa[[49]](#footnote-49):

* Stimmung[[50]](#footnote-50)
  + sowohl Pedalton[[51]](#footnote-51)
  + als auch Stimmhöhe[[52]](#footnote-52)
  + als auch Temperatur[[53]](#footnote-53)
* Instrumententyp (also etwa als Mapping zu einer Hornbostel und Sachs-Klassifikation: **xxxxx**[[54]](#footnote-54))
* Ambitus[[55]](#footnote-55)
* historische Äquivalente, oder, falls bekannt, Objekt

Darüber hinaus wären – je nach Verwendungskontext – weitere Eigenschaften denkbar, wie:

* Verwendung in BWV 208
* Interpret
* etc.

Die kontrollierte, maschinenlesbare Darstellbarkeit dieser Eigenschaften in Bezug zu einer ohne sie allzu undifferenzierten und unspezifischen Entität *cor da caccia* wird es sein, die als Indikator für ein Gelingen des Ziels dieser Arbeit auf praktischer Ebene fungiert. Zugleich trägt die gemeinsame Anwendung von Aspekten aus unterschiedlichen Domänen, wie sie oben abgebildet sind[[56]](#footnote-56), eine implizite vorläufige Aussage zur Vernetzbarkeit und den Chancen, die diese birgt, in sich.

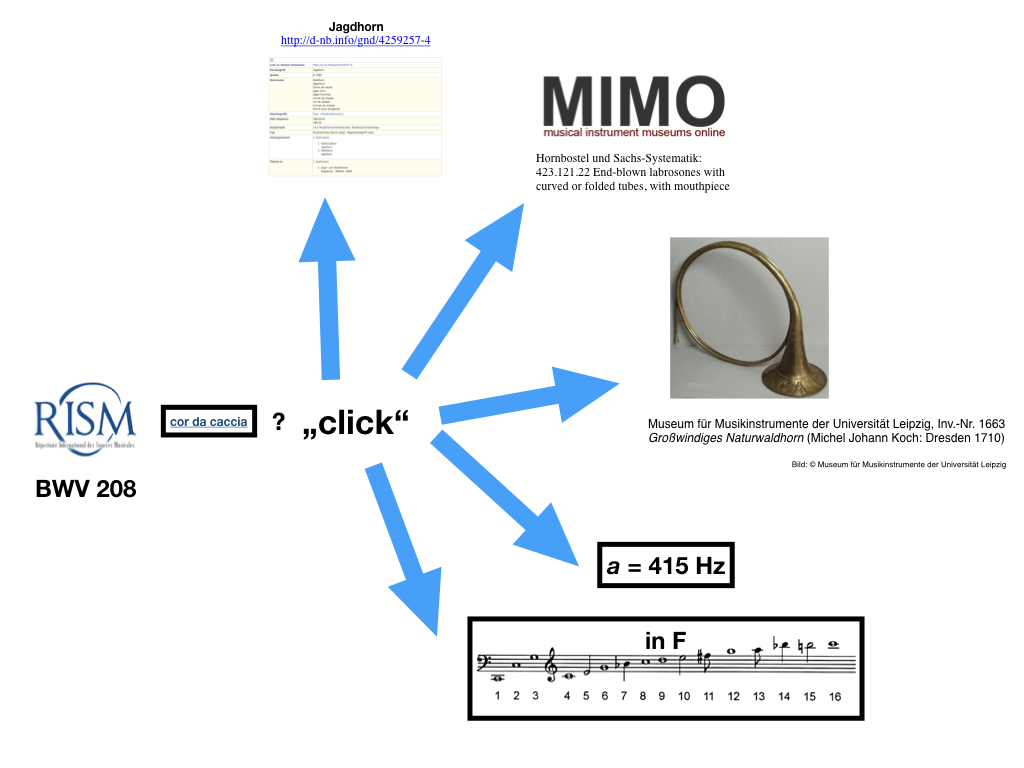
## 

## Anwendungsbeispiel

\*\*hier eigene Naturtonreihe einfügen!

\*\*Leute + Aufnahme +

Als einfaches „Domänenmodell”[^mb8659] am Beispiel des RISM-Datensatzes exemplifiziert (wobei auch jede andere Datenbank gleichermaßen gut herhalten könnte) wäre etwa das folgende Szenario denkbar: Entweder innerhalb des Datensatzes eingeblendet, oder als Verlinkung aus dem String *cor da caccia* (mit oder ohne den beschriebenen zusätzlichen Informationen) heraus ließe sich die Kombination geeigneter Eigenschaften aufrufen. Möglich wären weitere Verlinkungen etwa zu ähnlichen Sammlungsobjekten, zu disambiguierenden Normdaten oder zu weiteren nützlichen Informationen. Umgekehrt erzielte eine Suche mit einer entsprechenden Kombination indizierter Terme – etwa über die RISM SPARQL-Schnittstelle – zumindest den erwähnten Datensatz als Treffer. Eine wesentlich differenziertere und vielfältigere Suche über Spartengrenzen hinweg wäre somit ermöglicht. Zugleich böten auch Ressourcen aus Einrichtungen anderer Sparten Zugangspunkte, die ihrerseits wiederum – etwa ausgehend von einem Museumsobjekt – aufeinander und auf die Bestände von *RISM* zeigte und zueinander in semantische Beziehung setzte.

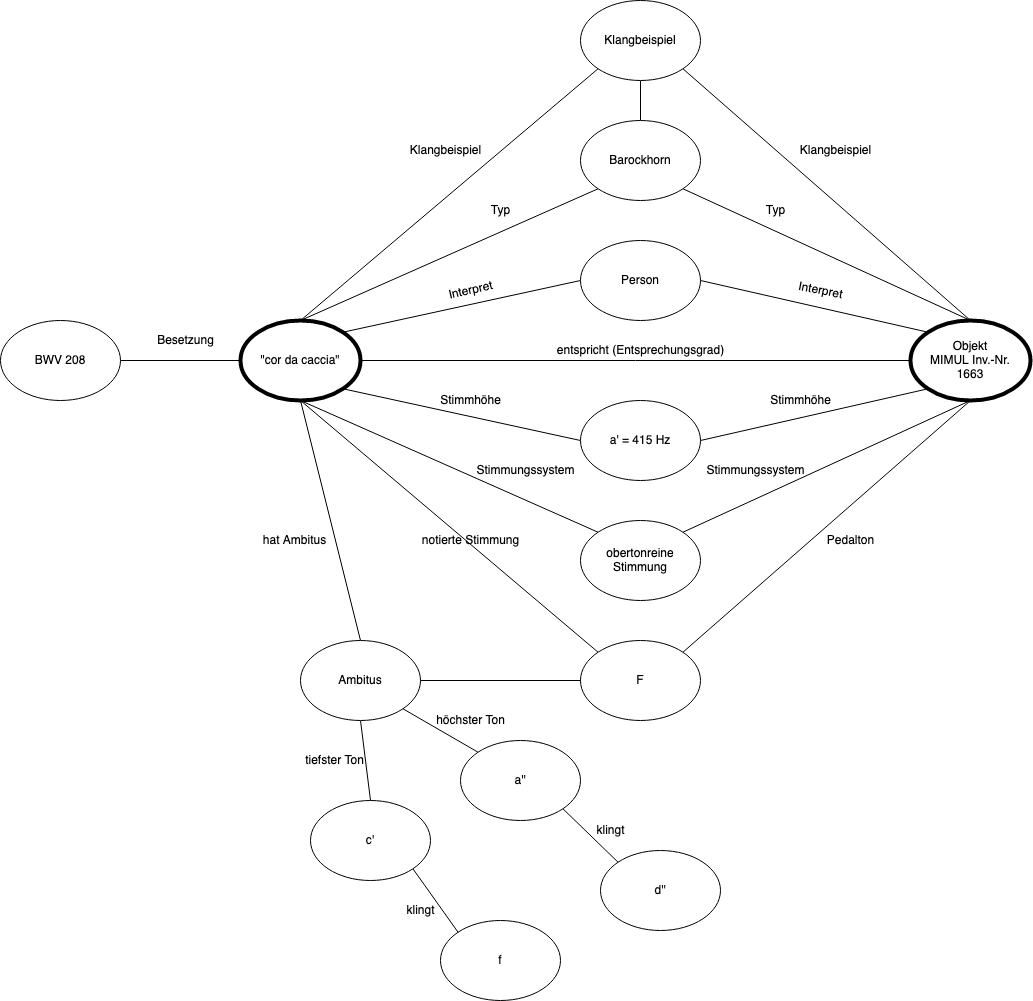


Spartenverbindender Sucheinstieg und Möglichkeiten der Informationsanreicherung am Beispiel RISM (Eigene Grafik, CC0)

# Modellierung mit RDF

## Anwendungsmodellierung

Bevor eine Formulierung in RDF vorgenommen werden kann, ist es sinnvoll, die in Kapitel #Desiderat lediglich angerissenen Anforderungen nochmals zu schärfen und aus ihnen ein Modell zu generieren, das als diskursive Grundlage für die spätere Ausarbeitung herhalten kann. Dies soll in einem zweistufigen Prozess geschehen, währenddessen zunächst ein informelles Anwendungsmodell generiert wird, aus dem anschließend ein formalisiertes Datenmodell in Form eines *ERM*s (Entity Relationship Model) abgeleitet werden kann. Dieses wiederum wird die Grundlage für die RDF-Modellierung bilden. Dieses Vorgehen gewährleistet, dass sich das Anwendungsprofil zunächst ausschließlich an den tatsächlichen in der Praxis vorgefundenen Erfordernissen ausrichtet und sich nicht etwa „in vorauseilendem Gehorsam” anhand im Semantic Web bereits vorhandener Darstellungsmöglichkeiten bildet und dabei selbst zensiert. (In Vorgriff auf die terminologische Ausarbeitung (ab #kapitel) heißt dies etwa: domänenspezifische Vokabulare dahingehend zu untersuchen, ob sie in der Lage sind, das Geforderte abzubilden und andernfalls nach Möglichkeiten zu suchen, diese Darstellungsmöglichkeiten selbst zu schaffen.) Jedoch darf diese scheinbare Übersimplifizierung, die zunächst also jederlei Eindeutigkeit – etwa in Form von Normdaten – vermeidet, keineswegs als solche missverstanden werden. Vielmehr bildet sie die eigentliche Prämisse für spätere grundsätzliche terminologische Anschlussfähigkeit und Interoperabilität, indem sie sich nicht auf bestimmte gebräuchliche Datenstrukturen oder eine bestimmte Domäne fixiert.



Datenmodell – Beziehungen ausgedrückt als Verbindungslinien zwischen den umkreisten Entitäten. (Eigene Grafik, CC0)

### Ausführungen zum Modell

### „Domäne”[[57]](#footnote-57)

1. Dies wird etwa im Falle der Entität *BWV 208* deutlich: Das „Label” „BWV 208” referenziert im Anwendungsmodell die Kantate auf Werkebene und fungiert als Platzhalter[[58]](#footnote-58) für eine Expression[[59]](#footnote-59) (etwa der in RISM beschriebenen Quelle),[[60]](#footnote-60) eine Manifestation[[61]](#footnote-61) (etwa eine Edition), oder aber auch eines Exemplars[[62]](#footnote-62) (etwa einer, freilich verdammenswerterweise, mit Bleistift eingerichteten Ausgabe in einer Bibliothek).
2. Über die Beziehung „Besetzung” mit der Entität Werk verbunden ist die Entität *Corno da caccia*, im Modell mit dem – willkürlichen – Label „cor da caccia”, der Terminologie von RISM folgend, versehend. Auch an dieser Stelle ist das Label völlig flexibel – analog also zur Entität *BWV 208*.
3. Bei der Entität *MIMUL Inv.-Nr. 1663*[[63]](#footnote-63) handelt es sich um ein Objekt, das in dieser Arbeit exemplarisch als materielles Gegenpart zum Term „cor da caccia” geführt wird.[[64]](#footnote-64)

Die Entitäten dieses Bereichs sind institutions-, sparten-, domänenspezifisch sowie bereits etabliert und stehen daher für dieses Metadatenprofil nicht zur Disposition. Das spätere Datenmodell wird daher an dieser Stelle keinen präskriptiven Charakter für sich beanspruchen können. Jedoch werden entsprechende Beispielentitäten aus der Kulturerbe-Domäne im Folgenden angelegt, um Anschlussfähigkeit des Metadatenprofils in diese Domäne simulieren und prüfen zu können.

### Mapping

Beim Mapping-Anteil steht einerseits die Vernetzung zwischen Objekt und Werk im Vordergrund, zum anderen kann hier die Disambiguierung unklarer Terminologie erfolgen. Die Anbindung der Besetzungsentität *Corno da caccia* an die Objekt-Entität kann in zweierlei Weise erfolgen:

* durch ein direktes In-Beziehung-Setzen zwischen Term und Objekt. Hier sind mehrere Arten der Beziehung denkbar:
* Einerseits könnte es sich beim Objekt um exakt jenes handeln, das Bach für das Werk besetzt hatte.[[65]](#footnote-65).
* In den meisten Fällen jedoch wird eine dermaßen eindeutige Beziehung nicht nachzuvollziehen sein. Vielmehr wird – wie ja auch im Falle von BWV 208 – auf ein ungefähres Äquivalent zu verweisen sein.

1. durch das Mapping über eine zwischengelagerte Klassifikation. Dieses erscheint etwa im hier verwendeten Falle sinnvoll, um den Term „cor da caccia” weiter zu disambiguieren. Unsinnig erscheint dieser Ansatz hingegen, wenn im Bereich der Domäne ein maschinenlesbares und bereits gemapptes Standardvokabular (etwa GND, IAML MoP etc.) Verwendung findet – auch wenn diese, wie bereits erwähnt, mitunter sehr zu wünschen übrig lassen.

### Anreicherung

Nachdem die Besetzungsentität durch Verknüpfung mit einem Objekt bzw. einer Klassifikation eindeutig bestimmt worden ist, ist es wünschenswert, sie durch weitere Aussagen anzureichern und dadurch noch aussagekräftiger zu machen.

1. Die Hörner sind im Autograph „in F” notiert – der tatsächliche Klang der in F notierten Töne der Hornstimme liegt also eine Quinte tiefer. Dies wird durch die Beziehung der Besetzungsentität zu ihrer relativen Stimmung „in F” ausgedrückt. Auch für das Objekt könnte bekannt sein, dass es in F gestimmt ist (= das Instrument produziert Töne der sog. *Naturtonreihe* über dem Ton *f*).

Aus diesem Umstand lassen sich – zumindest für die Zeit bis zur Erfindung des Ventilhorns – sehr facettierte Aussagen zum vorgesehenen Instrument treffen (Länge, Mensur etc.), deren Darstellung jedoch für den begrenzten Rahmen dieser Arbeit keine Rolle spielen kann. Außerdem liefert die Angabe der Stimmung der Hörner – ebenfalls begrenzt auf die Zeit bis zur Erfindung des Ventilhorns – einen Indikator für die Bestimmung der Tonart (wie auch im Fall von BWV 208: Die Kantate steht in F-Dur).

1. Der Besetzungsentität ist in ihrer Eigenschaft als Besetzung für *BWV 208* ein bestimmter Tonvorrat zu eigen, der sich durch die Entität *Ambitus* ausdrückt. Dieser wiederum setzt sich aus einer Tonmenge zusammen, die durch die beiden Entitäten des höchsten und des tiefsten Tons eingegrenzt wird.

Die Kenntnis des Ambitus’ lässt in wissenschaftlicher Hinsicht vielerlei Rückschlüsse zu: etwa auf die Länge des Instruments (Faustregel: kürzer = Tonvorrat liegt höher). Für Musiker (etwa Anfänger) könnte diese Information selbstverständlich bei der Suche nach Noten ebenfalls außerordentlich nützlich sein.

1. Im in dieser Arbeit gewählten Szenario ist aus physikalischen Gründen das Stimmungssystem des *Corno da caccia* eindeutig und kann hier berücksichtigt werden.[[66]](#footnote-66) Tatsächlich ist das Bestimmen historisch verwendeter Stimmungssysteme in vielen Fällen weit weniger eindeutig.
2. Über die Stimmhöhe der ursprünglich vorgesehenen Instrumente, wie auch für das Objekt *MIMUL 1663* selbst, lässt sich keine eindeutige Aussage treffen. Gleichwohl ist diese Entität grundsätzlich durchaus als aufschlussreich für die Wissenschaft anzusehen.[[67]](#footnote-67) Somit handelt es sich bei der Angabe *a’* = 415 Hz um einen vermuteten Wert, und es ergibt sich für den Fortgang der Arbeit die Frage, ob es in einem späteren Datenmodell möglich sein wird, auch Ambivalenzen und Unsicherheiten dieser Art abzubilden.
3. Über die Beziehung „Klangbeispiel” ist es möglich, die Objektentität oder die Typ-Entität mit einem Klangbeispiel zu verknüpfen. Selbstverständlich wäre dies im gleichen Maße auch für eine Werkentität denkbar.
4. Denkbar ist, dass eine Person – etwa im Rahmen einer Audioaufnahme – auf einem bestimmbarenen Instrument spielt. Hier wäre also eine Verknüpfung zwischen Besetzung (evtl. Werk), Person und Objekt wünschenswert.

Tatsächlich sind den potentiellen Anwendungsszenarien eines solchen Modells keine Grenzen gesetzt. Angesichts der Komplexität und der vielfältigen spezifischen Anforderungen, die trotz der Beschränkung auf BWV 208 und das *Corno da caccia* erarbeitet wurden, lässt sich bestenfalls erahnen, welches Darstellungspotential eine Erweiterung des Modells für andere Instrumente und Instrumentengruppen bergen könnte: Es ließe sich etwa die Skordatur von Saiten ausdrücken. Oder verschiedene Sing- und Spieltechniken – vom Jodeln bis zum Spiel *con sordino* etc.

## Formalisierte Modellierung

Das folgende Kapitel bildet den Ausgangspunkt dafür, den Weg von einem auf dem Reißbrett entworfenen Anwendungsszenario zu einem formalisierten, Semantic Web-kompatiblen Metadatenprofil zu beschreiten. Gemäß Noy und McGuinness[[68]](#footnote-68) steht dabei ganz zu Beginn des Prozesses hin zur Ontologie zunächst eine Klassierung[[69]](#footnote-69) der benötigten Typen nach folgendem Schema:

„Define the classes and the class hierarchy”

„Define the properties of classes […]”

„Create instances”

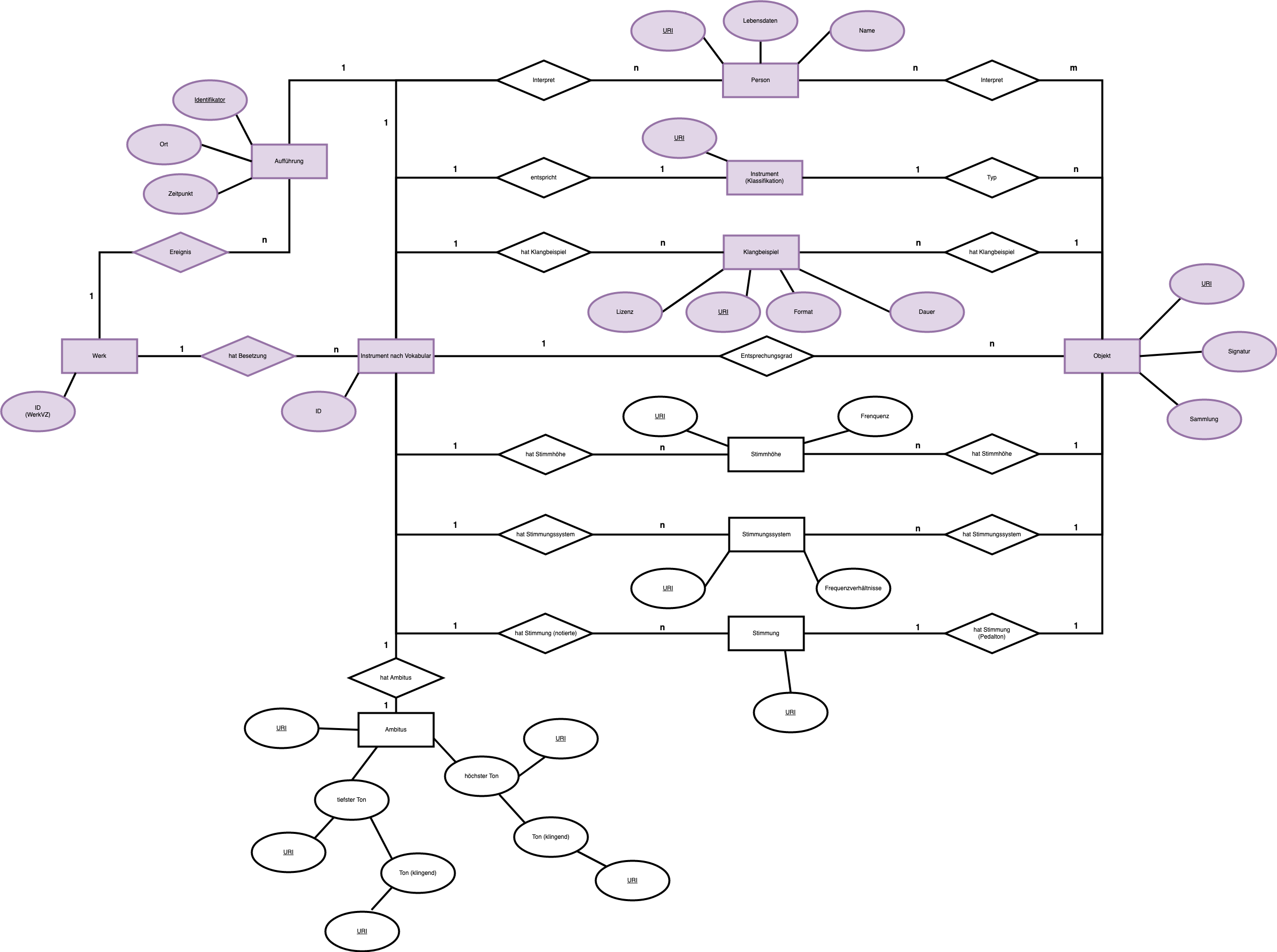
Tatsächlich hat sich im Verlauf dieser Arbeit ganz organisch eine andere Reihenfolge ergeben: Nach dem exemplarischen Auffinden eines Defizits wurde ein spezifisches Szenario entworfen, um dieses zu beheben: Einige wichtige Instanzen[[70]](#footnote-70) wurden bereits im vorhergehenden Kapitel identifiziert und aufgeführt.

Das Produkt dieses Kapitels bildet eine zunächst auf den Anwendungsbereich beschränkte „Ontologie”, die auf sehr elementarer Ebene imstande ist, das Anwendungsszenario mit formalisierten Sprachen wiederzugeben.

### Entity Relationship Model

Ein erster möglicher Schritt in Richtung einer Modellierung mit RDF ist die Überführung des Anwendungsmodells in ein Modell in Form eines *Entity Relationship Models* (ERM). Wichtig ist gleich eingangs darauf hinzuweisen, dass auch das ERM zunächst ebenfalls lediglich eine Eskalationsstufe auf dem Weg zur RDF-„Ontologie” darstellt, das wohl, wie auch das „Anwendungsszenario” Gegenstand vielfacher Veränderungen wird sein müssen. Hierbei sollen die anwendungsspezifischen Szenarien strukturiert und auf eine allgemeine Ebene gesetzt werden, auf der übergeordnete Entitätsklassen und ihre Eigenschaften in Beziehung zueinander stehen.[[71]](#footnote-71) So werden Klassen definiert und erste einfache hierarchische Relationen zwischen Klassen und untergeordneten, „beschreibenden” Klassen (Eigenschaften) hergestellt.

Beziehungen wiederum können in diesem ERM ebenfalls zunächst als potentielle zukünftige „Eigenschaftsklassen” verstanden werden, die zukünftig Container für weitere „Untereigenschaften” darstellen können.[[72]](#footnote-72) Im ERM fungieren besondere Schlüsseleigenschaften („Primärschlüssel”) als eindeutige Identifier einer Entität. Es ist zu erwarten, dass diese in einer RDF-Modellierung keine Rolle spielen werden, da dort eindeutige Referenzierbarkeit bereits dank URIs gegeben ist.[[73]](#footnote-73) Mengenverhältnisse zwischen Entitäten werden im ERM zudem durch „Kardinalitäten” miteinbezogen und dadurch fixierbar.[[74]](#footnote-74)



Entity Relationship Modell: farbige Markierung externer Entitäten. Entitäten sind in Rechtecken, Eigenschaften in Ovalen, Beziehungen in Rauten eingefasst. Schlüsseleigenschaften sind durch Unterstreichung gekennzeichnet. (Eigene Grafik, CC0)

Einige wesentlichen Entwicklungen gegenüber dem Anwendungsmodell sowie weitere Überlegungen sind es wert, nochmals kurz erläutert und erörtert zu werden.

* Wie bereits erwähnt sind den Entitäten des ERM gegenüber denen der Anwendungsmodellierung weitere sie beschreibende Eigenschaften hinzugefügt worden (etwa *Name* zu *Person*)
* Neben dem verwendeten Instrument *Instrument nach Vokabular* muss die Entität *Interpret* auch immer an ein Ereignis, in der Regel eine *Aufführung* geknüpft sein (diesem Umstand wurde durch die Zusätze im linken Domänenbereich Rechnung getragen). Dabei sind folgende Szenarien berücksichtigt: ein Instrument kann sowohl mehrfach („n Mal”) mit beliebig vielen *Interpreten* besetzt sein (entspricht beispielsweise der Bezeichnung „2 Oboen” oder „Celli” in einer Partitur) als auch gesondert aufgeführt werden (entspricht etwa dem Sachverhalt „Musiker a und Musiker b spielen vierhändig Klavier”).
* Die Verknüpfung zwischen Ereignis und Werk kann in gleichem Maße auch für Ereignis und Objekt gelten – etwa wenn ein bestimmtes Objekt in einer Aufführung verwendet wird. Dieser Sachverhalt ist der besseren im ERM **nicht** dargestellt! Es wird an späterer Stelle gelten, dies umzusetzen.
* Ein *Instrument nach Vokabular* kann innerhalb eines Werks beliebig viele notierte *Stimmungen* besitzen.[[75]](#footnote-75). Die Bedeutung der Entität *Stimmung* – etwa mit dem Wert „F” – weicht dabei in der Kombination mit *Instrument* von der der Verwendung in Kombination mit *Objekt (Domäne)* ab: In dieser Kombination bezieht sich die Entität *Stimmung* auf die mögliche „Grundstimmung” eines Objekts (z.B. F-Horn), sofern es eine besitzt (s. auch #kapitel).[[76]](#footnote-76)
* Mithilfe einer Kombination gegebener Informationen zu *Stimmung* und notiertem *Ambitus* sollte es im Zuge eines späteren Schrittes möglich sein, Informationen zu den *klingenden Tönen* maschinell abzuleiten (s. #kapitel).
* Im ERM ist definiert, dass ein *Instrument nach Vokabular (Domäne)* nur eine (variable) *Stimmhöhe* besitzen kann. Denkbar wären jedoch auch z.B. Sachverhalte – Konzerte, Aufnahmen etc. – in deren Verlauf mehrmals umgestimmt wird. In diesen Fällen wäre auch eine Verknüpfung mit der Entität *Aufführung* angebracht. Um den Umfang dieser Arbeit jedoch in Grenzen zu halten, kann nicht jedem denkbaren Szenario in ihr Rechnung getragen werden. Vielmehr würden sich solche tiefergehenden Überlegungen im Rahmen einer Weiterentwicklung des Metadatenprofils empfehlen.
* Grundsätzlich ist wünschenswert – wie im Fall des *Interpreten* oder dem Umstimmen von Instrumenten – bestimmte Entitäten mit Ereignissen verknüpfen zu können. Dies gilt insbesondere für die Entitäten *Stimmungssystem* (wird mit historisch akkurater gespielt, oder wohltemperierter Stimmung gespielt?) , *Stimmhöhe* (wird mit den heute üblichen 440 Hz musiziert, oder mit einer historischen Stimmung, z.B. gemäß dem sog. *Cornettton*[[77]](#footnote-77)?), *Klangbeispiel* (Das Klangbeispiel stammt aus der und der Aufnahme) und *Instrument (Klassifikation)* (bei der Uraufführung fand Instrument a Verwendung, in der Aufnahme x ein Typ-verschiedenes).

Für die Zwecke dieser Arbeit ist es ausreichend, die zuletzt genannten Anwendungsszenarien im ERM lediglich einmal exemplarisch im Kontext des *Interpreten* anzudeuten.

### Transformation mit RDF, RDFS und OWL

Das zuletzt ausgearbeitete Modell befindet sich gewissermaßen noch außerhalb des Erkenntnishorizonts des Semantic Web. Diesen Erkenntnishorizont zu überwinden und eine minimale semantische – wenn auch zunächst nicht primär eine technische – Anschlussfähigkeit zu erreichen, ist Anliegen dieses Kapitels. Dazu wird es gelten, die Konzepte des ERM nochmals zu hinterfragen.

Der Vorgehensweise im weiteren Verlauf liegt zugrunde, dass in RDF bereits bestimmte Klassen angelegt sind – in Folgevokabularen[[78]](#footnote-78) um weitere ergänzt –, die verwendet werden können, um Konzepte zu klassifizieren.[[79]](#footnote-79) Dabei erscheinen angesichts der zuvor ausgearbeiteten Anwendungsmodellierung die allgemein gebräuchlichsten drei Klassen[[80]](#footnote-80) für die Zwecke dieser Arbeit ausreichend. Diese sind:

1. Klassen
2. Instanzen
3. Relationen (im Folgenden auch „Properties”)

Es mag an dieser Auflistung auffallen, dass in RDF das Konzept von Attributen gegenüber dem ERM keine ausgezeichnete eigene Entitätsklasse mehr bildet. Dies ist unmittelbar einleuchtend, kann doch jede RDF-Entität auch als Subjekt eines Tripels agieren (somit erscheint das von seiner Bezugsentität abhängige und auf ihn verweisende Attribut mit RDF inkompatibel). Durch die Aufteilung in (theoretisch also gleichgestellte) Entitäten und Beziehungen lassen sich bereits vollwertige RDF-Tripel bilden – zusätzlich gelingt es dank der qualitativen Unterscheidung in Instanz und Klasse, einfache hierarchische Sachverhalte nachzubilden. In den folgenden Unterkapiteln wird es nun darum gehen, eine entsprechende Klassierung am Gegenstand der erarbeiteten Konzepte vorzunehmen.

Doch worin besteht an dieser Stelle der tiefere Sinn einer Klassifikation? Direkt assoziativ ist die Funktion des Klassierens – sofern man sie nicht als reinen Selbstzweck betreibt – insbesondere mit der Ordnung von Ressourcen und deren Retrieval. Doch erscheint an dieser Stelle weniger diese „pragmatische Aufgabe”,[[81]](#footnote-81) als die „erkenntnisvermittelnde Aufgabe” von Klassifikationen bedeutsam, die laut Bertram in der „Aufhellung von Zusammenhängen anhand geordneten Wissens” besteht.[[82]](#footnote-82) Diese so angedeutete hermeneutische Dimension erscheint denn auch bei der RDF-Klassifizierung ganz zentral: Das Modell, das in seiner gegenwärtigen Form auf einem subjektiv geprägtem Verständnis, Wertesystem und persönlichen Denkstrukturen des Autors beruht, wird in ein objektives, standardisiertes System überführt. Gewissermaßen findet so eine Übersetzung statt, die den Erkenntnishorizont zwischen Mensch und einem gemäß formalisierter Strukturen „denkendem“ Individuum – etwa „die Maschine“ – überwindet. Das eigene Denkmodell wird dabei mithilfe der formalsprachlichen Ausdruckmittel des Semantic Web erfasst und ausgezeichnet, und so in das von RDF-vorgegebene „Erkenntnisschema” einsortiert. Die dem Modell inhärente Semantik wird – wie zu sehen sein wird freilich zunächst auf einer sehr oberflächlichen Ebene – dadurch objektiviert und gemeinhin auslegbar.

#### Vorgehensweise

Diese Übersetzung geht mithilfe entsprechend standardiserter, sich ergänzender Modellierungssprachen, den sogenannten „Ontologiesprachen”, vonstatten.[[83]](#footnote-83) Die durch den W3C standardisierten „Grundpfeiler” des Semantic Web bilden dabei insbesondere die Sprachen RDF (Ressource Description Framework),[[84]](#footnote-84) RDFS (RDF Schema)[[85]](#footnote-85) und OWL (Web Ontology Language[[86]](#footnote-86), der „inzwischen […] meistbenutzen Ontologiesprache aller Zeiten”[[87]](#footnote-87).

Die formale Interpretierbarkeit der durch die Sprache ausgedrückten semantischen Komponente wird durch eine Syntax, also einer „Menge von Regeln, um Programme oder Dokumente mit bestimmten Eigenschaften […] zu erzeugen”,[[88]](#footnote-88) ermöglicht. Die Entscheidung für eine bestimmte Syntax ist dabei im Falle nach RDF strukturierter Daten zwar letztlich arbiträr, bilden sie doch im übertragenen Sinne gewissermaßen lediglich „Verpackung und Beipackzettel” für den eigentlichen semantischen Inhalt. Doch fällt aufgrund seiner Einfachheit und Übersichtlichkeit in dieser Arbeit die Wahl auf das sogenannte *Turtle*-Format („Terse RDF Triple Language”)[[89]](#footnote-89).

Dabei erfolgt die Disambiguierung der Konzepte analog zur Klassifizierung in folgender Form (s. auch #Kapitel (klassen und instanzen??)):

* „Typ ist eine Klasse”
* „Typ ist eine Instanz”
* „Typ ist eine Eigenschaft”[[90]](#footnote-90)

Durch die klassifikatorische Erfassung der Instanzen, Entitäten und Beziehungen aus der Anwendungsmodellierung bzw. der Klassen, Eigenschaften und Beziehungen des ERM ergibt sich ein sehr einfaches kontrolliertes Vokabular. Durch die Zuordnung von Instanzen zu Klassen ergeben sich zudem erste taxonomische Beziehungen.[[91]](#footnote-91) Vermöge der Klassifizierung mithilfe der Eigenschaft

rdf:type

werden zudem ontologische Aussagen zu den Einzelkonzepten getroffen. So werden alle konzeptuell-kategorialen Verhältnisse innerhalb des Erkenntnishorizonts des Semantic Web formalsprachlich übersetzt und verstehbar.

### Vokabular

Das gemäß den eben beschriebenen Maßgaben strukturierte und ausgezeichnete Vokabular ist durch Publikation im Online-Repositorium dieser Arbeit[[92]](#footnote-92) im Netz referenzierbar und kann dort abgerufen werden.

#### Bemerkungen zum Vokabular

##### Namensraum und Benennung

Auch wenn keine abschließenden Definitionen der hier geschaffenen Terme erstellt worden sind, lässt sich bereits jetzt die sehr allgemeine Aussage treffen, dass ihr semantischer Gehalt sich darin ausdrückt, wie sie in dieser Arbeit Verwendung finden. Es ist möglich, diese freilich bislang nicht im Einzelnen aussagekräftige, doch trotzdem in so fern definierte und abgrenzbare semantische Reichweite von Vokabular im Bezug zu sogenannten *Namensräumen*[[93]](#footnote-93) – referenzierbare kontrollierte Vokabulare – festzulegen. Die Namensraumzugehörigkeit der Terme dieser Arbeit wird im Folgenden zunächst durch das Präfix *ma:* gekennzeichnet. Der Namensraum ist am folgenden Ort,

https://raw.githubusercontent.com/SPARQLCRMSUPPE/VocsForInstruments/master/namespaces/ma,

hinterlegt.

Eine menschenlesbare Definition der einzelnen Terme, wie sie als gute Praxis gemäß dem W3C (*World Wide Web Consortium*) nahegelegt wird,[[94]](#footnote-94) wäre aufgrund der voraussichtlichen terminologischen Unbeständigkeit zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch verfrüht.

##### Instanzen (owl:namedIndividuals) und Klassen (owl:class, rdfs:subClassOf)

Die bei der Differenzierung zwischen Klasse und Instanz (owl:namedIndividual)[[95]](#footnote-95) oftmals vorgeschlagene Vorgehensweise,[[96]](#footnote-96) bei der die niedrigste Entität eines aus Klassen bestehenden hierarchischen Strangs als Instanz zu werten ist, mag im Falle einer in sich abgeschlossenen Ontologie als sinnvoll erscheinen. Doch muss der Blickwinkel im Fall der hier beabsichtigten Anwendung als verbindendes Metadatenprofil auch auf potentielle Anknüpfungspunkte, aber vor allem auf die Anwendungsfälle und Vokabulare, die gewissermaßen „außerhalb” des Profils liegen, erweitert werden. Die Frage also, ob etwas eine als Instanz oder eine Klasse zu verstehen ist, liegt nicht notwendigerweise in der hierarchischen Ebene begründet. Im Falle des *Barockhorns* wird dies insbesondere deutlich:

ma:Barockhorn\_(Mitteldeutschland) rdf:type owl:Class ;  
 rdfs:subClassOf ma:Instrument\_(Klassifikation) .

Es ist einleuchtend, dass die Bestimmung einer Klasse (Barockhorn) als Instanz, auch wenn sie sich auf der untersten hierarchischen Ebene befindet, unsinnig ist.

Zur obigen Schreibweise: Es handelt sich um zwei „Tripel”. Das Subjekt des Tripels in Zeile 1 wird dank des; (im Gegensatz zum .) auf die Aussage („Statement”) in Zeile 2 übertragen. Gleichbedeutend wäre die Schreibweise:

ma:Barockhorn\_(Mitteldeutschland) rdf:type owl:Class . ma:Barockhorn\_(Mitteldeutschland) rdfs:subClassOf ma:Instrument\_(Klassifikation).

##### Identifier

Während in einer relationalen Datenbank das Schlüsselattribut einer Entität variabel sein kann, erfolgt die eindeutige Referenzierung von Konzepten – darunter auch Entitäten – im Semantic Web grundsätzlich anhand von URIs (Uniform Ressource Identifier).[[97]](#footnote-97) Eine konzeptuelle Trennung zwischen Entität und seinem eindeutigen Identifier, wie im ERM, ist im Semantic Web nicht denkbar: Die URI selbst erscheint vielmehr gewissermaßen als digitale Manifestation des durch sie repräsentierten nichtdigital existierenden Konzepts. URIs sind also im Gegensatz zur Repräsentation im ERM keine eigenständigen Konzepte mehr, sondern sie „sind” die Konzepte:

Bei den syntaktischen Elementen der Aussage

ma:Klangbeispiel rdf:type owl:Class .

etwa sind die Konzepte mit ihrem jeweiligen Namensraum präfigiert und über den Header der Datei zu vollständigen URIs auflösbar:[[98]](#footnote-98)

Header:

@\prefix ma: <https://github.com/SPARQLCRMSUPPE/VocsForInstruments/blob/master/namespaces/ma#> .  
@\prefix owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#> .  
@\prefix rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#&gt .

löst auf zu:

https://github.com/SPARQLCRMSUPPE/VocsForInstruments/blob/master/namespaces/ma#klangbeispiel  
http://www.w3.org/2002/07/owl#class  
http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#type

##### Attribute und Properties

* Ein Nebeneffekt der Transformation des ERM nach RDF ist, dass Attribute von Entitäten von diesen als nunmehr eigenständige Entitäten entkoppelt sind, und somit dem ERM entsprechende Tripelbeziehungen nicht möglich sind. Dieses Problem lässt sich in der Regel einfach lösen, indem entsprechende Entitäten und Properties erschaffen werden.

##### Weitere Anmerkungen

* Analog zur Defintion von Klassen (owl:Class) und Unterklassen (rdfs:subclassOf) ist es mit *rdfs* möglich, Untereigenschaften (rdfs:subPropertyOf) zu Eigenschaften zu bilden.[[99]](#footnote-99) Dies ist im Falle der Eigenschaften *genaue Entsprechung* und *ungefähre Entsprechung* nützlich, indem sie der Eigenschaft *Entsprechungsgrad* subsumiert werden.
* Aus Gründen der Kohärenz und der klassifikatorischen Konsolidierung wurde eine Oberklasse ma:Ton eingeführt.

## Spezifizierung von Relationen mit *rdfs:range* und *rdfs:domain*

Eines der zentralen Konzepte des Semantic Webs ist die sog. *open world assumption*.[[100]](#footnote-100) Gemäß dem vielzitierten Leitsatz „Anyone can say anything about anything”[[101]](#footnote-101) besagt sie, dass eine Aussage, die in einem Modell nicht explizit verankert ist, nicht notwendigerweise falsch sein muss, sondern dass lediglich keine Aussage über ihre Richtigkeit getroffen werden kann.[[102]](#footnote-102) Es muss somit im Interesse eines RDF-Vokabulars liegen, sein semantisches Ausdruckspotential fort von der Summe alles Möglichen (und somit Willkürlichen) hin zum eigentlich Aussagekräftigen fokussieren zu können, indem es Hinweise zur sinnhaften Verwendung seiner Terme bereithält. Die Möglichkeit einer solchen Fokussierung bieten Ontologiesprachen wie RDFS und OWL, indem sie in RDF formalisierte und somit direkt integrierbare „Anwendungsregeln” zu Properties anbieten.[[103]](#footnote-103) Es liegt dabei auf der Hand, dass für ein Applikationsprofil, dessen Sinn darin besteht, schematische Rahmenbedingungen zu schaffen, entlang derer sich Anwender ausrichten und orientieren können, ein hohes Maß an semantischer Fixiertheit insbesondere unabdingbar ist.

Doch werden kraft dieser Schemata keineswegs lediglich die Wirkungsweite von Relationen abgesteckt. Vielmehr entsteht durch sie eine weitere Bedeutungsdimension, die die Grundlage dafür bietet, auch maschinell inhärente logische Schlussfolgerungen (Inferenzen) ziehen zu können (Reasoning).[[104]](#footnote-104)

Während im Vokabular Properties in Form kontingenter, semantisch ungerichteter Bestandteile einer Liste aufgezählt waren, kann im Folgenden ihre Anwendung in Abhängigkeit zu den durch sie in Relation gesetzten Entitäten näher beschrieben werden.[[105]](#footnote-105) Diesen Schritt zu vollziehen, ermöglichen die Properties *rdfs:range*[[106]](#footnote-106) und *rdfs:domain*[[107]](#footnote-107).[[108]](#footnote-108)

1. Die Wirkung dieser begrenzenden Properties wird im folgenden Beispiel verdeutlicht:

Obwohl die Aussage

ma:Person\_a ma:hat\_Frequenz ma:Lizenz .

angesichts der *open world assumption* legitim ist, ist es sinnvoll die Anwendung von ma:hat\_Frequenz gemäß Anwendungsmodell nur auf bestimmte Subjekte und Objekte auszurichten. Im Szenario

ma:a' ma:hat\_Frequenz ma:415Hz .

bezieht sich ma:hat\_Frequenz auf ein Subjekt aus der Klasse ma:Ton (es ist zudem bekannt, dass auch andere Töne Frequenzen besitzen). Zum anderen auf ein Objekt der Klasse Frequenz (mit weiteren möglichen Instanzen, wie 415 Hz etc.). Somit lässt sich mit der Zuweisung

ma:hat\_Frequenz rdfs:domain ma:Ton .  
ma:hat\_Frequenz rdfs:range ma:Frequenz .

bestimmen, dass im Profil das Property mit einem Subjekt aus der Klasse ma:Ton und einem Objekt aus der Klasse ma:Frequenz verwendet werden sollte.

Diese Beschränkungen werden dabei, wie bereits kurz angedeutet, in folgender Form direkt in das Vokabular integriert (dabei wird das Property ma:hat\_Frequenz zum Subjekt folgender dreier Tripel):

ma:hat\_Frequenz rdf:type owl:ObjectProperty ;  
rdfs:domain ma:Ton ;

rdfs:range ma:Frequenz .

1. Durch die Bestimmung der Wirkunsweise von ma:hat\_Freuquenz ist es im Folgenden möglich aus einer Aussage mehrere weitere Aussagen zu inferieren: Aus dem Tripel

example:x ma:hat\_Frequenz example:y

wäre es für eine Reasoning-Applikation nun möglich zu inferieren, dass es sich bei example:x um eine Entität der Klasse ma:Ton und bei der Entität example:y um eine Entität der Klasse ma:Frequenz handeln muss.

* Eine direkte Überführung des ERM mit rdfs:domain und rdfs:range ist nur im Falle bestimmter Properties – nämlich derjenigen, die in Bezug zu nur einem einzigen Subjekt und Objekt stehen (etwa ma:hat\_Ambitus) – möglich. Das Property ma:Interpret etwa bezieht sich auf mehrere Subjekte. Eine Aussage in der folgenden Form ist jedoch problematisch:

ma:Interpret rdf:type owl:ObjectProperty ;  
rdfs:domain ma:Instrument\_nach\_Vokabular\_(Domäne

rdfs:domain ma:ma:Objekt\_(Domäne) ;

rdfs:domain ma:Aufführung\_(Domäne) ;

rdfs:range ma:Person .

Aus diesem Sachverhalt scheint sich inferieren zu lassen, dass jede Instanz der Klasse ma:Person immer auch einer Instanz von ma:Objekt, ma:Instrument\_nach\_Vokabular sowie ma:Aufführung zugleich zugeordnet ist.[[109]](#footnote-109) Eine Aussage, wie

„Person a ist an dem Ereignis ‘Uraufführung’ beteiligt (spielt jedoch nicht auf dem Museumsobjekt b)”

wäre demnach nicht möglich.

Einen Ausweg scheint in die Möglichkeit zu bieten, eine übergeordnete Klasse für die Entitäten ma:Instrument\_nach\_Vokabular sowie ma:Objekt zu erschaffen und die Verwendung von ma:Interpret mit rdfs:domain auf diese Oberklasse (ma:Instrument) zu beschränken.[[110]](#footnote-110) Die Koppelung von Person und Ereignis scheint hingegen eine allgemein gültige. Somit lautet die neue Definition von ma:Interpret:

ma:Interpret rdf:type owl:ObjectProperty ;  
 rdfs:domain ma:Instrument ;  
 rdfs:domain ma:Aufführung ;  
 rdfs:range ma:Person .

Bezugnahme auf die neue Superklasse ma:Instrument kann nun auch auf analoge Sachverhalte im Falle von ma:hat\_Stimmung\_(absolut), ma:hat\_Stimmungssystem sowie ma:hat\_Klangbeispiel angewendet werden.

### Vom Vokabular zur „Lightweight Ontology”

Die *open world assumption* bringt es mit sich, dass eine Validierung von in RDF strukturierten Daten naturgemäß eigentlich nicht vorgesehen sein kann.[[111]](#footnote-111) Hieran ändert auch – trotz des Namens – RDFS kaum etwas: „Unlike XML Schema, RDF Schema is generally interpreted as supplementing rather than validating RDF data.”[[112]](#footnote-112) Dennoch sind die Möglichkeiten von RDFS – etwa gegenüber dem sehr viel mächtigeren, dafür aber umso komplexeren OWL DL –[[113]](#footnote-113) für die Belange dieses Metadatenprofils als angemessen zu betrachten,[[114]](#footnote-114) nicht zuletzt da es gilt, Überkomplexität aufgrund seiner Anwendungs- und Anwenderorientiertheit insbesondere zu vermeiden.[[115]](#footnote-115) Man spricht in solchen Fällen von sogenannten „lightweight ontologies”, die „in der Regel nur aus einer Konzepthierarchie sowie Relationen, für die jeweils Domain und Range Einschränkungen [sic!] angegeben werden[, bestehen].”[[116]](#footnote-116)

# Anbindung an- / Integration in das Semantic Web

## Vorüberlegungen

### Hintergrund

In den vorangegangenen Kapiteln wurde ein Modell in eine strukturell auf RDF basierende Ontologie „übersetzt”. Deren „Grammatik” orientierte sich zwar an der im Semantic Web standardisierten (RDF, RDFS, OWL), deren Semantik und Etabliertheit das Potential für eine anschließende Integration im Semantic Web birgt. Doch bleiben die in dieser Ontologie verwahrten Konzepte durch die Brille des „Semantic Web-Subjekts” betrachtet diffus: es handelt sich lediglich um eine Menge arbiträrer Entitäten, die in bestimmten, jedoch außerordentlich allgemeinen Beziehungen stehen. Es gilt insofern an dieser Stelle abermals einen hermeneutischen Prozess zu durchlaufen, in dessen Zuge die nicht-explizierten Konzepte im Namespace ma: dermaßen erschlossen werden, dass sie für ein Wahrnehmungssubjekt interpretierbar werden. Abermals stellt sich, wie in #Kapitel die Frage, in welcher Weise der hier begegnende Verständnishorizont zu überwinden ist. Dies ist für ein menschliches Subjekt relativ einfach zu beantworten, etwa indem Konzepte mit sinnvollen Namen und Erklärungen versehen werden. Doch wie verhält es sich mit einem Wahrnehmungssubjekt, das nur die Sprache des Semantic Webs beherrscht („things not strings”)?[[117]](#footnote-117)

Hier erscheint eine kurze Digression in die philosophische Ontologie hilfreich: Eine zentrale Idee der Heidegger’schen Philosophie ist, dass das „eigentliche Wesen” von „Zeug”[[118]](#footnote-118) (im Gegensatz etwa zu Platons Ideenlehre) keineswegs diesem a priori inhärent ist, sondern sich in der Welt erst in seiner kontextuellen habituellen Funktionalität und Materialität gegenüber einem Wahrnehmungssubjekt äußert.[[119]](#footnote-119) Diese Annahme erscheint auch hier aufschlussreich: Kontext – sich in funktionalen Beziehungen zwischen Konzepten ausdrückend – bildet im Semantic Web die Prämisse von Semantik. Das „Wesen” der Konzepte liegt keineswegs in ihrer textuellen Beschreibung („strings”) begründet, sondern in ihrer Rolle als Sinnträger innerhalb eines Bedeutungsgefüges und gegenüber einem „besorgenden” Wahrnehmungssubjekt.

So ist etwa das Wesen des Konzepts „Spucknapf” in den folgenden RDF-Tripeln ein je anderes:

1. „Mann” „spuckt in” „Spucknapf”
2. „Spucknapf” „fällt auf” „Mann (Kopf)”

Neben dem offensichtlichen, hier variablen grammatikalischen „Wesen”, Subjekt und Objekt,[nicht sicher ob das so geht] liegt im ersten Beispiel das Wesen des Spucknapfs darin begründet, dass es „der Gegenstand” ist, „in das man reinspuckt”. Im zweiten ist es jedoch „das zerbrechliche Ding, das durch Fallen auf den Kopf Schmerzen und Ekel bereitet. Exakt analog hierzu erscheint das”Wesen" einer Entität innerhalb einer formalen Welt dadurch bestimmt, in welchen Relationen sie zu der sie umgebenden, wechselwirkenden Welt steht. Und umgekehrt: löst man Konzepte aus diesem Gefüge heraus (wie es bislang in dieser Arbeit der Fall ist), entbindet man sie ihrer semantischen Kraft, und sie werden, im schlimmsten Fall, zu nichts weiterem als zu kontingenten URIs, jedenfalls aber – zumindest nach Heidegger – zu einem trivialen lediglich „Vorhandenen”.

### Semantische Verknüpfungsmöglichkeiten mit dem Semantic Web

Es stellt sich nun die Frage, wie diese Kontextualisierung konzeptionell umzusetzen ist. Boten bislang insbesondere die Arbeiten von Ontology101[[120]](#footnote-120) und Stuckenschmidt[[121]](#footnote-121) einen guten Leitfaden für die Erstellung von Ontologien im Sinne abstrakter formalisierter Wissensrepräsentationen, so findet sich in der Literatur kaum irgendwo ein Hinweis zur Umsetzung semantischer Kontextualisierung eigener Ontologien im Semantic Web.

Einen Hinweis liefert Hyvönen, indem er drei Bestandteile einer (Semantic Web)-“Ontologieinfrastruktur” ausmacht:

* *Domain independent vocabularies are needed for facilitating cross-domain interoperability. For example, thesaurus standards and the W3C Semantic Web recommendations RDF(S), SKOS, and OWL fall into this category, as well as generic metadata schemas, such as Dublin Core.*
* *Domain specific ontologies […]. For example, the Getty Vocabularies (AAT, TGN, and ULAN), the Library of Congress Subject Headings (LCSH), and other vocabularies used for annotating contents fall in this category.*
* *Institution specific ontologies are needed for concepts that may be relevant for a particular organization only or cannot be shared for some reason with a larger community[…].[[122]](#footnote-122)*

Anhand dieser Bestandsaufnahme lassen sich mehrere Aussagen schlussfolgern: Neben der auf technischer Ebene wichtigen Information, dass eine im Semantic Web integrierte Ontologie sich aus verschiedenen Vokabularen aus verschiedenen Bereichen zusammensetzt (ja zusammensetzen sollte),[[123]](#footnote-123) halten diese Informationen auch Hinweise auf die Frage nach semantischer Kontextualisierung bereit: Eine Ontologie erhält ihre Aussagekraft indem sie sich in den Kontext bereits etablierter Vokabulare stellt. Dabei sind die etabliertesten diejenigen, die das höchste Maß an Verständlichkeit anbieten – domänen- und institutionsspezifische die, die das höchste Maß an semantischer Spezifität zu erreichen imstande sind.

Freilich ist hierdurch nur wenig über den eigentlichen semantischen Prozess der Verknüpfung eigener Ontologien im Semantic Web ausgesagt. Die Empfehlung der Semantic Web-Pioniere Bizer, Heath und Berners-Lee[[124]](#footnote-124) hingegen „[s]et RDF links to other data sources on the Web, so that clients can navigate the Web of Data as a whole by following RDF links[…]”,[[125]](#footnote-125) bietet einige konkrete Hinweise für diese Umsetzung:

#### 1) Mapping

In etwa analog zur Klassifizierung von Konzepten in #kapitelx können eigene Konzepte in Relation zu extern, etablierten Konzepten gesetzt werden, und diese Relationen als Eigenschaft in der RDF-Beschreibung des Konzepts fixiert werden. Der bisherige Verständnishorizont wäre somit für eine Anwendung, die das Metadatenprofil parsed, überwunden, und ein Konnex zwischen Metadatenprofil und Semantic Web geschaffen.  
Ein *vorläufiges* Beispiel:

ma:Klangbeispiel rdfs:subclassOf <http://d-nb.info/gnd/4052020-1> .

In Worten: Der Term „Klangbeispiel” im ma:-Namespace wird als Unterklasse des in der GND definierten Schlagworts „Schallaufzeichnung” verstanden.

Das Property rdfs:subclassOf verlinkt dabei die Entität ma:Klangbeispiel in eine externe, bereits im Semantic Web eingebundene und semantisch etablierte Ontologie, die Gemeinsame Normdatei, sodass nun also auch die Entität ma:Klangbeispiel (freilich erst nach Publikation im Netz) in das Semantic Web integriert ist.

Neben Integration durch hierarchische Relation (bspw. rdfs:subclassOf) kommen auch Äquivalenzrelationen für diesen Verlinkungsvorgang infrage. Insbesondere das Vokabular SKOS („Simple Knowledge Organization System”)[[126]](#footnote-126) hat sich etabliert, um etwa Thesauri in RDF zu überführen,[[127]](#footnote-127) jedoch insbesondere auch um Vokabulare und Ontologien aufeinander zu beziehen[[128]](#footnote-128) (ontology alignment,[[129]](#footnote-129) Mapping). Hierfür sind etwa die Properties

skos:exactMatch, skos:narrowMatch, skos:broadMatch, skos:closeMatch

besonders geeignet. Deutlich wird aber zugleich, dass die Ambivalenz dieser Propeties (ausgenommen skos:exactMatch) groß ist und daher womöglich keine endgültig befriedigende semantische Eindeutigkeit ermöglichen kann.

#### 2) Integration von bereits etablierten externen Konzepten

Während das Mappen zu äquivalenten Termen im Falle sich bereits in Verwendung befindlicher und somit unantastbarer Vokabulare im Sinne einer bestmöglichen Integration ins Semantic Web sinnvoll sein mag, erscheint es angesichts von Funktionsweise und Architektur des Semantic Webs im Falle des Metadatenprofils als nicht erstrebenswert. Obwohl die Produktion von Doubletten (und anschließendem Mapping) im Sinne der *open world assumption* im Semantic Web nicht „falsch” ist,[[130]](#footnote-130) so ist sie doch eingedenk dessen Konzeption als offene, ins Netz ausgelagerte „Datenbank”, in dem jeder Datensatz für jeden zugänglich und referenzierbar ist, unsinnig, ist doch Kontextualisierung durch den Rekurs auf semantisch etablierte und somit aussagekräftige Konzepte, wie bereits mehrfach betont, sogar außerordentlich wünschenswert. Diese Aussagekraft erhöht sich weiter durch Wiederverwendung etablierter Konzepte und der Vermeidung von konkurrierenden Redundanzen: „it is considered good practice to reuse terms from well-known RDF vocabularies […] wherever possible in order to make it easier for client applications to process Linked Data. Only if these vocabularies do not provide the required terms should data publishers define new, data source-specific terminology […].”[[131]](#footnote-131) Zu guter Letzt wird so „[…]die Einheitlichkeit und Interoperabilität der Beschreibungen sicher[gestellt].”[[132]](#footnote-132)

So erfolgte also die semantische Verknüpfung des Konzepts ma:Ton mit dem Semantic Web nicht nach dem in #Kapitel 1) Mapping erwähnten Schema ma:Ton skos:exactMatch gnd:Ton ., sondern besser einfach durch Übernahme des Konzepts gnd:Ton anstelle von ma:Ton.

### Vorgehensweise

Für den Fortgang dieser Arbeit erscheint die folgende allgemeine Vorgehensweise sinnvoll:

1. Das verbleibende, institutionsübergreifende Vokabular im Namespace ma: ist daraufhin zu untersuchen, ob sich seine Semantizität auch adäquat mit externen Konzepten abbildet, und eigene Terme in diesem Fall durch sie zu ersetzen. Dabei wird es gelten, eine ausgewogene Balance zwischen semantisch festen, jedoch vermutlich eher unspezifischen, domänenübergreifend verwendeten Konzepten, und spezifischen, jedoch womöglich weniger etablierten Konzepten auszutarieren. Dieser Vorgang birgt einige methodische Herausforderungen, auf die an entsprechender Stelle eingegangen werden wird.
2. Eigene Terme, für die sich keine vorexistierende Entsprechungen finden lassen, sind nochmals zu fokussieren und einer terminologischen Kontrolle zu unterziehen. Anschließend sind sie gemäß 1) im vorhergehenden Kapitel in Beziehung zu externen Vokabularen zu setzen und so im Semantic Web durch Verknüpfung aussagekräftig referenzierbar zu machen. Sie sind anschließend gemäß der guten Praxis bei Namespaces[[133]](#footnote-133) auch mit menschenlesbaren Informationen und Bezeichnungen („Labels”) anzureichern.[[134]](#footnote-134)

#### Terminologische Kontrolle / Modellierung / Methodik

Mit „terminologischer Kontrolle” sind im Sinne Bertrams „alle Maßnahmen […], die direkt oder indirekt der Definition und Abgrenzung von Begriffen und der eindeutigen Zuordnung von Bezeichnungen zu Begriffen dienen […]”[[135]](#footnote-135) gemeint. Während dieser Prozess in einem herkömmlichen Thesaurus insbesondere introspektiv auf die Arbeit mit internen Termen gerichtet sein dürfte, so umfasst der hier miteinzubeziehende Thesaurus nichts Geringeres als die Gesamtheit aller im Semantic Web eingebundenen Daten. Es liegt somit auf der Hand, dass dieser Prozess sich in vielem von der herkömmlichen Erstellung von Vokabularen unterscheiden muss. Leider findet sich in der Literatur, wie bereits eingangs erwähnt, kaum ein Hinweis, wie dieser Vorgang zu gestalten sein mag. Dieser Umstand kann auch nicht weiter verwundern, bedenkt man, dass die Heterogenität formalisierter Weltrepräsentationen in Form von Ontologien, die die Komplexität und Ambivalenz der realen Welt widerspiegeln muss. Zugleich erscheint der Vorgang der Formalisierung von Wissen, und somit von Wahrnehmung, ein stark subjektiver – einen allgemeingültigen Leitfaden unter diesen Umständen zu formulieren, ist somit naturgemäß schwierig, erscheint aber als lohnenswertes Desiderat für künftige Arbeiten.

Für diese Arbeit erscheinen die folgenden Schritte und Abwägungen sinnvoll:

1. Eine Grundbeschaffenheit des Semantic Webs liegt in seiner Qualität als Hypertext[[136]](#footnote-136) aller in ihm verwobenen Modellierungen und Ontologien. Dieser Umstand macht eine – eigentlich wünschenswerte – initiale vollständige philologische Auswertung einzelner Textteile (Vokabulare), und es muss mit einem heuristischen Ansatz vorliebgenommen werden. Dieser besteht darin, unter Zuhilfenahme geeigneter Suchwerkzeuge, fallspezifisch nach terminologischen Lösungen zu suchen. Wie dies in der Praxis gelingen kann, wird sich prozessual im Laufe der folgenden Kapitel entfalten. (Eine Ausarbeitung der generierten Erkenntnisse zur Methodik ist nicht Gegenstand dieser Arbeit, stellt aber wie erwähnt ein sehr vielversprechendes Desiderat dar!)
2. Bereits mehrfach wurde auf den Wert etablierter Vokabulare hingewiesen. Unter diesen findet sich eine Reihe von Vokabularen, die als Standards, wenn nicht gar als Grundpfeiler des Semantic Webs gelten können. Diese sind insbesondere RDF, RDFS, SKOS, OWL, aber auch etwa Dublin Core. Ihre Verwendung ist gut dokumentiert, und es existiert eine vergleichbar große Menge einführender Literatur, die als Leitfaden zu Rate gezogen werden kann.[[137]](#footnote-137) Diese Vokabulare fanden bereits teilweise Verwendung in den vorangegangenen Kapiteln, und es wird aufgrund ihrer hohen Aussagekraft gelten, auch im Folgenden sich ihrer wann immer möglich zu bedienen.

Hinsichtlich der Recherche nach domänenspezifischen Vokabularen und deren Anwendung sind verschiedene Strategien vorstellbar, die in dieser Arbeit jeweils anzuwenden sein werden:

1. Es erscheint naheliegend, die Verwendungsweise von Terminologie im Rahmen solcher domänenspezifischer Projekte zu untersuchen, die ihre Daten als Linked Open Data zur Verfügung stellen. Entsprechend der spartenübergreifenden Zielsetzung dieser Arbeit sind dies Akteure aus dem gesamten Spektrum des musikbezogenen Kulturerbebereichs.[[138]](#footnote-138)
2. Einen Sucheinstieg für Vokabulare bietet das *Basel Register of Thesauri, Ontologies and Classifikations*[[139]](#footnote-139), in dem auch fachspezifische Suchen möglich sind.
3. Das Portal *Linked Open Vocabularies*[[140]](#footnote-140) ist eine Metasuchmaschine, mit der eine große Zahl von Triplestores durchsucht werden kann. Suchergebnisse können wiederum nach unterschiedlichen Kriterien (Disziplin, Konzept etc.) gefiltert werden.
4. Zumindest erwähnenswert ist die technische Möglichkeit, eigene referenzierbare und semantisch kontextualisierte Datensätze – etwa in Wikidata – zu erstellen. Ob dies auch für das hier entwickelte Metadatenprofil sinnvoll ist, ist wiederum eine andere Frage.

\*\*\*

Gegenüber dem Vokabular, das lediglich eine Bestandsaufnahme der für diese Arbeit relevanten Konzepte und deren Klassifikation darstellte, ist kraft der Properties eine weitere ontologische Dimension hinzugekommen **(vgl. Abbildung)**: phänomenologisch gesprochen wird das zuvor lediglich Vorhandene kraft seiner Bezogenheit um die Dimension intentionaler[[141]](#footnote-141) Bestimmtheit erweitert. Es wird so ein Stück weiter in Richtung eines sinnhaften „Zuhandenenseins” innerhalb des Verständnishorizonts eines wie auch immer gearteten wahrnehmenden Subjekts entwickelt.

Wenn an dieser Stelle der Begriff (lightweight) Ontologie – auch wenn diese Arbeit den Begriff im Allgemeinen als zu bedeutungsschwer für sich scheut – ausnahmsweise Verwendung findet, so ist mit ihm also genau diese Qualität gemeint. Das Metadatenprofil ist, gemessen an seinem Potential Seinsstrukturen einer Welt darstellen zu können, qualitativ als Ontologie zu betrachten. Gemessen an seiner Funktionalität, die es als Schema für Mapping und Datenanreicherung auszeichnet, ist es ein Metadatenprofil.

## Erfassung und Modellierung mit externen Vokabularen

### Interpret und Aufführung

In diesem Bereich spielen drei Konzepte eine Rolle:

1. *Interpret*
2. *Aufführung*
3. Das Verhältnis dieser beiden Entitäten zueinander, welches durch eine Property ausgedrückt wird.

Während *Interpret* und *Aufführung* jeweils im Bereich der „Domäne” und somit in deren Ermessen liegen, muss die Relation zwischen den beiden Entitäten verbindlich definiert sein und somit einen Bestandteil des Metadatenprofils bilden.

#### Interpret und Aufführung – Relation

* CIDOC CRM verfügt über das Property P14: „This property describes the active participation of an instance of E39 Actor in an instance of E7 Activity.”[[142]](#footnote-142) Diese Definition erscheint für den vorliegenden Anwendungsfall allzu allgemein gefasst und daher unpassend.
* Ähnlich verhält es sich mit den Properties des *Europeana Data Models*, die in Verbindung mit der Klasse edm:agent Verwendung finden.[[143]](#footnote-143)
* *Wikidata* verfügt über das Property wd:P175 („performer”)[[144]](#footnote-144). Während Wikidata aufgrund der potnenitellen Instabilität seiner Terme zwar in der Regel keine Verwendung im Rahmen dieser Arbeit, verweist Wikidata in seiner Eigenschaft als Data Hub unter anderem auf den folgenden Datensatz:
* Auf *schema.org* findet sich das Property schema:byArtist.[[145]](#footnote-145) mit möglichen Objekten schema:musicGroup und schema:person. Als Subjekte kommen schema:musicAlbumoder schema:musicRecording infrage. Während die Objekte geeignet erscheinen, anwendungsrelevante Sachverhalte wiederzugeben, sind die Subjekte offenbar auf Audioaufnahmen beschränkt: Somit könnten Aufführungen, die nicht in Form einer Aufnahme vorliegen, durch diese Entitäten nicht repräsentiert werden.
* In der *DOREMUS Ontology*[[146]](#footnote-146) finden sich die Properties mus:U54[[147]](#footnote-147) („is performed expression of”) und mus:U81[[148]](#footnote-148) („had performer status”). Jedoch scheint ersteres durch die implizit starke Konzentration auf FRBR für eine generische Anwendung zu eingeschränkt und nicht sachgemäß. Letzteres ist offenbar auf eine Verwendung bei der Erfassung von Konzertprogrammen semantisch ausgerichtet und somit für das vorliegende Anwendungsszenario ebenfalls unsachgemäß.
* Die *GND Ontology* verfügt über das Property gnd:instrumentalist[[149]](#footnote-149) mit der Domain gnd:work und Range gnd:differentiatedPerson. Während diese Verwendungsspezifikationen dem Zweck einer Verbindung von Instrumenten und Werken in prinzipieller Weise gerecht werden könnte, würde die Anwendung des Propertys die Darstellung einiger vorstellbarer angrenzender Sachverhalte erschweren. So bezöge das Property etwa vokale Äußerungen jeder Form nicht mit ein. Diese Einschränkung wirft gerade im Bereich der Musik des letzten Jahrhunderts etliche Probleme auf – wie wäre etwa mit gesampleten Stimmen mit anschließender Verzerrung, oder instrumentell-imitatorischen Äußerungen des Vokaltrakts, etwa dem sog. *Vocal Percussion* zu verfahren?[[150]](#footnote-150)
* Im Rahmen des *Body&Soul*-Projekts[[151]](#footnote-151) findet das Property mo:performer der *Music Ontology* Verwendung. Seine Domain ist mit mo:performance[[152]](#footnote-152) und dem Range foaf:agent[[153]](#footnote-153) sehr allgemein gehalten, sodass hohe Anschlussfähigkeit zu erwarten ist.

Allerdings entspricht die Klasse foaf:agent nicht der vorgesehenen Klasse ma:Person, welche besser durch die Klasse foaf:person[[154]](#footnote-154) dargestellt würde. Diese Inkonsistenz ist jedoch keineswegs als Defizit aufzufassen, eröffnet doch die Klasse foaf:agent recht eigentlich das Modell für weitere Szenarien: So lässt sich das Darstellungsspektrum um Instanzen in Form von Personen, wie auch „Körperschaften”, die dieser Klasse subsumiert werden, erweitern: In Folge werden Aussagen der Form

„<Das Werk Soundso> <wird gespielt von> <Blockflötenensemble”Schlingenfittich“> .”

ermöglicht. Diese Darstellungstiefe ist dabei nicht nur im „Werk-Ereignisbereich”, sondern auch im Bereich der Musikinstrumente wichtig. Auch Aussagen der folgenden Form sind entsprechend möglich:

„<Klavierduo Soundso> <spielt auf> <dem Klavier”Objekt Schlagmichtot“>”

Soll foaf:agent Verwendung finden, muss das Datenmodell dergestalt ummodelliert werden, dass foaf:person zur Unterklasse von foaf:agent wird. Dies geschieht mit dem bereits bekannten Property rdfs:subclassOf. Zugleich tritt anstelle des Propertys ma:Interpret das Property mo:performer. Dessen Range wiederum muss auf foaf:agent bezogen werden. Da das Property rdfs:subclassOf transitiv ist[[155]](#footnote-155), wird die Range-Beschränkung auch auf mögliche Unterklassen von foaf:agent „vererbt” und gilt somit auch für foaf:person.

#### Personennormdaten

Die Instanz ma:Person\_a stellt eine Variable dar, die je nach Bedarf mit entsprechenden Normdaten aus beliebigen externen Domänenvokabularen befüllt werden kann (GND, LCNAF[[156]](#footnote-156), VIAF[[157]](#footnote-157), Wikidata etc.). So hat der Verfasser beispielsweise zur Illustration für die Arbeit Personendatensätze auf Wikidata der angeblich an der Uraufführung der Kantate BWV 208 beteiligten Hornisten des Weißenfelser Hofs,[[158]](#footnote-158) Johann Zedelmayer (wdt:Q97621186)[[159]](#footnote-159) und Anton Fischer (wdt:Q97621343)[[160]](#footnote-160) angelegt.

Da die Entitäten ma:hat\_Name und ma:hat\_Lebensdaten, ursprünglich ja als Attribute im ERM eingeführt, in der Regel Bestandteil von Personennormdatensätzen sind, können erstere als obsolet betrachtet werden und aus dem Vokabular ma: entfernt werden.

#### Modellierung von Zusammenhängen zwischen Musikinstrumenten, Interpreten und Aufführungen

Während Aussagen gemäß dem Schema

„<das Klavier”Objekt Schlagmichtot“> <wird bespielt von> <Klavierduo Soundso> .”

nun in Bezug auf das Objekt dank foaf:agent ermöglicht worden sind, ist aufgrund der Beschränkungen von mo:performer eine Verbindung mit einem Subjekt, welches kein „Agent” ist (etwa ein Musikinstrument), nicht möglich.

Während die Modellierung im ERM kraft der einfachen Eigenschaft „Interpret” erfolgte, wird spätestens zu diesem Zeitpunkt deutlich, dass dieses an äußere Vorgaben ungebundene, monodimensionale Modell der vorgefundenen Realität des Semantic Web nicht mehr gerecht werden kann. Es gilt daher, Um- und Neumodellierungen vorzunehmen.

1) Zentralen Verbindungsknoten bei der Modellierung von Instrument und Interpret bildet das Ereignis in Form einer Aufführung – durch die nun einzuführende Klasse mo:performance[[161]](#footnote-161) vertreten –, unter den domänenspezifische Ereignisse (also Instanzen von ma:Aufführung\_Domäne) fallen. Durch die Einführung dieser Oberklasse wird die Klasse ma:Aufführung\_Domäne typisiert und in das Semantic Web eingebettet. Eine Verbindung zwischen Instrumenten und Aufführungen kann dabei mit der Property mo:instrument erfolgen: „[The property r]elates a performance to a musical instrument involved [.]”[[162]](#footnote-162)

Diese Verbindung ist zum einen zum Objektbereich zu knüpfen:

mo:performance mo:instrument ma:Objekt\_Domäne .

Zum anderen muss eine Verknüpfung „werkseitig” erfolgen. Hier bietet es sich an, angesichts der ohnehin angedachten Normierung durch Mapping zu einer Klassifikation, direkt eine Verbindung zwischen entsprechender Klasse und Aufführung zu schaffen:

mo:performance mo:instrument ma:Instrument\_(Klassifikation) .

2) Während es nun möglich ist, sowohl die Beteiligung eines Musikinstruments, wie auch der einer Person an einer Aufführung darzustellen, befinden sich beide Entitäten noch in kontingentem Verhältnis zueinander. Noch besteht kein Konnex zwischen Instrument und Person: die Aussage, jemand spiele ein Instrument, ist noch nicht ermöglicht.

Erstaunlicherweise findet sich in den großen etablierten Vokabularen keine Terminologie, um diesen scheinbar banalen Sachverhalt abzubilden. Fündig wird man jedoch in der *Linked Irish Traditional Music Ontology*.[[163]](#footnote-163) Das Property L58[[164]](#footnote-164) („played on instrument”) und das inverse Property L58i[[165]](#footnote-165) („instrument played by”) geben den hier gewünschten Sachverhalt in geeigneter Weise wieder.

Ein Bild, das Text, Karte enthält.

Automatisch generierte Beschreibung

*Blabla. (Eigene Grafik, CC0)*

### Mapping und Klassifikation

#### „Medium of Performance”

Laurence Libin[[166]](#footnote-166) Vehicle for exploring and expressing musical ideas and feelings through sound. Practically anything that is used to make sound can be employed in music, so the concept of a musical instrument embraces a very broad range of things, including, for purposes of this dictionary, the human body.

Ein zentrales Anliegen dieser Arbeit ist eine Maximierung der Anschlussfähigkeit des entwickelten Metadatenprofils. An diese Maximierung geknüpft, befindet sich die Offenheit seiner Konzepte, deren Fokussierung erst möglicher Endpunkt eines diskursiven Community-Verfahrens darstellen könnte. Somit muss an dieser Stelle die Schärfung des Konzepts „Musikinstrument” zum einen nicht vorweggenommen werden, zum anderen gilt es sogar, dieses Konzept möglichst weit zu fassen und somit integrativ zu gestalten. Bei diesen Überlegungen bietet die Vorstellung vom „Medium of Performance” – , in RDA 6.15.1.1 als „[a]n instrument, voice, and/or ensemble for which a musical work was originally conceived[…]”,[[167]](#footnote-167) definiert – einen recht guten Anfangspunkt.

Während dieses Konzept erfreulicherweise Musikinstrumente im herkömmlichen Sinne um weitere Medien musikalischer Äußerung ergänzt, erscheint jedoch die dieser Definition inhärente deterministische Qualität sowie die eindimensionale Ausrichtung auf die Entität „Werk” hier einigermaßen fehl am Platz. Diese Arbeit nimmt vielmehr eine phänomenologische Perspektive ein, indem sie davon ausgeht, dass jede Entität, die in der Lage ist, Klang zu erzeugen, das situative Potential besitzt, die Funktion „Musikinstrument” einzunehmen (abermals ließe sich hier Heidegger bemühen). So kann beispielsweise auch eine zufällig vor-(/bzw. „zu-”)handene Flasche[[168]](#footnote-168) oder jeder andere beliebige Gegenstand situationsbezogen zum Musikinstrument werden. Selbst beispielsweise Boethius’ im Mittelalter außerordentlich einflussreiche und fest im sog. *Quadrivium* verankerte Idee „kosmischer Musik”, die *musica mundana*,[[169]](#footnote-169) findet als Zusammenspiel verschiedener „Medien”, der Himmelskörper, Raum in diesem Verständnis.

Anhand letzteren Beispiels wird dabei auch deutlich, dass in dieser Arbeit auch das Konzept „performance” in einem sehr allgemeinen Verständnis Verwendung findet. Prämisse einer solchen „Performance” bildet also nicht etwa eine wie auch immer geartete artifizielle „Performativität”[[170]](#footnote-170).  
Zugleich besteht – im Gegensatz etwa zu RDA – kein notwendiger und schon gar kein hierarchischer Zusammenhang zwischen Medium und Werk. Auch ein Museumsobjekt gilt – kraft seines Potentials, Medium einer musikalischen Äußerung (gewesen) zu sein – nach diesem Verständnis als „Medium of Performance”.

Gleichzeitig wird, eingedenk dieser phänomenologischen Annäherungsweise vorgehend, der Begriff „Musik” ebenfalls zum außerordentlich integrativen Konzept, nach dem – man denke an Boethius – genau dasjenige als Musik aufzufassen ist, das als solches wahrgenommen wird – und dies selbst ganz und gar unabhängig von einer (nicht-)vorhandenen „Klanglichkeit”. So liegt denn also „Musik” gewissermaßen im Auge des Betrachters, und das Medium dieser Wahrnehmung ist ein – im eigentlichen Wortsinne – „instrumentales” Werkzeug – ein (Musik-)Instrument.

Bislang wurde in dieser Arbeit das Konzept ma:Instrument\_Klassifikation als Platzhalter verwendet. Im Sinne einer Anbindung ans Semantic Web sollte jedoch nach einem etablierten Term gesucht werden. Zwar findet sich in der *Performed Music Ontology* – einer Ontologie,[[171]](#footnote-171) die für den Gebrauch im Rahmen von *BIBFRAME* entwickelt worden ist –[[172]](#footnote-172) die Klasse pmo:mediumOfPerformance.[[173]](#footnote-173) Jedoch ist davon auszugehen, dass sie durch ihre RDA-Ausrichtung keinen Raum für Nutzungsszenarien, wie die eben skizzierten, bietet.

Vielversprechender erscheint das Konzept mus:M14[[174]](#footnote-174) („medium of performance”) der DOREMUS-Ontologie. Dies jedoch leider vor allem deshalb, da sie – zumindest auf den ersten Blick – keinerlei inhärente Einschränkungen bei ihrer Verwendung vorgibt. Entsprechend wird im Folgenden das Konzept ma:Instrument\_Klassifikation mit dem Konzept mus:M14 ersetzt.

Jedoch erschiene es sinnvoll, im Nachgang dieser Arbeit – etwa im Rahmen jenes Community-basierten Diskurses – die Neuanlage eines Konzepts zu prüfen, um ein höheres Maß an Offenheit, Anschlussfähigkeit und Unabhängigkeit gegenüber bibliographisch-“gedachten” Modellen wie insbesondere RDA / IFLA-LRM erzielen zu können.

[klarer machen: auf der einen Seite wird der ganze Klassifikationskram bedient, auf der anderen die Objekt – Ressourcen-Beziehungen] **<- Einleitend in den jew. Abschnitten.**

#### Herausforderungen

Dieser Option lag das Anliegen zugrunde, „werkseitig” fallspezifisch unsaubere oder unspezifische Vokabulare durch In-Beziehung-Setzen zu Musikinstrumenten – entweder über eine Klassifikation, oder direkt gegenüber einem Objekt – zu disambiguieren. Diese Fallspezifität birgt jedoch auch Herausforderungen: Kehrte man die Perspektive zu einer „objektseitigen” um, so mündete ein Suchvorgang unter Umständen in eine mit ambiguösem Vokabular indexierte Treffermenge und somit in übermäßig viele *False Positives*. Dieses Problem ist nicht einfach lösbar, und es scheint, dass eine wirklich symmetrische Lösung auf terminologischer Basis nur Ergebnis eines gründlichen Standardisierungsprozesses zu schaffen sein wird. Allerdings exisiteren bereits Ansätze, die aus „umgekehrter Richtung” hin zu einer Verbindung zwischen Objekt und Werk vorstoßen: Im Artikel „A Timeline Metaphor for Analyzing the Relationships between Musical Instruments and Musical Pieces”,[[175]](#footnote-175) einer Publikation aus dem *MusiXplora*-Umfeld,[[176]](#footnote-176) wird beschrieben, wie anhand eines statistischen Abgleichverfahrens zwischen Objekt- und Werkmetadaten (Similarity Measure) eine gute Trefferquote bei der maschinellen Herstellung von Objekt-/Werkbeziehungen zwischen MIMO- und RISM-Einträgen erzielt wird.

Der Umstand, dass bereits auf Verfahren verwiesen werden kann, die die „objektseitige” Verlinkung abdecken, lässt das eingangs beschriebene Defizit als zunächst verschmerzbar erscheinen. Angesichts dessen jedoch, dass die die Ergebnisse der Verlinkung laut Artikel noch einen intellektuellen Redaktionsprozess erfordern[[177]](#footnote-177) bzw. soweit bekannt nicht mit Semantic Web-Technologien erschlossen sind, erschiene vielmehr ein synergetischer hybrider Ansatz, der die erzielbare hohe intellektuelle Qualität mittels der hier vorgeschlagenen Methodik mit der im Artikel beschriebenen maschinellen Effizienz koppelt, als verfolgenswerter Ansatz.

#### Mapping

Zum Mappen hat sich insbesondere das ebenfalls durch die W3C standardisierte Vokabular SKOS („Simple Knowledge Organization System”)[[178]](#footnote-178) etabliert.[[179]](#footnote-179) Es wird zu klären sein, in wie weit es auch für die Belange des Metadatenprofils nutzbar sein wird.  
Das in dieser Arbeit entwickelte Modell sieht zwei Anwendungsszenarien vor:

##### Szenario 1: Mapping über Klassifikation

Verbindungen zwischen ma:Instrument\_nach\_Vokabular\_(Domäne) und ma:Objekt\_(Domäne) werden über eine Unterklasse von mus:M14 („Medium of Performance”) hergestellt (s. #Abbildung. Dabei ist der jeweilige Vertreter der Klasse ma:Objekt\_(Domäne) eine Instanz der Klasse mus:M14. Dieser Sachverhalt kann mit rdf:type, wie auch bereits in #Kapitel geschehen, wiedergegeben werden (das Property ma:Typ kann entsprechend entfernt werden):

ma:Objekt\_(Domäne) rdf:type mus:M14 .

Die Entität ma:Instrument\_nach\_Vokabular\_(Domäne) findet ihre fallspezifische exakte Entsprechung in der Instanz der Entität mus:M14 (vgl. #Abbildung), sodass mit skos:exactMatch eine Äquivalenzrelation dargestellt werden kann:

ma:Instrument\_nach\_Vokabular\_(Domäne) skos:exactMatch mus:M14 .

Eine Verwendung weiterer, vagerer SKOS-Relationen erscheint – da von einem „werkseitigen” Mappen ausgegangen wird – an dieser Stelle nicht angebracht, soll doch das uneindeutige Domänenvokabular durch Mappen dismabiguiert, also exakt gemapped, werden.

Ein Bild, das Text, Karte enthält.

Automatisch generierte Beschreibung

*(Eigene Grafik, CC0)*

###### Klassifikation

Die Entscheidung für eine Klassifikation muss – aus bereits dargelegten Gründen – domänenübergreifend geschehen. Zudem kann an dieser Stelle – wie ebenfalls bereits erwähnt – keine systematische, kritische Untersuchung vorhandener Klassifikationen erfolgen, die eine Entscheidungsgrundlage anbieten könnte. Darin, eine solche Untersuchung vorzunehmen, liegt jedoch großes Potential für zukünftige Arbeiten begründet. Vorläufig lässt sich jedoch festellen, dass insbesondere der sog. *MIMO Thesaurus*[[180]](#footnote-180) eine tragfähige klassifikatorische Infrastruktur zu bieten scheint. Weitere Möglichkeiten, insbesondere für die Verwendung von Vokalstimmen,[[181]](#footnote-181) finden sich im *IAML Medium of Performance Vocabulary*.[[182]](#footnote-182) Vor allem erscheint denkbar, ähnlich zum hier gewählten Vorgehen, ein Metadatenprofil zu entwickeln, das die Darstellungstiefen verschiedener Klassifikationen und Vokabulare kombiniert und zueinander in Beziehung setzt.

##### Szenario 2: direktes Mapping

Bei der Herstellung einer direkten Relation zwischen ma:Instrument\_nach\_Vokabular\_(Domäne) und ma:Objekt\_(Domäne) sind verschiedene Bezugsszenarien je nach Ähnlichkeit von Term und Objekt vorstellbar. Es erscheint daher sinnvoll, eine Relation als sog. „Superproperty” zu definieren, unter die alle weiteren Relationen („Subpropertys”) subsumiert werden.[[183]](#footnote-183) Als Superproperty ist dabei die Property dc:relation[[184]](#footnote-184) der *Dublin Core Metadata Initiative* als besonders standardisiert zu betrachten. Unter ihn können mit der Property rdfs:subpropertyOf[[185]](#footnote-185) Subproperties für die folgenden Szenarien eingeordnet werden:

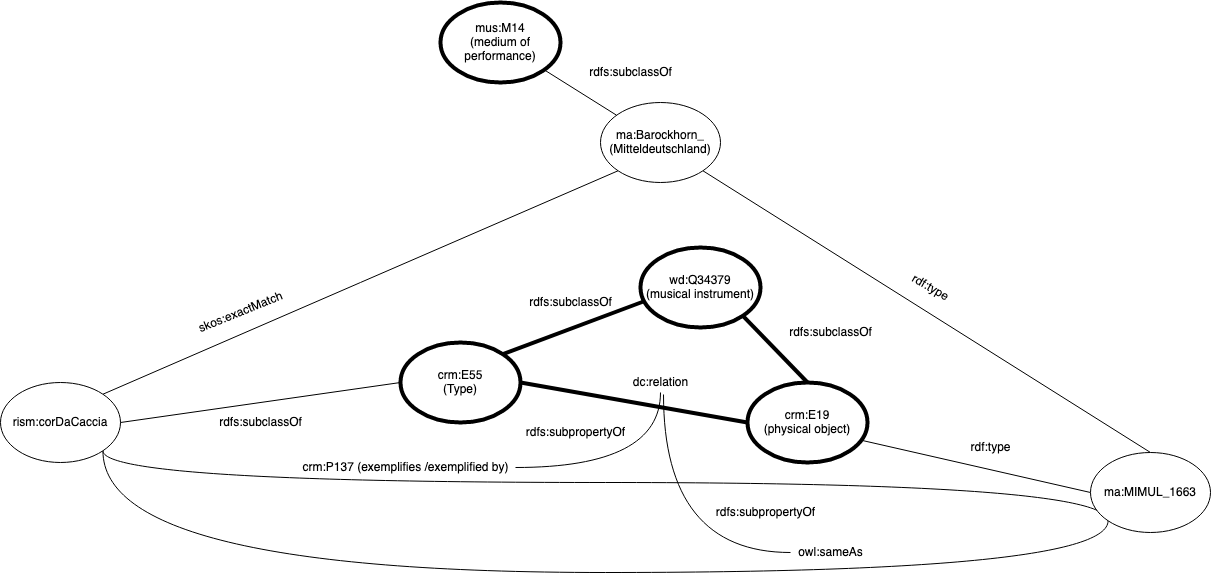
1) Zur Exemplifizierung eines Terms wird auf ein beispielhaftes Objekt verwiesen. Dies ist auch im hier behandelten Anwendungsbeispiel der Fall: dem Term rism:cor\_da\_caccia kann aufgrund bestehender Gemeinsamkeiten hinsichtlich Region (Herstellungs-/Kompositionsort: Mitteldeutschland) und Zeit (erste Hälfte 18. Jahrhundert) ein Objekt zugewiesen werden, das als beispielhaft für den Typ des etwa bei der Uraufführung verwendeten Instruments gelten könnte. SKOS, die erste Anlaufstelle, wenn es um Mapping geht, bietet dabei das Property skos:example[[186]](#footnote-186), dessen Zweck jedoch nicht im Verlinken mit beispielhaften Instanzen zu bestehen, sondern darin zu liegen scheint, beispielhafte Verwendung von Termen zu illustrieren.[[187]](#footnote-187)

Da das Verlinken von Objekten weniger im bibliographischen Bereich, als im Museumswesen eine Rolle spielt, erscheint es angebracht, in letzterem nach anwendbarer Terminologie zu suchen: Hier erscheint insbesondere das bereits erwähnte CIDOC CRM eine gute Anlaufstelle zu bieten. Dort findet sich das Property crm:P137[[188]](#footnote-188) mit dem Label „exemplifies (is exemplified by)”. Die Domain des Propertys ist dabei auf crm:E1[[189]](#footnote-189) (Entity) bezogen – die Range auf crm:E55 (Type).[[190]](#footnote-190) Beim Konzept crm:E55 handelt es sich um „CIDOC CRM’s interface to domain specific ontologies and thesauri”,[[191]](#footnote-191) indem die domänenspezifischen Terme etwa mit der Property crm:P127[[192]](#footnote-192) „has broader term (has narrower term)” zu Unterklassen von crm:E55 deklariert werden (s. #Abbildung).[[193]](#footnote-193) Mehreres erscheint daher sinnvoll: - Das Property crm:P137 darf für die Relation „Beispiel” zwischenma:Instrument\_nach\_Vokabular\_(Domäne) und ma:Objekt\_(Domäne) eingeführt werden. Bemerkenswert ist zudem, dass diese Property als eine sog. *symmetric property* definiert werden kann, bei der also Domain und Range variabel sind.[[194]](#footnote-194) Sie wird dabei durch die Eigenschaft owl:symmetricProperty[[195]](#footnote-195) als solche klassifiziert. - Anstelle der Entität ma:Instrument\_nach\_Vokabular\_(Domäne) kann die Entität crm:E55 (Type) als Schnittstelle zwischen domänenspezifischem Vokabular und dem Metadatenprofil verwendet werden. - Das Konzept crm:E19[[196]](#footnote-196) („physical object”) kann, als Unterklasse von crm:E1, dabei anstelle von ma:Objekt\_(Domäne) verwendet werden, um den gleichen Effekt zu erzielen. - Indem crm:E55 mit rdf:type als Musikinstrument gekennzeichnet wird, kann festgelegt werden, dass es sich bei allen Unterklassen und Instanzen von crm:E55 um Musikinstrumente handelt (s. #Abbildung). Dies kann anstelle der Klasse ma:Instrument\_(Domäne) geschehen und macht diese somit obsolet. Obwohl die „großen” Domänenvokabulare (GND, LCSH etc.) vielfältige Terme bereithalten, fallen auch hier spartenunspezifische Terme aus Vokabularen in die engere Auswahl, die ein hohes Maß an Verbreitung versprechen: Der Datensatz wd:Q34379 „musical instrument” in Wikidata[[197]](#footnote-197) weist eine Vielzahl von Mappings zu anderen Vokabularen auf und ist somit außerordentlich aussagekräftig. Obwohl Wikidata-Datensätze grundsätzlich manipulierbar sind und daher semantische Persistenz nicht garantieren können, handelt es sich bei „musical instrument” wohl um ein sehr zentrales Konzept, das nicht ohne weiteres zu verändern sein wird. Und tatsächlich ist die „maschineninterpretierbare”, kontextuell-hergestellte Semantik nicht weniger persistent als bei anderen, angeblich persistenteren Vokabularen. Eine Übernahme in das Metadatenprofil erscheint daher möglich und sinnvoll.

2) Einen gängigen Anwendungsfall stellt das Szenario dar, dass eine Äquivalenzrelation zwischen Domänenvokabular und Objekt dargestellt werden soll. Beispielhafte Sachverhalte wären – etwa im Falle einer Audioaufnahme: „Anne Sophie Mutter spielt auf ihrer Stradivari *Lord Dunn-Raven*”[[198]](#footnote-198), oder „J. S. Bach nimmt die *Hildebrandt Orgel* von *St. Wenzel* in Naumburg ab”.[[199]](#footnote-199) Es müsste also eine Verknüpfung zwischen einem domänenspezifischen Vokabular – etwa der GND – und einem Objekt hergestellt werden, die besagt, dass beide Datensätze ein identisches Instrument bezeichnen. Dies kann etwa mithilfe der Property owl:sameAs,[[200]](#footnote-200) im Übrigens ebenfalls eine *symmetric property* (s.o.), geschehen. Analog zu den bereits beschriebenen Herausforderungen beim Mappen über eine Klassifikation ergibt sich jedoch auch hier beim Mappen zwischen einer Entität des Typs *Instanz* (Objekt) und einer des Typs *Klasse* (Vokabular) ein Problem: Während das ambiguöse Domänenvokabular durch den Verweis auf ein spezifisches Objekt disambiguiert wird, folgt „objektseitig” die logische Aussage, mit der „werkseitigen” Verwendung eines (eigentlich generischen) Terms sei immer genau jenes Objekt gemeint.

Einen möglichen Ausweg böte unter Umständen die Verwendung von rdf:type, um dieses hierarchische Problem zu umgehen. In diesem Fall müsste jedoch die Superproperty dc:relation entfernt werden, würde doch andernfalls jede rdf:type-Beziehung – also auch etwa die, die festlegt, dass dc:relation eine Property ist – zu einer Subproperty von dc:relation; logisch falsch.

Daher soll owl:sameAs „als Krücke”, im Bewusstsein seiner Unzulänglichkeit vorläufig beibehalten werden, wäre aber im Rahmen einer Community-Nachbereitung zu thematisieren.



blablablub – fett markiert: übergeordnete Klassen und deren Beziehungen zueinander. (Eigene Grafik, CC0)

##### Erkenntnisse aus der Modellierung

Das – ursprünglich immerhin recht zentrale – Anliegen dieser Arbeit, eine „werk- und objektseitig symmetrische” Verbindung zwischen Vokabularen und Objekten zu schaffen, konnte im Vorhergehenden nur in sehr dürftiger Weise erfüllt werden. Insbesondere die spartenübergreifende Tragweite der Implikationen dieser Verbindung bringen es mit sich, dass diese Arbeit nun zum ersten Mal an einen Punkt gerät, an dem deutlich wird, dass die Lösung eines Problems erst im Rahmen eines anschließenden gemeinschaftlichen Prozesses möglich wäre. Initiale gedankliche Vorarbeiten leisteten dabei die in diesem Kapitel ausgebreiteten Ausführungen.

### Klangbeispiel

Widererwarten stellt sich bei der Sichtung anwendbarer Vokabulare heraus, dass gerade die Verknüpfung eines Klangbeispiels mit einem Instrument offebar ein Szenario ist, das momentan im Semantic Web nicht abgedeckt ist. Um eine solche Verknüpfung doch umzusetzen, liegt die größte Herausforderung darin, dass Properties, die sich auf Aufnahmen Art beziehen, in der Regel mit rdfs:range oder rdfs:domain an Ereignis-Entitäten gebunden sind.[[201]](#footnote-201) Zwar lässt sich der Ereignis-Kontext laut Weigl für die Beziehung zwischen Werk und Aufnahme mit einer relativ komplex modellierten, auf der Music Ontology basierenden „Volte”[[202]](#footnote-202) oder evtl. etwas einfacher, mit *schema.org*, vermeiden[[203]](#footnote-203). Allerdings sind auch diese Lösungen auf den Werk-Kontext beschränkt und somit für die Verknüpfung von *Musikinstrument* mit *Klangbeispiel* ungeeignet.

Wikidata hält zwar mit den Properties wdt:P4733 („produced sound”)[[204]](#footnote-204) und wdt:P51 („audio”)[[205]](#footnote-205) Properties bereit, mit denen man Klangbeispiele verlinken kann. Allerdings beziehen sich diese auf Medien aus den *Wiki Commons*. Dennoch scheint im Verlinken in den Wikimedia-Kosmos, eine Chance zu liegen, die prinzipiell nicht ausgeschlossen werden sollte, stellt doch der dieser Kosmos eine riesige, stetig wachsende, intern wie extern verknüpfte Wissensdatenbank dar. Daher erscheint es sinnnvoll, wdt:P51 als Verbindungsglied in diese Welt in das Applikationsprofil zu übernehmen (vgl. #Abbildung).

Für andere Szenarien scheint, das Property ma:hat\_Klangbeispiel nicht mit externem Vokabular ersetzbar zu sein. Es ergibt sich somit erstmalig im Zug dieser Arbeit, dass ein neuer Term – ma:hat\_Klangbeispiel – im Rahmen des Applikationsprofils in das Semantic Web eingeführt werden muss. Bei diesem Schritt sind einige Dinge zu beachten:

* Momentan bezieht sich ma:hat\_Klangbeispiel vermittels rdfs:domain auf wd:Q34379 (Musikinstrument) – und ist somit explizit auf Musikinstrumente im eigentlichen Sinne beschränkt. Eine Verlinkung mit Musikinstrumenten im offenen Verständnis dieser Arbeit (s. #Kapitel“MediumofPerformance”) ist daher nicht möglich. Diese Inkompatibilität lässt sich jedoch recht einfach lösen, indem rdfs:domain auf mus:M14 („Medium of Performance”) bezogen wird. Noch wird jedoch mus:M14 nur im Kontext des Mappings verwendet: Eine direkte Verknüpfung mit Objekten oder Vokabularen, wie sie im Anwendungsszenario dieser Arbeit vorgesehen war, ist nicht möglich. Dies lässt sich jedoch lösen, indem wd:Q34379 mit rdfs:subclassOf zur Unterklasse von mus:M14 erklärt wird (s. #Abbildung). So wäre es denn also möglich, auch Klangbeispiele mit Instrumenten – verstanden im aller weitesten Sinne – zu verknüpfen.
* Es gehört zur guten Praxis im Semantic Web, Konzepte mit rdfs:label[[206]](#footnote-206) mit einer menschenlesbaren Bezeichnung in Form eines „Strings” zu annotieren.[[207]](#footnote-207) Um ein größtmögliches Maß an Verständlichkeit im Netz zu gewährleisten, geschieht dies idealerweise auf Englisch. Diese Bezeichnung lautet hier: „audio example medium of performance”. Es macht darüber hinaus Sinn, diese Bezeichnung ebenfalls in der URI zu verwenden, um auch diese menschenlesbar zu gestalten. So wird denn aus ma:hat\_Klangbeispiel das Property ma:audio\_example\_medium\_of\_performance.
* Zudem gehört es zur guten Praxis, mit rdfs:comment[[208]](#footnote-208) einen menschenlesbaren Kommentar zur Verwendung eines Properties ebenfalls als String zu hinterlegen.[[209]](#footnote-209) In diesem Fall heißt er: „[The property r]elates audio files to: musical instrument terms in vocabularies, physical objects used for musical performance.”

Nachdem ein passendes Property kreiert worden ist, darf noch das dazugehörige Objekt, bislang ma:Klangbeispiel, durch einem etablierten Term ersetzt werden. Hier bietet sich etwa die Klasse schema:track[[210]](#footnote-210) an.

Bei *schema.org* handelt es sich dabei um ein überaus mächtiges Vokabular, das von den einschlägigen Suchmaschinengiganten unterhalten und verwendet wird. Schon allein auch aus Gründen der Suchmaschinenvisibilität sowie der „mitgelieferten” einfachen Implementierbarkeit von RDF in HTML handelt es sich um eine „Anwendung”, die zuletzt auch als potentiell außerordentlich performant für den Kulturerbebereich wahrgenommen worden ist.[[211]](#footnote-211) Eine weitere Prüfung, in wie weit das hier entwickelte Anwendungsprofil von einer Erschließung mit den Mitteln von *schema.org*[[212]](#footnote-212) profitieren könnte bzw. ob überhaupt eine Kompatibilität besteht, würde aus genannten Gründen sicherlich im Zuge einer Fortentwicklung des Anwendungsprofils Sinn machen.

Denkbar wäre es, wie im ERM skizziert, weitere Szenarien darzustellen (etwa Lizenz, Format, Album, Dauer etc.), in das Applikationsprofil zu integrieren. Dies im Rahmen dieser Arbeit durchzuführen ist jedoch nicht möglich. Stattdessen kann zum einen auf Vokabulare verwiesen werden (etwa *schema.org* oder die *Music Ontology*), andererseits würde eine Ausarbeitung vom eigentlichen Ziel dieser Arbeit – nämlich das spartenübergreifende Verbinden von musikinstrumentalen Daten – allzu sehr weglenken. Daher bleibt auch dies ein mögliches Desiderat im Rahmen einer Weiterentwicklung des Metadatenprofils. Entsprechende, bereits vorhandene Terme können somit aus dem Applikationsprofil entfernt werden.



blablablub – fett umrandet: Klassen, dünn umrundet: Instanzen. (Eigene Grafik, CC0)

## Erfassung des Komplexes „Stimmungen”

Nachdem es zuletzt möglich gewesen war, bei der Modellierung ontologischer Sachverhalte auf nachnutzbare, bereits im Semantic Web verankerte Vokabulare zurückzugreifen, ergibt sich für diese Arbeit nun die Situation, dass eine solche Datengrundlage nicht mehr zur Verfügung steht. Dies ist gleichermaßen Herausforderung wie Chance: So entfällt zwar die aufwendige Suche nach- und Auswertung von Vokabularen im Netz, doch ergeben sich nun zwangsläufig Fragen in Bezug auf die konzeptuelle Anlage und technische Bereitstellung eigener Datensätze. Dabei wird es abermals nicht anders möglich sein, als technische Aspekte weitestgehend auszuklammern und sich auf die konzeptuelle Arbeit zu fokussieren. Angesichts der Komplexität im Bereich der musikalischen Stimmungen, die im Spannungsfeld von Musikästhetik, Musiktheorie, Organologie aber auch etwa der Physik angesiedelt ist, wird es fortan notwendig sein, vermehrt musikwissenschaftlichen Fragestellungen im weitesten Sinne bei der terminologischen Arbeit Platz einzuräumen.

### Problemstellung

Eine zentrale Herausforderung stellt die Vieldeutigkeit der mit dem Komplex „Stimmung” assoziierten Begriffe dar. Da eine umfassende Disambiguierung an dieser Stelle nicht möglich ist,[[213]](#footnote-213) wird hier vor allem auf einen wichtigen Umstand hingewiesen, der das Verständnis für die folgenden Ausführungen erleichtern soll.

Prinzipiell unterschieden werden muss nämlich zwischen einer streng physikalisch basierten und messbaren Definition von Stimmung und Klang und einem ideellen Konzept, der sich insbesondere etwa in Formen ihrer (scheinbaren) Repräsentierungen äußert. Diese beiden Kategorien stehen durchaus in Beziehung zueinander, dürfen jedoch keineswegs pauschal gleichgesetzt werden. So mag etwa die Aussage, ein Instrument sei in A gestimmt, dazu verleiten, Rückschlüsse auf verschiedene klangliche Verhältnisse gemäß heute selbstverständlicher Konventionen (*a’* = 440 Hz) zu ziehen. Es ist wichtig, sich immer wieder vor Augen zu führen, dass diese Festlegung keine naturgegebene, sondern eine willkürliche ist:

Die Frequenz 440 Hz ist keineswegs dasselbe wie „der Ton *a*’”, sondern ein in der Natur vorkommendes Phänomen, das anhand einer normalisierten Einheit, *Hertz*, gemessen wird. Und umgekehrt handelt es sich beim Ton *a* nicht um einen Klang mit der Frequenz 440 Hz, sondern um ein lediglich ideell existierendes Konzept, das innerhalb eines Ordnungsgefüges in (ebenfalls theoretischer) Relation zu anderen theoretischen Konzepten (also anderen „Tönen”) steht. Dieses Konzept erfährt seine reale Manifestation dabei zunächst lediglich in semiotischer Form als graphischer (Note) oder sprachlicher Darstellung als „Label” „der Ton *a*’”. Ein klangliches Potential existiert für dieses Konzepts höchstens implizit (dank dessen ist etwa eine Partitur als Medium dazu imstande, dieses inhärente Potential auch ohne klangliche Äußerung in abstrahierter Repräsentation zu transportieren). Kurz gesagt also: Signifikant und Signifikat sind nicht a priori gekoppelt. Ihr Verhältnis muss zuerst festgelegt werden: – etwa durch die Definiton „*a’* = 440 Hz”. Es wird bei der Modellierung darauf zu achten sein, dass diese beiden konzeptuellen Ebenen nicht vermischt werden, und es erscheint sinnvoll, die benötigten Entitäten und Properties nochmals semantisch zu schärfen und gegeneinander abzugrenzen.

### Stimmton

Die Entität ma:Stimmhöhe definiert, wie eben bereits skizziert, den Bezug zwischen Tonkonzept und Klang in der Form „Stimmton hat Festlegung Klangfrequenz” (etwa: „*a’* = 440 Hz)”.[[214]](#footnote-214) Dabei liegt die Relevanz keineswegs in der Kenntnis des Stimmtons in seiner eigentlichen Funktion als Ton für das gemeinsame Stimmen von Instrumente, sondern darin, dass in ihm ein Referenzpunkt festgelegt ist, an dem weitere Töne intervallisch ausgerichtet sind (s. Stimmungssystem).

### Stimmungssystem

Die Entität ma:Stimmungssystem definiert das Gefüge, das festlegt, in welchem Verhältnis Töne zueinander stehen. Anhand eines absolut definierten Stimmtons als Referenzton und in Kenntnis eines zugrundeliegenden Stimmungssystems ließen sich Frequenzen und somit absolute Tonhöhen für beliebige weitere Töne – etwa die des Ambitus – ableiten. Hier bietet die GND mit der Entität gnd:4122368-8 („Stimmung <Musik>”)[[215]](#footnote-215) einen halbwegs aussagekräftigen Datensatz, der behelfsmäßig genutzt werden kann. Um die scheinbare Redundanz dieser Entität und der Entität ma:Stimmung aufzulösen, wird das Label für den Gebrauch in diesem Metadatenprofil durch das Property rdfs:label[[216]](#footnote-216) wieder zu „Stimmungssystem” verändert (sich aber auf die GND hinterlegte Bedeutung bezieht).

### Stimmung

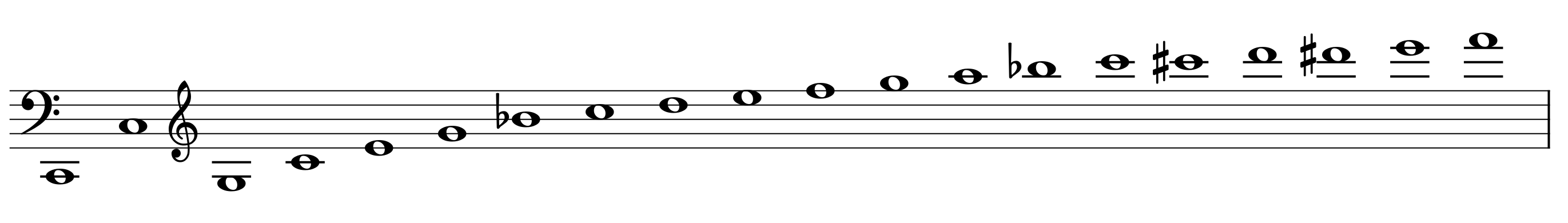
Bei dieser Entität handelt es sich um das komplexeste der hier zu fokussierenden, da in ihm jene eingangs beschriebenen Ebenen Gefahr laufen, übermäßig zu verschwimmen. Zu differenzieren sind vor allem zwei Konzepte:

1. Ein „werk-” oder „quellenseitiges” Konzept von Stimmung, das vor allem die Notation betrifft und somit abstrakt und ideell bleibt (jedoch in gewisser Weise mit 2) in Beziehung steht).
2. Ein Konzept von Stimmung, das aus instrumentenbaulichen Zusammenhängen zustandekommt und sowohl (wiederum nicht notwendigerweise gekoppelte) abstrakte als auch physikalische Aspekte beinhaltet.

Diese beiden Punkte sollen nun anhand des Anwendungsbeispiels näher ausgeführt werden.

Zu 1): Bereits zu Beginn dieser Arbeit wurde erwähnt, dass die Hörner im Autograph der Kantate BWV 208 in F notiert sind, wobei alle weiteren Stimmen in C notiert sind. Dies bedeutet, dass die Töne der Hornstimmen eine Quinte tiefer „klingen”,[[217]](#footnote-217) als sie notiert sind. Dieses Konzept von Stimmung hat dabei eine lediglich auf die Erschließung von Notenmaterial begrenzte Relevanz, da etwa bereits im Falle von Audioaufnahmen Notation keine Rolle spielt. Wichtig ist hierbei festzuhalten, dass das hier gemeinte Stimmungskonzept in keinem notwendigen Zusammenhang zum Instrumententyp stehen muss: eine in F notierte Stimme ist auf einem (mit Ventilen versehenen) Horn gleich welcher Stimmung (siehe 2) ) spielbar.[[218]](#footnote-218)

Zu 2): Blasinstrumente verfügen kraft ihrer baulichen Charakteristika sowie der Methode der Tonerzeugung[[219]](#footnote-219) über eine Art „Grundton”, dem sog. „Pedalton”. Über diesem baut sich durch Veränderung des in Schwingung versetzten Luftstroms – das sog. „Überblasen” – eine Folge von Tönen mit einer festen Intervallstruktur auf – die sog. „Naturtonreihe”.



Naturtonreihe über dem „Pedalton” C. (Eigene Grafik, CC0)

**fis’’!!**

Dies bedeutet also, dass Blasinstrumente bereits qua Konstruktion über eine festgelegte Stimmung verfügen. Diese wird anhand jenes Pedaltons, dem „ersten Naturton” benannt: so bedeutet etwa die Bezeichnung „F-Horn” oder „Horn in F” bezogen auf ein Instrument (und also nicht einen Notentext), dass es sich beim ersten Naturton um ein *f* handelt, und dass sich die Naturtonreihe mit ihrer festgelegten Intervallik über diesem Ton aufbaut. Doch auch hier ist die Aussage „in F” keineswegs auf einen absoluten Ton mit definierter Frequenz bezogen und bleibt somit wenig aussagekräftig, sondern kann nur in Bezug zu einem Frequenz-mäßig definierten Stimmton identifiziert werden. Jedenfalls ergibt sich bei der Modellierung die Schwierigkeit, dass der Bezeichnung „Horn in F” je nach Bezugspunkt – Objekt oder Quelle – eine unterschiedliche Bedeutung zukommen kann, jedoch nicht muss. Tatsächlich kann diese Bezeichnung im Fall der Modellierung von Autograph und *Großwindigem Naturwaldhorn* als synonym gelten – eine Differenzierung zwischen Notation und Horn ist nicht nötig: Ein F-Horn muss in diesem Kontext allein schon deshalb gemeint sein, da nur dessen Naturtonreihe im Barock das notwendige Tonmaterial bereithalten konnte – die Notation ist also bloß eine logische Folge dieser Festlegung. Anders sieht es bei neueren Sachverhalten aus. Dort ist Notation keineswegs an den Instrumententyp gekoppelt: Für ein diatonisch spielbares Horn kann auch ein „virtuell-gestimmtes” Horn notiert werden.[[220]](#footnote-220)

Ein Umgang mit dieser Herausforderung könnte sein, zwei neue Stimmungsentitäten zu schaffen – eine, die sich auf die Notation bezieht und eine, die sich auf die „Grundstimmung” eines Instruments bezieht. Allerdings würde dies eine recht eigentlich artifizielle Trennung des eben skizzierten Sachverhalts bewirken. Um einiges sinnvoller erscheint es, das Konzept der ma:Stimmung in seiner bisherigen Form beizubehalten und – wie dies auch vorgesehen war – durch Properties Relationen zu einem jeweiligen Bezugspunkt, Quelle oder Objekt, auszudrücken.

### Töne

Töne spielten im vorhergehenden Kapitel bereits eine Rolle:

1. als eine Art Schlüssel zum Verständnis eines Notentexts („‘in F’ bedeutet, man muss alles eine Quinte tiefer denken”)
2. als ein Bezeichner, der Rückschlüsse auf den physikalisch prädisponierten intervallischen Aufbau der Naturtonreihe bei Blechblasinstrumenten erlaubt
3. als Klangfrequenz (440 Hz)
4. als „Zeichen” („*f’*” oder **„graphische Note”)**
5. Bislang nicht thematisiert worden ist die Idee einer Oktavidentität der „F-Töne”, die alle Oktav-verwandten, also im Schwingungsverhältnis 1:2, 2:4 etc. stehenden Töne, in sich vereint.[^p7]

Abermals wird deutlich, dass die Beschaffenheit des Konzepts „Ton” eine sehr ambige ist, die durchaus hohe Herausforderungen an die kontextuelle Modellierung stellt, ergeben sich doch zugleich konzeptuelle Überschneidungen sowie Differenzen zwischen den zu modellierenden Konzepten.

Es erscheint sinnvoll, zunächst eine Klassifikation der relevanten Konzepte vorzunehmen:

#### Ton als Abstraktum

1) und 2) beziehen sich auf ein Tonkonzept, das große Ähnlichkeit mit dem 5) inhärenten aufweist: Es liegt ihm eine sehr allgemeine und zugleich sehr abstrakte Vorstellung einer Tonentität „F” zugrunde. Um nicht zu sehr ins Philosophisch-Musiktheoretische abzuschweifen (dies könnte Thema einer Anschlussuntersuchung sein), reicht es, diese Entität zunächst rein hierarchisch als allgemeinste Oberklasse von „F-Tönen” – im denkbar weitesten Sinne – zu verstehen. Leider findet sich keine adäquate Terminologie im Netz, die übernommen werden könnten – es erscheint offensichtlich, dass die Repräsentation musiktheoretischer Zusammenhänge noch ein großes Desiderat darstellt. So ist – beispielhaft betrachtet – eine Nutzung der Wikidata-Entität wdt:Q775617(„F”[[221]](#footnote-221)) durch Koppelung an die gleichstufige Stimmung in ihrer Nutzbarkeit dergestalt beschränkt, dass sie etwa im hier bearbeiteten Anwendungsszenario nicht verwendet werden kann. Es muss daher eine neue Entität ma:F (Tonkomplex) als Unterklasse von ma:Ton angelegt werden. Diese erhält – wie im letzten Kapitel geschildert – durch Verbindung mit einer Property ma:hat Stimmung (notierte) oder ma:Stimmung (Instrument) eine semantische Spezifikation. So können denn auch die bisherigen Entitäten ma:Stimmung sowie ma:in\_F entfernt werden und die beiden Properties durch rdfs:range auf ma:Ton und seine Unterklassen bezogen werden.

Ein Bild, das Text, Karte enthält.

Automatisch generierte Beschreibung

*Bliblablub. (Eigene Grafik, CC0)*

#### Ton als normativ fixiertes Zeichen

##### Taxonomie

Eine Eskalationsstufe weiter in der Konkretisierung des Konzepts „Ton” liegt seine Manifestation als Zeichen jeglicher Form, jedoch stets nur innerhalb eines Musikalischen Bezugs- und Ordnungssystems verständlich, in dessen Kontext er als Bedeutungsträger auftritt. Doch auch hier bleibt er ein abstraktes Phänomen, dessen akustische Äußerung ihm lediglich als Potential innewohnt.

Dieses Konzept von Ton begegnet selbstverständlich insbesondere in Hinsicht auf den Notentext, wie er etwa im Umfeld der Entität ma:Ambitus auftritt. Seine Notation erfolgt dabei in dieser Arbeit gemäß der sog. Helmholtz-Notationsweise.[[222]](#footnote-222)

Es ergeben sich die folgenden taxonomischen Beziehungen:

Ein Bild, das Text enthält.

Automatisch generierte Beschreibung

*Bliblablub. (Eigene Grafik, CC0)*

Dabei ist jedoch weiter zwischen Notation und „Klang” – etwa bei transponierenden Instrumenten zu differenzieren. Dieser Faden wird an späterer Stelle wieder aufzunehmen sein.

##### Stimmton

Zugleich aber findet sich dieses Tonkonzept im Zusammenhang mit der bisherigen Entität ma:Stimmhoehe, indem jene „symbolische”, tonsystemisch-relative Tonhöhe durch die Zuweisung einer Frequenz definiert wird und als Referenzton Verwendung finden kann.

Angesichts der zuletzt vorgenommenen Anpassung im Bereich der Töne gilt es, das bestehende Modell nochmals zu überdenken: Es liegt dabei auf der Hand, dass die bisherige Entität ma:a' = 415 Hz sehr viel aussagekräftiger, multidimensionaler und semantisch anschlussfähiger würde, wenn man jeden Bestandteil des Tripels als einzelnes Konzept auffassen würde.

Dabei existiert bereits eine Entität ma:a', durch deren Nachnutzung in diesem Kontext die Kohärenz des gesamten Datenmodells weiter gestärkt wird.

#### Ton als physikalisches Phänomen

Wie bereits mehrfach erwähnt, geschieht die Etablierung eines Referenztons, eines Stimmtons, durch „das Mappen” eines relativen Tonkonkonzepts mit der realen Naturerscheinung akustischer Schwingungsfrequenzen. Soll nun also diese „Konkordanz” ebenfalls in eine Tripelstruktur gebracht werden, muss eine Property sowie ein Objekt definiert werden. Dies kann an dieser Stelle nur prophylaktisch erfolgen, erfordert doch die Modellierung mit etablierten Semantic Web-Sprachen solide(re) Kenntnisse im Bereich der Akustik. Daher soll zunächst mit der Wikidata-Entität „pitch” (wdt:Q118819) vorliebgenommen werden, die als Klasse eingeführt werden kann. Ihr als Instanz zugeordnet, ist die zu erstellende Frequenz-Entität ma:415Hz. Eine weitere Ausdifferenzierung der Bestandteile in Datentypen (etwa „natürliche Zahlen”) und Einheitswerte (Hz) wäre ebenfalls ein Anschlusspunkt für künftige Bestrebungen.[[223]](#footnote-223)

##### Modellierung Stimmhöhe / Referenzton

1) Es ergibt sich also der folgende Zusammenhang:

**Bild:**

Die Entität ma:Stimmhoehe integriert in sich die allgemeine, freilich durch Instanzen dieser Klassen weiter zu spezifizierende Aussage:

ma:Ton rdf:value wdt:Q118819

Dabei wurde wdt:Q118819 durch das neue Property rdf:value[[224]](#footnote-224) in Relation zu ma:Ton, etwa ma:a', gesetzt.

2) Durch die so erfolgte Modellierung der Entität ma:Stimmhoehe als RDF-Tripel ergibt sich eine Schwierigkeit, die bislang keine Rolle gespielt hat: Das Objekt (die Stimmung) der Aussage

<ein Musikinstrument> <hat Stimmung> <die Stimmung> .

beinhaltet selbst ein Tripel, nämlich:

<a'> <ist gleich> <415 Hertz> .

Die Lösung dieses Problems liegt im sogenannten *reification*,[[225]](#footnote-225) indem „eine Aussage über eine Aussage” gemäß dem folgenden Schema gemacht wird:

<ein Musikinstrument> <hat Stimmung> <die Stimmung> .

<die Stimmung> <hat Subjekt> <a'> .

<die Stimmung> <hat Prädikat> <ist gleich> .

<die Stimmung> <hat Objekt> <415 Hertz> .

Zudem könnte definiert werden:

<die Stimmung> <ist eine> <Tripel-Aussage> .

Dies kann mithilfe der Properties rdf:subject,[[226]](#footnote-226) rdf:predicate[[227]](#footnote-227) und rdf:object[[228]](#footnote-228) geschehen. Zudem kann das Objekt durch Klassifizierung als Aussage durch die Verbindung über das Property rdf:type zur Entiät rdf:statement[[229]](#footnote-229) definiert werden:[[230]](#footnote-230)

Es ergibt sich somit der folgende analoge Zusammenhang:

<wdt:musical\_instrument> <ma:hat\_Stimmhoehe> <ma:Stimmhoehe> .

<ma:Stimmhoehe> <rdf:subject> <ma:Ton> .

<ma:Stimmhoehe> <rdf:predicate> <rdf:value> .

<ma:Stimmhoehe> <rdf:object> <wdt:pitch> .

sowie

<ma:Stimmhoehe> <rdf:type> <rdf:statement> .

#### Tonraum (Ambitus)

Ein weiteres Anliegen der Arbeit war es, eine Darstellungsmöglichkeit für den Ambitus (bislang ma:Ambitus) von Stimmen zu schaffen. Auch hier halten die auffindbaren Vokabulare keine Patentrezepte bereit. So bietet zwar DOREMUS das Property mus:has\_Ambitus[[231]](#footnote-231) scheinbar einen Ansatzpunkt, allerdings wird durch die Erklärung „this property allows for describing the tessitura of a character, as can be drawn from the score[…]” die Benutzung letztlich auf Vokalpartien beschränkt. Wikidata hält das Property wdt:ambitus(P2279)[[232]](#footnote-232) bereit, das aufgrund seiner Beschreibung „étendue d’une mélodie, d’une voix ou d’un instrument, entre sa note la plus grave et sa note la plus élevée” vielversprechend erscheint. Jedoch ist er semantisch auf eine Entiät bezogen, deren Beschreibung unsinnig ist,[[233]](#footnote-233) und zugleich scheint jener Ambitus als Intervall und nicht als definierter Tonraum darstellbar. So fällt die Entscheidung leicht, die eigens definierten Konzepte auch weiterhin beizubehalten.

<ma:Instrument\_nach\_Vokabular\_(Domäne)> <ma:hatAmbitus> <ma:Ambitus> .

Dabei gilt für ma:Ambitus:

<ma:Ambitus> <ma:hat\_höchsten\_Ton> <ma:Ton> .

<ma:Ambitus> <ma:hat\_tiefsten\_Ton> <ma:Ton> .

#### Inferenzmöglichkeiten

Weiteres Potential des Metadatenprofils liegt in der automatischen Deduktion von Schlussfolgerungen dank formallogischer Zusammenhänge.[[234]](#footnote-234) Beispielsweise die folgenden Sachverhalte könnten künftig durch entsprechende weitaus komplexere Modellierung inferiert werden:

1. anhand der Information über die notierte Stimmung könnten die dermaßen notierte Töne – etwa die des Ambitus – automatisch zu „klingenden” Tönen automatisch werden. (Die Möglichkeit, diese Transposition künftig maschinell zu implementieren macht die ursprünglich im ERM vorgesehene Modellierung der „klingenden” Äquivalente zu notierten Tönen hinfällig.)
2. mit dem Kammerton als Referenzton und in Kenntnis des zugrundeliegenden Stimmungssystems wären einzelne Frequenzen von Tönen exakt bestimmbar.

Diese Modellierung würde ein fundierteres Verständnis mathematischer Logik und ihrer Modellierung etwa mit OWL erfordern.

## Technische Nachbereitung / The Rise of *wumms:*

* Gemäß der guten Praxis für Linked Open Data-Datensätze erhalten die Konzepte des Vokabulars mit dem Property rdfs:label einen Namen und eine Sprachbezeichnung („label everything”)[[235]](#footnote-235).
* Dasselbe gilt für rdfs:comment.
* Schreibweisen wurden vereinheitlicht, Sonderzeichen entfernt.
* Das Domänenvokabular, das bislang in *ma:* ebenfalls mitgeführt wurde, wurde in das neue Vokabular *domaene:*[[236]](#footnote-236) ausgelagert.
* Der behelfmäßig eingeführte Namespace *ma:* kann durch einen neuen, weitaus besseren Namespace ersetzt werden: Jedes nennenswerte Vokabular verdient ein stattliches Akronym. Daher wird *ma:* an dieser Stelle in *wumms* (**S**e**M**antic **MU**sical instrument **W**eb) – sogar so etwas wie ein anagrammatisches Akronym – umbenannt.
* Eine entsprechende Domain wurde auf purl.org registriert, sodass *wumms:* nun über die persistente URL purl.org/wumms im Netz für immer und ewig verankert ist und referenziert werden kann („cool uris don’t change”)[[237]](#footnote-237). Diese löst derzeit auf das Vokabular im *GitHub*-Repositorium auf.
* Allerdings wurde *wumms:* durch den Zusatz owl:versionInfo "draft" als instabiler Entwurf gekennzeichnet. Dasselbe gilt für die einzelnen Konzepte. Somit ist dem Hinweis genüge getan, die Nutzung erfolge einstweilen auf eigene Gefahr, und eine weitere, ändernde Bearbeitung ist somit statthaft.

# Schluss

## Anwendungssimulation

Nach erfolgter Modellierung liegt es nahe, die Kohärenz sowie die Praxistauglichkeit des Metadatenprofils zu verifizieren. Doch anhand welcher Kriterien und mit welcher Methode lässt sich der Erfolg prüfen? Wären die Datensätze bereits in einem Triple Store publiziert, ließe sich mithilfe verschiedener Abfragen über eine API oder eine SPARQL-Schnittstelle die Konsistenz des Datenmodells feststellen, indem eine Abfrage einer Kataloganwendung simuliert würde. Da dies nun nicht der Fall ist, erscheint der Ansatz sinnvoll, eine Nachmodellierung des „Anwendungsszenarios” aus #Kapitel anhand dem Metadatenprofil vorzunehmen. Diese Modellierung simuliert denn zwar nicht die Schnittstellenabfrage an sich, wohl aber das erfolgreiche Retrieval relevanter Informationen. Gelingt die Nachmodellierung, ist davon auszugehen, dass das Metadatenprofil den spezifischen Anforderungen des Szenarios genügt.

Diese Vorgehensweise, anhand eines gewünschten Szenarios eine Simulation in Form einer Modellierung vorzunehmen und dabei semantische Inkompatibilitäten und Modellierungsfehler zu identifizieren, erschiene auch im Falle einer zukünftigen Weiterentwicklung des Metadatenprofils geeignet.

### Modellierung

[hier fehlen noch die ganzen Namespaces]

Das Szenario sah vor, dass im Bereich der Domäne die folgenden Zuhammenhänge bereits vordefiniert sind:

dom:BWV208 dom:hatUraufführung dom:UrauffuehrungBWV208 ,  
  
 dom:hatBesetzung dom:corDaCaccia .  
  
###\ In einem externen Vokabular ist das Ereignis der Uraufführung mit dem uraufgeführten Werk verknüpft und die Besetzung ist mit dem Domänenvokabular bezeichnet. [^1]

Eingedenk dieser gesetzten Prämisse voranschreitend ist die Modellierung mit dem Vokabular des Metadatenprofils in folgender Weise möglich:

@prefix mo: <http://purl.org/ontology/mo/#> .  
@prefix wc: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:> .  
@prefix wd: <https://www.wikidata.org/wiki/Property:> .  
@prefix crm: <http://purl.org/NET/cidoc-crm/core#> .  
@prefix gnd: <http://d-nb.info/gnd/> .  
@prefix owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#> .  
@prefix rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#> .  
@prefix wdt: <https://www.wikidata.org/wiki/> .  
@prefix mimo: <https://mimo-international.com/MIMO/doc/IFD/#> .  
@prefix rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#> .  
@prefix wumms: <http://purl.org/wumms#> .  
@prefix litmus: <https://itma.ie/litmus/ontology#> .  
  
  
dom:UrauffuehrungBWV208 rdf:type wumms:Auffuehrung .  
  
###\ Externen Ereignis-Datensatz als Ereignis im Sinne des Metadatenprofils definiert.

dom:UrauffuehrungBWV208 mo:performer wdt:Q97621186 .  
  
###\ Die Uraufführung fand unter Mitwirkung von Johannes Zedelmayer statt.

dom:UrauffuehrungBWV208 mo:instrument dom:Barockhorn\_(Mitteldeutschland) .  
  
###\ Die Uraufführung fand mit einem Barockhorn statt.

dom:Barockhorn\_(Mitteldeutschland) litmus:L58i wdt:Q97621186 .  
  
###\ Ein Instrument des Typs "Barockhorn" wurde gespielt von Johannes Zedelmayer.

dom:Barockhorn\_(Mitteldeutschland) owl:sameAs dom:corDaCaccia .  
  
###\ Der Typ "Barockhorn" entspricht dem Typ "cor da caccia".

dom:Barockhorn\_Mitteldeutschland crm:P137 mimo:MIMUL\_Inv.-Nr.\_1661 .  
  
###\ Ein Beispiel für den Typ "Barockhorn" ist das Großwindige Naturwaldhorn etc.

mimo:MIMUL\_Inv.-Nr.\_1661 wumms:KlangbeipsielMediumOfPerformance wc:File:4m33s.mid .  
  
###\ Ein Klangbeispiel des Großwindigen Naturwaldhorn findet sich in den Wikimedia Commons.

dom:corDaCaccia wumms:hatNotierteStimmung wumms:F\_Tonkomplex .  
  
###\ Das Horn in BWV ist in F notiert (es handelt sich um ein F-Horn). Hier wird abermals das Problem des Mappings deutlich – tatsächlich existiert keinerlei Information, ob es sich bei MIMUL 1663 um ein Horn in F handelt. Durch Vererbung kraft des symmetrischen Property's crm:P137 ist dies nun jedoch nahegelegt.

dom:corDaCaccia mwumms:hatStimmungssystem wumms:obertonreineStimmung .  
  
###\ Das Horn hat die Stimmung "Obertonrein".

dom:corDaCaccia wumms:hatStimmhoehe wumms:Stimmhoehe .  
  
wumms:Stimmhoehe rdf:subject wdt:118819 .  
  
wumms:Stimmhoehe rdf:predicate rdf:value .  
  
wumms:Stimmhoehe rdf:object ma:415Hz .  
  
###\ die absolute Stimmhöhe des Horns ist a' = 415 Hz.

dom:corDaCaccia wumms:hatAmbitus wumms:Ambitus .  
  
wumms:Ambitus wumms:hatTiefstenTon wumms:c' .  
  
wumms:Ambitus wumms:hatHoechstenTon wumms:a'' .  
  
###\ Der Ambitus des Horns umspannt die Töne c' und a'' (notiert!)

###\ Folgende Informationen können darüber hinaus durch das Wissen um Referenzton, Stimmungston und notierte Stimmung inferiert werden:

**FEHLT!!!!!!!**

Zwei Erkenntnisse können bereits festgehalten werden:

1. Das Problem des „Mappings” zwischen Vokabular und Objekt ist – dies wurde bereits in #Kapitel festgestellt – nicht bestmöglich gelöst. Die Vererbung von Eigenschaften der je einen auf die je andere Entität, wie sie momentan der Fall ist, ist nicht wünschenswert. Dies wurde bei der Modellierung nochmals sehr deutlich. So ist beispielsweise die Option, verschiedenartig gestimmte Instrumente miteinander in Beziehung zu setzen, prinzipiell nicht möglich. Hier ist weitere Arbeit bei der Relationierung durch Properties angezeigt, wobei etwa auch Möglichkeiten der Prädikatenlogik zu prüfen, ein interessanter Ansatz sein könnte.
2. Das Metadatenprofil eignet sich – soweit es sich hier feststellen lässt – grundsätzlich zur Modellierung des Anwendungsszenarios und ähnlich komplexer musikalischer/organologischer Sachverhalte, die Entitäten verschiedener Kulturerbedomänen miteinander in Beziehung setzen und verknüpfen. Dieses Anliegen der Arbeit kann somit nun als weitestgehend erfüllt betrachtet werden.

## Fazit

Ausgehend von einem exemplarischen Anwendungsszenario, dem Horn im Kontext von J. S. Bachs sog. „Jagdkantate” BWV 208, wurde die Modellierung eines Metadatenprofils, *wumms:* (**S**e**M**antic **MU**sical instrument **W**eb), das auf den Prinzipien von *Linked Open Data* basiert, vorgenommen und im Netz publiziert.[[238]](#footnote-238) Dabei galt es insbesondere zu prüfen, in wie weit es in diesem Szenario möglich ist, mit den Mitteln des *Semantic Web* musikinstrumentenbezogene Entitäten und Ressourcen aus unterschiedlichen Sparten des Kulturerbes miteinander semantisch zu verknüpfen und dabei Anreicherungen der bisherigen Ausdrucksmöglichkeiten bei der Erschließung solcher Entitäten und Ressourcen zu schaffen. Dazu wurde das Szenario zunächst in ein *Entity Relationship Modell* überführt, das die Grundlage für eine anschließende RDF-Klassierung bildete. Die Bestandteile dieses semantischen Grundgerüsts wurden im Anschluss mit etablierten Vokabularen nachmodelliert und so das Profil eng in das *Semantic Web* eingewoben. Ließen sich gewünschte Sachverhalte mit dem im *Semantic Web* vorhandenen Vokabular nicht adäquat nachbilden – dies war insbesondere im Kontext von „Stimmung” der Fall –, wurden eigene Konzepte geschaffen und durch Subklassierung unter etablierte externe Konzepte gleichfalls gegenüber dem *Semantic Web* semantisch anschlussfähig.

Die Ziele dieser Arbeit konnten weitestgehend erreicht werden. Die anfangs entworfenen Szenarien konnten zum Schluss erfolgreich modelliert und so eine Verbindung zwischen verschiedenen spartenspezifischen Ressourcen hergestellt werden. Sowohl methodische Grundlage in Form dieser Arbeit als auch konzeptuelle Grundlage in Form einer *lightweight ontology* sind somit für eine weitere Ausarbeitung geschaffen. Dies gilt jedoch nur eingeschränkt für das objekt- und quellenseitige „Mapping”: Hier weist das jetzige Modell noch Defizite auf, die im Zuge einer Weiterentwicklung anzugehen wären. Dies vermag jedoch nicht weiter zu verwundern, liegt doch das Defizitäre in der Natur eines Modells, das den Ausgangspunkt eines diskursiven Prozesses markieren soll.

Ähnliches gilt für die Schaffung von komplexeren Inferenzierungsmöglichkeiten: Im Bereich der „Stimmungen” konnte die Sinnhaftigkeit solcher Möglichkeiten bei der automatisierten Transposition von Tönen demonstriert werden. Jedoch erforderte eine Implementierung fundiertere Informatikkenntnisse (zumindest gegenüber denen des Verfassers). Induktiv gesehen liegt somit der Schluss nahe, dass Ontologieentwicklung idealerweise ab einem gewissen Punkt als Kooperation zwischen Fachwissenschaftlern und Informatikern geschieht. Operative Schritte wären für eine weitere Ausarbeitung die Bildung einer entsprechenden Community und das Schaffen einer Plattform für die kooperative Weiterentwicklung. Hierfür verspricht etwa die Software *Wikibase*[[239]](#footnote-239) eine außerordentlich vielversprechende Plattform bieten zu können.

Wünschenswert wäre schließlich die technische Möglichkeit, in RDF strukturierte Daten gegenüber dem Metadatenprofil zu validieren, wie man es etwa von in XML strukturierten Datensätzen her gewohnt sein mag. Dies ermöglichen die Sprachen *ShEX* („Shape Expressions” – in *Wikibase* „enthalten”)[[240]](#footnote-240) und *SHACL* („Shapes Constraints Language”)[[241]](#footnote-241). Während im Zuge dieser Arbeit nicht, wie ursprünglich geplant, der Versuch unternommen werden konnte, eine Beschreibung des Metadatenprofils mit einer dieser Sprachen zu unternehmen, würde eine solche Validierungsmöglichkeit ein außerordentlich nützliches Produkt darstellen,[[242]](#footnote-242) das insbesondere auch die eine niedrigschwellige Verwendung ermöglichen könnte.

Die Entwicklungsarbeit selbst könnte dabei situativ erfolgen: Anhand eines standardisierten Grundgerüsts, dem Metadatenprofil, könnten, je nach Bedarf, weitere Ausdrucksmöglichkeiten in Form von Vokabular erschaffen und eingebunden werden werden. Durch die Auslagerung in eine Anwendercommunity könnte so optimal der akute Eigenbedarf des jeweiligen Anwenders mit dem Bedarf aller Nutzer synchronisiert werden.

Insgesamt war immer wieder festzustellen, dass es vielerorts im *Semantic Web* noch an elementaren Ausdrucksmöglichkeiten im Bereich der Musikinstrumente im Speziellen und der Musik im Allgemeinen sehr mangelt. Dies betrifft sowohl Normdaten (etwa ein authoritatives Verzeichnis von Orgeln), Ontologien (etwa „Stimmung”, Musiktheorie, Akustik) aber auch Best Practices zur Modellierung teils einfacher musikbezogener Sachverhalte (etwa Klangbeispiele). Weitere Arbeit in diesen Bereichen – ob als große Ontologie, oder doch besser als viele vernetzte kleinere – birgt somit enormes Potential. Dabei ist klar, dass die hier illustrierte Darstellungstiefe keineswegs den alltäglichen Bedarf wiedergibt. Jedoch konnte demonstriert werden, dass es prinzipiell möglich ist, jedes erdenkliche benötigte Szenario im *Semantic Web* zu modellieren, wobei wiederum Dritte bei Beachtung der FAIR-Richtlinien[[243]](#footnote-243) und der Publikation von *Linked Open Data*[[244]](#footnote-244) wiederum von publizierten Daten profitieren können.

Dabei wurde deutlich, dass die Modellierung von Ontologien und die Publikation von Linked Open Data eine gewisse Lernkurve voraussetzt. Doch demonstriert die Publikation von *wumms:*, die auch ganz ohne eine solche auskam, dass auch für einzelne Wissenschaftler oder Institutionen ohne starke Informatikabteilung diese Vorgänge durchaus leistbar sind – auch hier galt: *learning by doing*. Dabei sind die Vorteile, die sich auch für kleinere Forscher und Einrichtungen bieten – etwa die Unabhängigkeit gegenüber den beschränkten Ausdrucksmöglichkeiten herkömmlicher etablierter Vokabulare – und die Anschlussfähigkeit in einer zunehmend vernetzten Wissenschaftswelt, deren Indikator etwa die Rolle von Linked Open Data in den Projekten *NFDI*-[[245]](#footnote-245) und *GND4C*[[246]](#footnote-246) ist, enorm.

Diese Anschlussfähigkeit gilt dabei mitnichten lediglich für den geisteswissenschaftlichen-/Kulturerbebereich: Innerhalb einer Nationalen Forschungsdateninfrastruktur könnten bisherige Gräben zu weiteren Disziplinen, etwa zur Akustik, zur Materialwissenschaft etc. aufgeschüttet werden, und so weitere Schritte in Richtung einer künftig interdisziplinär vernetzten Wissenschafts- und Forschungsdatenlandschaft unternommen werden.

Auch die einzelnen teile zusammenfassung konkreter

Zuerst unzulänglichkeiten angeschaut

Fehlt: niedrigschwellig bearbeitbar? <- vorne rausnehmen? Hat nicht so die rolle gespielt in ganzer arbeit

Ziele konnten erreicht werden (was waren genau die ziele?)

Insg. Ziele immer mitführen.

informatikabteilung

**muss noch: vernetzte Bestände / Anreicherung**

zu einer vernetzten interdisziplinarität oder so

Erkenntnisse:

funktioniert prinzipiell könnte ein großer Zugewinn sein für Vernetzung von Beständen, wenn man die Möglichkeiten mit den jetzigen vergleicht.

Lücken im relevanten Vokabular (und das gilt nicht nur für Instrumente) -> man sollte also weiterentwickeln. Wie? Eine große Ontologie, oder viele kleine? (auch erwähnen, dass interdisziplinärer Anschluss nicht nur GW, z.B. Akustik, Materialforschung, Anwendungsgebiete, die noch überhaupt nicht einfallen)

wie kann weiter gehen?

fazit

kurze zusammenfassung – 1/2 Seite bewertung

das funktioniert lücken – nicht allzusehr rechtfertigen rechtfertigungsschrift – zu thematisieren

2–3 Seiten

kurzzussammenfassung je kapitel höcht 1/2 seite

„5 Star Linked Data - Government Linked Data (GLD) Working Group Wiki“, online: <https://www.w3.org/2011/gld/wiki/5_Star_Linked_Data> (abgerufen am 15. August 2020).

„FAIR Principles“, in: *GO FAIR*, online: <https://www.go-fair.org/fair-principles/> (abgerufen am 15. August 2020).

„Shape Expressions (ShEx) 2.1 Primer“, online: <https://shex.io/shex-primer/> (abgerufen am 15. August 2020).

„Shapes Constraint Language (SHACL)“, online: <https://www.w3.org/TR/shacl/> (abgerufen am 15. August 2020).

1 Erkenntnis: das ganze mit den Stimmungen und so sollte mal als komplette Ontologie modelliert werden!!!

Dies wird umso deutlicher, wendet man sich den innerhalb des Komplexes ma:Ambitus relevanten Entitäten zu.

deswegen kann man sie auch nicht einfach alle gleichsetzen bei modellierung

Töne: zwei verschiedene Sorten: in F: Klasse aller Oktavverwandten F-Töne <- nein: entweder betrifft dies die Notation oder die Prädisposition der Stimmung f’: Ton, der in einer bestimmten Art notiert wird und in jenem Gefüge sich bewegt.

im weiteren: ausdifferenzieren – Töne zueinander in Beziehung setzen. <- Reasoning!

also die Properties definieren – kann also sein, dass Stimmung andere Werte hat (nicht so wie im ERM)

man muss Definitionen in das Vokabular reinmachen.

Pedalton ist an das Instrument gekoppelt: der tiefste Ton ist F

„hat Stimmung (absolute Tonhöhe)”: „a’ = 440 Hz” – absolute Tonhöhe bedeutet, dass ein Ton mit seinen inhärenten Eigenschaften (Name, notierte Darstellung) auf eine Frequenz festgelegt ist -> erstmal nicht so relevant für Anwendungsfall, oder?

Dann ist aber der Pedalton noch etwas zusätzliches…

Pedalton ebenfalls: man muss differenzieren zwischen der Bezeichnung „in F” und der tatsächlihcne absoluten Tonhöhe

hat Stimmungssystem – natürlich (heißt das so bei Blechinstrumenten?)

Grundstimmung / obertonreine Stimmung / relative Stimmung

Ein *Instrument nach Vokabular (Domäne)* kann innerhalb eines Werks beliebig viele notierte *Stimmungen* besitzen.[^pc8665]. Die Bedeutung der Entität *Stimmung* – etwa mit dem Wert „F” – weicht dabei in der Kombination mit *Instrument* von der der Verwendung in Kombination mit *Objekt (Domäne)* ab: In dieser Kombination bezieht sich die Entität *Stimmung* auf die mögliche „Grundstimmung” eines Objekts (z.B. F-Horn), sofern es eine besitzt.[^pc8666]

!!!! Das muss vermutlich alles auch mit dem Werk verknüpft sein!!! <- das muss man fragen!

Das gilt übrigens auch für den ganzen anderen Kram… :(

http://data.doremus.org/ontology/#U28\_has\_ambitus

„scope note: this property allows for describing the tessitura of a character, as can be drawn from the score.”

https://www.wikidata.org/wiki/Property:P2279

musical interval/range of a melody

étendue d’une mélodie, d’une voix ou d’un instrument, entre sa note la plus grave et sa note la plus élevée

„directed graphs are the more suitable data structure for encoding (music) texts than tree structures (and thus XML)” J. Kepper. 2009. „XML-basierte Codierung musikwissenschaftlicher Daten – Zu den Voraussetzungen einer digitalen Musikedition”. it – Information Technology. Methoden und innovative Anwendungen der Informatik und Informationstechnik 51 (4): 216–221, here 220.

Dean Allemang, James A. Hendler, *Semantic Web for the Working Ontologist. Effective Modeling in RDFS and OWL*, 2nd ed, Waltham, MA 2011.

„Ambitus“, online: <https://www.wikidata.org/wiki/Property:P2279> (abgerufen am 27. Juli 2020).

„Ambitus“, online: <https://www.wikidata.org/wiki/Q745780> (abgerufen am 27. Juli 2020).

„DOREMUS Ontology“, online: <http://data.doremus.org/ontology/#U28_has_ambitus> (abgerufen am 27. Juli 2020).

„F“, online: <https://www.wikidata.org/wiki/Q775617> (abgerufen am 26. Juli 2020).

Pascal Hitzler u. a., *Semantic Web. Grundlagen*, Berlin 2008 (= eXamen.Press).

„Hypertext Style: Cool URIs Don’t Change.“, online: <https://www.w3.org/Provider/Style/URI> (abgerufen am 13. August 2020).

Kurt Janetzky, Bernhard Brüchle, *Das Horn. Eine Kleine Chronik Seines Werdens Und Wirkens*, Bd.: 6, Mainz u.a. 1984 (= Unsere Musikinstrumente).

„Katalog der Deutschen Nationalbibliothek“, online: <https://portal.dnb.de/opac.htm?method=simpleSearch&cqlMode=true&query=nid%3D4122368-8> (abgerufen am 27. Juli 2020).

„Label Everything“, online: <https://patterns.dataincubator.org/book/label-everything.html> (abgerufen am 13. August 2020).

„RDF Schema 1.1“, online: <https://www.w3.org/TR/rdf-schema/#ch_label> (abgerufen am 27. Juli 2020).

„RDF Schema 1.1“, online: <https://www.w3.org/TR/rdf-schema/#ch_reificationvocab> (abgerufen am 27. Juli 2020).

„RDF Schema 1.1“, online: <https://www.w3.org/TR/rdf-schema/#ch_subject> (abgerufen am 27. Juli 2020).

„RDF Schema 1.1“, online: <https://www.w3.org/TR/rdf-schema/#ch_predicate> (abgerufen am 27. Juli 2020).

„RDF Schema 1.1“, online: <https://www.w3.org/TR/rdf-schema/#ch_object> (abgerufen am 27. Juli 2020).

„RDF Schema 1.1“, online: <https://www.w3.org/TR/rdf-schema/#ch_statement> (abgerufen am 27. Juli 2020).

„SPARQLCRMSUPPE/VocsForInstruments“, in: *GitHub*, online: <https://github.com/SPARQLCRMSUPPE/VocsForInstruments> (abgerufen am 13. August 2020).

Klaus Wogram, „Ein Beitrag zur Ermittlung der Stimmung von Blechblasinstrumenten“, in:.

—

„About: Doremus:Vocabulary/Iaml/Mop/“, online: <http://data.doremus.org/vocabulary/iaml/mop/> (abgerufen am 2. Juni 2020).

„Alan Riedel auf Twitter: "#Musicology #SemanticWeb experts, I humbly ask your counsel: are you aware of vocabulary to model audio examples? For instance: &lt;track a&gt; &lt;is an audio example of&gt; &lt;work a&gt; . @MusiCog @music\_enfanthen @tmtn @TMusicology #openmasterarbeit" / Twitter“, in: *Twitter*, online: <https://twitter.com/SPARQLCRMSUPPE/status/1270298014519869440> (abgerufen am 11. Juni 2020).

„Anton Fischer“, online: <https://www.wikidata.org/wiki/Q97621343> (abgerufen am 23. Juli 2020).

Irish Traditional Music Archive, „Irish Traditional Music Archive“ (25. Mai 2020), in: *ITMA*, online: <https://www.itma.ie/litmus/ontology> (abgerufen am 26. Mai 2020).

—, „Irish Traditional Music Archive“ (25. Mai 2020), in: *ITMA*, online: <https://www.itma.ie/litmus/ontology> (abgerufen am 26. Mai 2020).

—, „Irish Traditional Music Archive“ (25. Mai 2020), in: *ITMA*, online: <https://www.itma.ie/litmus/ontology> (abgerufen am 26. Mai 2020).

„Audio“, online: <https://www.wikidata.org/wiki/Property:P51> (abgerufen am 11. Juni 2020).

Bertil Hermann van Boer, „Observations on Bach’s Use of the Horn Part I“, in: *Bach*, 11 (1980), H. 2, S. 21–28, online: <http://www.jstor.org/stable/41640100>.

„byArtist - Schema.Org Property“, online: <https://schema.org/byArtist> (abgerufen am 25. Mai 2020).

„David M. Weigl auf Twitter: "@SPARQLCRMSUPPE @music\_enfanthen @tmtn @TMusicology Music ontology offers one way – see slide 20 in @music\_enfanthen and my slide deck here: https://t.co/VM2U2TcVkN. tl;dr: a performance of a musical work is recorded as a signal which is published as a musical manifestation that is available as an audio file." / Twitter“, in: *Twitter*, online: <https://twitter.com/MusiCog/status/1270301139293155333> (abgerufen am 11. Juni 2020).

„David M. Weigl auf Twitter: "@SPARQLCRMSUPPE @music\_enfanthen @tmtn @TMusicology Small follow-up, you could also use schema:recordingOf (from a schema:MusicComposition to a schema:MusicRecording). This may be more appropriate if the audio you’re linking is published (e.g. as a track on a CD), rather than, say, a field recording" / Twitter“, in: *Twitter*, online: <https://twitter.com/MusiCog/status/1270696812312236032> (abgerufen am 11. Juni 2020).

„DCMI: DCMI Metadata Terms“, online: <https://www.dublincore.org/specifications/dublin-core/dcmi-terms/#relation> (abgerufen am 2. Juni 2020).

„Definition of the CIDOC Conceptual Reference Model“, online: <http://www.cidoc-crm.org/html/5.0.4/cidoc-crm.html#P137> (abgerufen am 30. Mai 2020).

„Definition of the CIDOC Conceptual Reference Model“, online: <http://www.cidoc-crm.org/html/5.0.4/cidoc-crm.html#E1> (abgerufen am 30. Mai 2020).

„Definition of the CIDOC Conceptual Reference Model“, online: <http://www.cidoc-crm.org/html/5.0.4/cidoc-crm.html#E55> (abgerufen am 30. Mai 2020).

„Definition of the CIDOC Conceptual Reference Model“, online: <http://www.cidoc-crm.org/html/5.0.4/cidoc-crm.html#P127> (abgerufen am 30. Mai 2020).

„Definition of the CIDOC Conceptual Reference Model“, online: <http://www.cidoc-crm.org/html/5.0.4/cidoc-crm.html#E19> (abgerufen am 30. Mai 2020).

„DOREMUS-ANR/doremus-ontology“, in: *GitHub*, online: <https://github.com/DOREMUS-ANR/doremus-ontology> (abgerufen am 25. Mai 2020).

„DOREMUS Ontology“, online: <http://data.doremus.org/ontology/#U54_is_performed_expression_of> (abgerufen am 25. Mai 2020).

„DOREMUS Ontology“, online: <http://data.doremus.org/ontology/#U81i_is_performer_status_of> (abgerufen am 25. Mai 2020).

„DOREMUS Ontology“, online: <http://data.doremus.org/ontology/#M14_Medium_Of_Performance> (abgerufen am 2. Juni 2020).

„FOAF Vocabulary Specification“, online: <http://xmlns.com/foaf/spec/#term_Agent> (abgerufen am 25. Mai 2020).

„FOAF Vocabulary Specification“, online: <http://xmlns.com/foaf/spec/#term_Person> (abgerufen am 25. Mai 2020).

Nuno Freire, Valentine Charles, Antoine Isaac, „Evaluation of Schema.Org for Aggregation of Cultural Heritage Metadata“, in: *The Semantic Web. 15th International Conference, ESWC 2018, Heraklion, Crete, Greece, June 3–7, 2018. Proceedings*, Bd.: 10843, hrsg. von Aldo Gangemi u. a., Cham 2018 (= Lecture Notes in Computer Science), S. 225–239, DOI: https://doi.org/[10.1007/978-3-319-93417-4\_15](https://doi.org/10.1007/978-3-319-93417-4_15) (abgerufen am 11. Juni 2020).

„GND Ontology“, online: <https://d-nb.info/standards/elementset/gnd#instrumentalist> (abgerufen am 25. Mai 2020).

Pascal Hitzler u. a., *Semantic Web. Grundlagen*, Berlin 2008 (= eXamen.Press).

„Home - Schema.Org“, online: <https://schema.org/> (abgerufen am 11. Juni 2020).

„Johann Zedelmayer“, online: <https://www.wikidata.org/wiki/Q97621186> (abgerufen am 23. Juli 2020).

Jakob Kusnick u. a., „A Timeline Metaphor for Analyzing the Relationships between Musical Instruments and Musical Pieces:“ in: *Proceedings of the 15th International Joint Conference on Computer Vision, Imaging and Computer Graphics Theory and Applications*, o. Hrsg., Valletta 2020, S. 240–251, DOI: https://doi.org/[10.5220/0008990502400251](https://doi.org/10.5220/0008990502400251) (abgerufen am 26. Mai 2020).

„Label Everything“, online: <https://patterns.dataincubator.org/book/label-everything.html> (abgerufen am 11. Juni 2020).

„LD4P/PerformedMusicOntology“, in: *GitHub*, online: <https://github.com/LD4P/PerformedMusicOntology> (abgerufen am 2. Juni 2020).

Laurence Libin, „Musical Instrument“, in:, (2018), DOI: https://doi.org/[10.1093/omo/9781561592630.013.3000000097](https://doi.org/10.1093/omo/9781561592630.013.3000000097).

„Library of Congress Names - LC Linked Data Service: Authorities and Vocabularies | Library of Congress“, online: <http://id.loc.gov/authorities/names.html> (abgerufen am 25. Mai 2020).

„Lord Dunn–Raven Stradivarius“, online: <https://www.wikidata.org/wiki/Q6679199> (abgerufen am 2. Juni 2020).

„Musical instrument“, online: <https://www.wikidata.org/wiki/Q34379> (abgerufen am 2. Juni 2020).

„musiXplora – Über Den musiXplora“, online: <https://home.uni-leipzig.de/mim/about/> (abgerufen am 26. Mai 2020).

Anna Neovesky, Frederic von Vlahovits, „Interconnecting music repositories with semantic web technologies—an RDF- and schema.org-based approach“, in: *Digital Scholarship in the Humanities*, (2020), S. fqaa019, DOI: https://doi.org/[10.1093/llc/fqaa019](https://doi.org/10.1093/llc/fqaa019) (abgerufen am 4. Juni 2020).

Terhi Nurmikko-Fuller u. a., „Building Prototypes Aggregating Musicological Datasets on the Semantic Web“, in: *Bibliothek Forschung und Praxis*, 42/2 (2018), S. 206–221, DOI: https://doi.org/[10.1515/bfp-2018-0025](https://doi.org/10.1515/bfp-2018-0025) (abgerufen am 24. Mai 2020).

Ansgar Nünning, *Metzler Lexikon Literatur- Und Kulturtheorie. Ansätze - Personen - Grundbegriffe*, 4., aktualisierte und erw. Aufl., Stuttgart 2008.

„OWL Web Ontology Language Reference“, online: <https://www.w3.org/TR/owl-ref/#SymmetricProperty-def> (abgerufen am 3. Juni 2020).

„OWL Web Ontology Language Reference“, online: <https://www.w3.org/TR/owl-ref/#sameAs-def> (abgerufen am 2. Juni 2020).

„Performed Music Ontology - LD4P Public Website - LYRASIS Wiki“, online: <https://wiki.lyrasis.org/display/LD4P/Performed+Music+Ontology> (abgerufen am 2. Juni 2020).

„Performer“, online: <https://www.wikidata.org/wiki/Property:P175> (abgerufen am 25. Mai 2020).

„Produced sound“, online: <https://www.wikidata.org/wiki/Property:P4733> (abgerufen am 11. Juni 2020).

„RDA-Toolkit“, online: <https://access.rdatoolkit.org/> (abgerufen am 2. Juni 2020).

„RDFCore: Resource Description Framework (RDF) Schema Specification 1.0“, online: <https://www.w3.org/2001/sw/RDFCore/Schema/20010913/#s2.3.2> (abgerufen am 25. Mai 2020).

„RDF Schema 1.1“, online: <https://www.w3.org/TR/rdf-schema/#ch_subpropertyof> (abgerufen am 2. Juni 2020).

„RDF Schema 1.1“, online: <https://www.w3.org/TR/rdf-schema/#ch_label> (abgerufen am 11. Juni 2020).

„RDF Schema 1.1“, online: <https://www.w3.org/TR/rdf-schema/#ch_comment> (abgerufen am 11. Juni 2020).

„Resource Description Framework (RDF): Concepts and Abstract Data Model“, online: <https://www.w3.org/TR/2002/WD-rdf-concepts-20020829/> (abgerufen am 11. Mai 2020).

„SKOS-Core 1.0 Guide“, online: <https://www.w3.org/2001/sw/Europe/reports/thes/1.0/guide/20040504/#3.5> (abgerufen am 30. Mai 2020).

„SKOS Simple Knowledge Organization System Reference“, online: <https://www.w3.org/TR/skos-reference/> (abgerufen am 26. Mai 2020).

„SKOS Simple Knowledge Organization System Reference“, online: <https://www.w3.org/TR/skos-reference/#mapping> (abgerufen am 26. Mai 2020).

Richard Taruskin, *The Earliest Notations to the Sixtenth Century*, Bd.: 1, Oxford u.a. 2005 (= The Oxford History of Western Music).

„The Music Ontology – Specification“, online: <http://musicontology.com/specification/#term-Performance> (abgerufen am 25. Mai 2020).

„The Music Ontology – Specification“, online: <http://musicontology.com/specification/#term-Performance> (abgerufen am 26. Mai 2020).

„The Music Ontology – Specification“, online: <http://musicontology.com/specification/#term-instrument> (abgerufen am 26. Mai 2020).

„Track - Schema.Org Property“, online: <https://schema.org/track> (abgerufen am 11. Juni 2020).

„VIAF“, online: <http://viaf.org/> (abgerufen am 25. Mai 2020).

Bekiari Xrysoula, „Definition of the CIDOC Conceptual Reference Model“, in:, S. 161.

online: <http://performedmusicontology.org/ontologies/PerformedMusicOntology.html#MediumOfPerformance> (abgerufen am 2. Juni 2020).

Dean Allemang, James A. Hendler, *Semantic Web for the Working Ontologist. Effective Modeling in RDFS and OWL*, 2nd ed, Waltham, MA 2011.

„Architecture of the World Wide Web, Volume One“, online: <https://www.w3.org/TR/webarch/#pr-namespace-documents> (abgerufen am 9. Mai 2020).

„Associating Resources with Namespaces“, online: <https://www.w3.org/2001/tag/doc/nsDocuments/#div.semwebNSDoc> (abgerufen am 31. März 2020).

Jutta Bertram, „Einführung in Die Inhaltliche Erschließung. Grundlagen, Methoden, Instrumente“, in:, o. Hrsg., Würzburg 2005 (= Content and Communication. Terminology, Language Resources and Semantic Interoperability 2).

Katrin Bicher, Barbara Wiermann, „Normdaten Zu ‚Werken Der Musik‘ Und Ihr Potenzial Für Die Digitale Musikwissenschaft“, in: *Bibliothek Forschung und Praxis*, 42 (2018), H. 2, S. 222–235, DOI: https://doi.org/[10.1515/bfp-2018-0043](https://doi.org/10.1515/bfp-2018-0043) (abgerufen am 19. März 2020).

Christian Bizer, Tom Heath, Tim Berners-Lee, „Linked Data - The Story So Far“, in: *International Journal on Semantic Web and Information Systems*, 5 (2009), S. 1–22, online: <https://madoc.bib.uni-mannheim.de/34762/>.

Gisela Csiba, Jozsef Csiba, *Die Blechblasinstrumente in Johann Sebastian Bachs Werken*, Kassel 1994.

Hartmut Ernst, Jochen Schmidt, Gerd Beneken, *Grundkurs Informatik. Grundlagen und Konzepte für die erfolgreiche IT-Praxis - Eine umfassende, praxisorientierte Einführung*, Wiesbaden 52015 (= SpringerLink Bücher).

„Examples of RDF Validation“, online: <https://www.w3.org/2012/12/rdf-val/SOTA> (abgerufen am 13. Mai 2020).

Bruce Haynes, „Stimmton“, in: *MGG Online*, o. Hrsg., Kassel, Stuttgart, New York 2016–, online: <https://www.mgg-online.com/mgg/stable/14734> (abgerufen am 30. März 2020).

Tom Heath, Christian Bizer, *Linked Data: Evolving the Web into a Global Data Space*, Bd.: 1, o. O. 2011 (= Synthesis Lectures on the Semantic Web: Theory and Technology), online: <https://doi.org/10.2200/S00334ED1V01Y201102WBE001> (abgerufen am 21. April 2020).

Pascal Hitzler u. a., *Semantic Web. Grundlagen*, Berlin 2008 (= eXamen.Press).

Jürgen Hocker, „Mechanische Musikinstrumente, Repertoire, Freistehende Walzenorgeln“, in: *MGG Online*, hrsg. von Laurenz Lütteken, Kassel, Stuttgart, New York 2016–, online: <https://www.mgg-online.com/mgg/stable/55716> (abgerufen am 28. März 2020).

Eero Hyvönen, *Publishing and Using Cultural Heritage Linked Data on the Semantic Web*, Bd.: 2, o. O. 2012 (= Synthesis Lectures on the Semantic Web: Theory and Technology).

„Linked Data Patterns“, online: <https://patterns.dataincubator.org/book/> (abgerufen am 13. April 2020).

Natalya F. Noy, Deborah L. McGuinness, *Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology*, o. O. u. J., online: <https://protege.stanford.edu/publications/ontology_development/ontology101.pdf>.

„Overview of the Open World Assumption - OSF Wiki“, online: <http://wiki.opensemanticframework.org/index.php/Overview_of_the_Open_World_Assumption> (abgerufen am 20. März 2020).

„OWL 2 Web Ontology Language Structural Specification and Functional-Style Syntax (Second Edition)“, online: [https://www.w3.org/TR/owl2-syntax/#](https://www.w3.org/TR/owl2-syntax/) (abgerufen am 30. März 2020).

„OWL 2 Web Ontology Language Structural Specification and Functional-Style Syntax (Second Edition)“, online: <https://www.w3.org/TR/owl2-syntax/#Named_Individuals> (abgerufen am 30. März 2020).

„RDF 1.1 Primer“, online: <https://www.w3.org/TR/2014/NOTE-rdf11-primer-20140624/#2._Why_Use_RDF?> (abgerufen am 17. März 2020).

„RDF 1.1 Turtle“, online: <https://www.w3.org/TR/2014/REC-turtle-20140225/> (abgerufen am 3. April 2020).

„RDFS“, online: [http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#](http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema).

„RDF Schema 1.1“, online: <https://www.w3.org/TR/rdf-schema/> (abgerufen am 10. Mai 2020).

„RDF Schema 1.1“, online: <https://www.w3.org/TR/rdf-schema/#ch_range> (abgerufen am 6. April 2020).

„RDF Schema 1.1“, online: <https://www.w3.org/TR/rdf-schema/#ch_domain> (abgerufen am 6. April 2020).

„Resource Description Framework (RDF): Concepts and Abstract Data Model“, online: <https://www.w3.org/TR/2002/WD-rdf-concepts-20020829/> (abgerufen am 11. Mai 2020).

SPARQLCRMSUPPE, *SPARQLCRMSUPPE/VocsForInstruments*, o. O. 2020, online: <https://github.com/SPARQLCRMSUPPE/VocsForInstruments> (abgerufen am 1. August 2020).

Arbeitsstelle für Standardisierung (Hrsg.), *Funktionelle Anforderungen an bibliografische Datensätze: Abschlussbericht der IFLA Study Group on the Functional Requirements for Bibliographic Records*, Leipzig 2006.

Heiner Stuckenschmidt, *Ontologien : Konzepte, Technologien und Anwendungen*, 2. Auflage, Berlin, Heidelberg 2011 (= Informatik im Fokus).

„20200131\_Was Mir Behagt Ist Nur Die Muntre Jagd - RISM“, online: <https://opac.rism.info/metaopac/singleHit.do?methodToCall=showHit&curPos=3&identifier=251_SOLR_SERVER_630110126> (abgerufen am 31. Januar 2020).

Christian Ahrens, „Hörner, Allgemeines, Heutige Modelle Und Verwendung“, in: *MGG Online*, o. Hrsg., Kassel, Stuttgart, New York 2016–, online: <https://www.mgg-online.com/mgg/stable/50969>.

Wolfgang Auhagen, „Stimmung und Temperatur“ (1998), online: <https://www.mgg-online.com/article?id=mgg16098&v=1.0&rs=mgg16098> (abgerufen am 14. Februar 2020).

Gisela Csiba, Jozsef Csiba, *Die Blechblasinstrumente in Johann Sebastian Bachs Werken*, Kassel 1994.

„MARC 21 Format for Bibliographic Data: 245: Title Statement (Network Development and MARC Standards Office, Library of Congress)“, online: <https://www.loc.gov/marc/bibliographic/bd245.html> (abgerufen am 14. Februar 2020).

„MARC 21 Format for Bibliographic Data: 59X: Local Notes (Network Development and MARC Standards Office, Library of Congress)“, online: <https://www.loc.gov/marc/bibliographic/bd59x.html> (abgerufen am 14. Februar 2020).

„RISM-OPAC: Hilfe“, online: <https://opac.rism.info/de/hauptmenu/kachelmenu/hilfe#c52> (abgerufen am 31. Juli 2020).

„Unternehmen - RISM“, online: <http://www.rism.info/de/unternehmen.html#c17> (abgerufen am 21. März 2020).

„Vizskos“, online: <http://www.mimo-db.eu/InstrumentsKeywords/4138> (abgerufen am 14. Februar 2020).

Dean Allemang, James A. Hendler, *Semantic Web for the Working Ontologist. Effective Modeling in RDFS and OWL*, 2nd ed, Waltham, MA 2011.

Reinhard Altenhöner u. a., „NFDI4Culture - Consortium for Research Data on Material and Immaterial Cultural Heritage“, in: *RIO*, 6 (2020), S. e57036, DOI: https://doi.org/[10.3897/rio.6.e57036](https://doi.org/10.3897/rio.6.e57036) (abgerufen am 10. August 2020).

Jutta Bertram, „Einführung in Die Inhaltliche Erschließung. Grundlagen, Methoden, Instrumente“, in:, o. Hrsg., Würzburg 2005 (= Content and Communication. Terminology, Language Resources and Semantic Interoperability 2).

Johannes Busse u. a., „Was bedeutet eigentlich Ontologie?: Ein Begriff aus der Philosophie im Licht verschiedener Disziplinen“, in: *Informatik Spektrum*, 37 (2014), H. 4, S. 286–297, DOI: https://doi.org/[10.1007/s00287-012-0619-2](https://doi.org/10.1007/s00287-012-0619-2) (abgerufen am 13. August 2020).

Jonathan De Souza, *Music at Hand*, New York 2017 (= Oxford Studies in Music Theory), DOI: https://doi.org/[10.1093/acprof:oso/9780190271114.001.0001](https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780190271114.001.0001) (abgerufen am 11. August 2020).

„Developing metadata application profiles /“, in: *Developing metadata application profiles /*, o. Hrsg., Hershey PA, USA o. J.

Peter Fischer, Peter Hofer, *Lexikon der Informatik*, Berlin, Heidelberg 2008, DOI: https://doi.org/[10.1007/978-3-540-72550-3\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-540-72550-3_10) (abgerufen am 25. März 2020).

Fausto Giunchiglia, Ilya Zaihrayeu, „Lightweight Ontologies“, in:, (2008), DOI: https://doi.org/[10.1007/978-0-387-39940-9\_1314](https://doi.org/10.1007/978-0-387-39940-9_1314).

Ralf u.a. Göbel, „GND Für Kulturdaten (GND4C): 1. Projektphase“.

Bernhard Haslhofer, Wolfgang Klas, „A Survey of Techniques for Achieving Metadata Interoperability“, in: *ACM Computing Surveys*, 42 (2010), S. 7:1–7:37, DOI: https://doi.org/[10.1145/1667062.1667064](https://doi.org/10.1145/1667062.1667064).

Pascal Hitzler u. a., *Semantic Web. Grundlagen*, Berlin 2008 (= eXamen.Press).

Eero Hyvönen, *Publishing and Using Cultural Heritage Linked Data on the Semantic Web*, Bd.: 2, o. O. 2012 (= Synthesis Lectures on the Semantic Web: Theory and Technology).

Laurence Libin, „Musical Instrument“, in:, (2018), DOI: https://doi.org/[10.1093/omo/9781561592630.013.3000000097](https://doi.org/10.1093/omo/9781561592630.013.3000000097).

John Henry van der Meer, „Instrumentenkunde, Definition“, in: *MGG Online*, o. Hrsg., o. O. u. J..

Natalya F. Noy, Deborah L. McGuinness, *Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology*, o. O. u. J., online: <https://protege.stanford.edu/publications/ontology_development/ontology101.pdf>.

„Ontologies - W3C“, online: <https://www.w3.org/standards/semanticweb/ontology> (abgerufen am 13. August 2020).

„Semantic Web - W3C“, online: <https://www.w3.org/standards/semanticweb/> (abgerufen am 12. August 2020).

SPARQLCRMSUPPE, *SPARQLCRMSUPPE/VocsForInstruments*, o. O. 2020, online: <https://github.com/SPARQLCRMSUPPE/VocsForInstruments> (abgerufen am 1. August 2020).

Heiner Stuckenschmidt, *Ontologien : Konzepte, Technologien und Anwendungen*, 2. Auflage, Berlin, Heidelberg 2011 (= Informatik im Fokus).

„W3C Semantic Web FAQ“, online: <https://www.w3.org/2001/sw/SW-FAQ#whrules> (abgerufen am 22. April 2020).

Günter Waibel, Ricky Erway, „Think globally, act locally: Library, archive, and museum collaboration“, in: *Museum Management and Curatorship*, 24 (2009), H. 4, S. 323–335, DOI: https://doi.org/[10.1080/09647770903314704](https://doi.org/10.1080/09647770903314704) (abgerufen am 15. April 2020).

„World Wide Web Consortium Process Document“, online: <https://www.w3.org/2019/Process-20190301/> (abgerufen am 12. August 2020).

Marina Ziku, „Digital Cultural Heritage and Linked Data: Semantically-Informed Conceptualisations and Practices with a Focus on Intangible Cultural Heritage“, in: *LIBER Quarterly*, 30(1) (2020), S. 1–16, DOI: https://doi.org/[10.18352/lq.10315](https://doi.org/10.18352/lq.10315).

Dean Allemang, James A. Hendler, *Semantic Web for the Working Ontologist. Effective Modeling in RDFS and OWL*, 2nd ed, Waltham, MA 2011.

„BARTOC.Org | Basel Register of Thesauri, Ontologies & Classifications“, online: <https://bartoc.org/> (abgerufen am 28. Juli 2020).

Jutta Bertram, „Einführung in Die Inhaltliche Erschließung. Grundlagen, Methoden, Instrumente“, in:, o. Hrsg., Würzburg 2005 (= Content and Communication. Terminology, Language Resources and Semantic Interoperability 2).

Katrin Bicher, Barbara Wiermann, „Normdaten Zu ‚Werken Der Musik‘ Und Ihr Potenzial Für Die Digitale Musikwissenschaft“, in: *Bibliothek Forschung und Praxis*, 42 (2018), H. 2, S. 222–235, DOI: https://doi.org/[10.1515/bfp-2018-0043](https://doi.org/10.1515/bfp-2018-0043) (abgerufen am 19. März 2020).

Christian Bizer, Tom Heath, Tim Berners-Lee, „Linked Data - The Story So Far“, in: *International Journal on Semantic Web and Information Systems*, 5 (2009), S. 1–22, online: <https://madoc.bib.uni-mannheim.de/34762/>.

Pascal Hitzler u. a., *Semantic Web. Grundlagen*, Berlin 2008 (= eXamen.Press).

Eero Hyvönen, *Publishing and Using Cultural Heritage Linked Data on the Semantic Web*, Bd.: 2, o. O. 2012 (= Synthesis Lectures on the Semantic Web: Theory and Technology).

Gabriel Képéklian, Olivier Curé, Laurent Bihanic, „From the Web of Documents to the Linked Data“, in: *Business Intelligence*, Bd.: 205, hrsg. von Esteban Zimányi und Ralf-Detlef Kutsche, Cham 2015 (= Lecture Notes in Business Information Processing), S. 60–87, DOI: https://doi.org/[10.1007/978-3-319-17551-5\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-319-17551-5_3) (abgerufen am 20. Mai 2020).

„Linked Open Vocabularies (LOV)“, online: <https://lov.linkeddata.es/dataset/lov/terms?q=owl:sameas&page=2> (abgerufen am 3. Juni 2020).

Pasquale Lisena u. a., „Controlled Vocabularies for Music Metadata“, in: *Proceedings of the 19th International Society for Music Information Retrieval Conference, ISMIR 2018, Paris, France, September 23-27, 2018*, S. 7.

Dennis Niewerth, *Dinge-Nutzer-Netze: Von Der Virtualisierung Des Musealen Zur Musealisierung Des Virtuellen*, Bielefeld 2018 (= Museum, Band 30).

Terhi Nurmikko-Fuller u. a., „Building Prototypes Aggregating Musicological Datasets on the Semantic Web“, in: *Bibliothek Forschung und Praxis*, 42/2 (2018), S. 206–221, DOI: https://doi.org/[10.1515/bfp-2018-0025](https://doi.org/10.1515/bfp-2018-0025) (abgerufen am 24. Mai 2020).

—, „In Collaboration with In Concert: Reflecting a Digital Library as Linked Data for Performance Ephemera“, in: *Proceedings of the 3rd International workshop on Digital Libraries for Musicology - DLfM 2016*, o. Hrsg., New York 2016, S. 17–24, DOI: https://doi.org/[10.1145/2970044.2970049](https://doi.org/10.1145/2970044.2970049) (abgerufen am 25. Mai 2020).

„Overview of the Open World Assumption - OSF Wiki“, online: <http://wiki.opensemanticframework.org/index.php/Overview_of_the_Open_World_Assumption> (abgerufen am 20. März 2020).

Alan Riedel, „Instrumente, Interoperabilität, Semantic WebAnsätze Für Eine Spartenübergreifende Verlinkung Musikinstrumentenbezogener Daten“, in:, (2019), online: <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:14-qucosa2-358359>.

Heiner Stuckenschmidt, *Ontologien : Konzepte, Technologien und Anwendungen*, 2. Auflage, Berlin, Heidelberg 2011 (= Informatik im Fokus).

Marina Ziku, „Digital Cultural Heritage and Linked Data: Semantically-Informed Conceptualisations and Practices with a Focus on Intangible Cultural Heritage“, in: *LIBER Quarterly*, 30(1) (2020), S. 1–16, DOI: https://doi.org/[10.18352/lq.10315](https://doi.org/10.18352/lq.10315).

1. Jonathan De Souza, *Music at Hand*, New York 2017 (= Oxford Studies in Music Theory), S. 20–23, DOI: https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780190271114.001.0001 (abgerufen am 11. August 2020).De Souza: *Music at Hand*. [↑](#footnote-ref-1)
2. Laurence Libin, „Musical instrument“, (2018), DOI: https://doi.org/10.1093/omo/9781561592630.013.3000000097. [↑](#footnote-ref-2)
3. John Henry van der Meer, „Instrumentenkunde, Definition“, in: *MGG Online*, o. Hrsg., o. O. u. J. . [↑](#footnote-ref-3)
4. Akronym blabla [↑](#footnote-ref-4)
5. Eero Hyvönen, *Publishing and Using Cultural Heritage Linked Data on the Semantic Web*, Bd.: 2, o. O. 2012 (= Synthesis Lectures on the Semantic Web: Theory and Technology), S. 7–8. [↑](#footnote-ref-5)
6. Eine sehr umfassende Auseinandersetzung mit Chancen für Einrichtungen und Nutzer findet sich in: Günter Waibel, Ricky Erway, „Think globally, act locally: library, archive, and museum collaboration“, in: *Mus. Manag. Curatorship*, 24 (2009), H. 4, S. 323–335, hier S. 323–335, DOI: https://doi.org/10.1080/09647770903314704. [↑](#footnote-ref-6)
7. Ralf u.a. Göbel, *GND für Kulturdaten (GND4C): 1. Projektphase*, o. O. 2017, S. 2. [↑](#footnote-ref-7)
8. Göbel: „GND für Kulturdaten (GND4C): 1. Projektphase“. [↑](#footnote-ref-8)
9. Reinhard Altenhöner u. a., „NFDI4Culture - Consortium for research data on material and immaterial cultural heritage“, in: *Res. Ideas Outcomes*, 6 (2020), S. e57036, hier S. e57036, DOI: https://doi.org/10.3897/rio.6.e57036. [↑](#footnote-ref-9)
10. „Semantic Web - W3C“, online: https://www.w3.org/standards/semanticweb/ (abgerufen am 12. August 2020). [↑](#footnote-ref-10)
11. „Developing metadata application profiles /“, in: *Developing metadata application profiles /*, o. Hrsg., Hershey PA, USA o. J. [↑](#footnote-ref-11)
12. Richtigerweise hieße es strenggenommen „nach *dem* RDF” – man sehe es mir jedoch nach, wenn ich im Folgenden die gebräuchliche, grammatisch aber falsche Variante anwende. [↑](#footnote-ref-12)
13. SPARQLCRMSUPPE, *SPARQLCRMSUPPE/VocsForInstruments*, o. O. 2020, online: https://github.com/SPARQLCRMSUPPE/VocsForInstruments (abgerufen am 1. August 2020). [↑](#footnote-ref-13)
14. Einführende Werke zum Semantic Web und einzelner Vokabulare finden sich in: Dean Allemang, James A. Hendler, *Semantic Web for the Working Ontologist. Effective Modeling in RDFS and OWL*, 2nd ed, Waltham, MA 2011; Pascal Hitzler u. a., *Semantic Web. Grundlagen*, Berlin 2008 (= eXamen.press)., sowie Natalya F. Noy, Deborah L. McGuinness, *Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology*, o. O. u. J. , online: https://protege.stanford.edu/publications/ontology\_development/ontology101.pdf. zur Modellierung von Ontologien. Hyvönen: *Publishing and Using Cultural Heritage Linked Data on the Semantic Web*. beinhaltet zudem gute Hinweise für die Publikation von Linked Data in Kulturerbeeinrichtungen, „Linked Data Patterns“, online: https://patterns.dataincubator.org/book/ (abgerufen am 13. April 2020). zu technischen Fragen. [↑](#footnote-ref-14)
15. So bspw. die Prozesse zur Standardbildung des *W3C*, vgl.: „World Wide Web Consortium Process Document“, online: https://www.w3.org/2019/Process-20190301/ (abgerufen am 12. August 2020). [↑](#footnote-ref-15)
16. „W3C Semantic Web FAQ“, online: https://www.w3.org/2001/sw/SW-FAQ#whrules (abgerufen am 22. April 2020). [↑](#footnote-ref-16)
17. [↑](#footnote-ref-17)
18. Péter Szeredi u. a., *The semantic web explained: The technology and mathematics behind web 3.0*, Cambridge 2014, S. 21. [↑](#footnote-ref-18)
19. PDF, HTML, Video [↑](#footnote-ref-19)
20. [↑](#footnote-ref-20)
21. [↑](#footnote-ref-21)
22. Das Verhältnis zwischen der *Wikipedia* und *Wikidata* mag an dieser Stelle zur Verdeutlichung hilfreich sein: … [↑](#footnote-ref-22)
23. Heiner Stuckenschmidt, *Ontologien : Konzepte, Technologien und Anwendungen*, 2. Auflage, Berlin, Heidelberg 2011 (= Informatik im Fokus, hrsg. von. O.P. Günther). [↑](#footnote-ref-23)
24. Ebd., S. 10. [↑](#footnote-ref-24)
25. Peter Fischer, Peter Hofer, *Lexikon der Informatik*, Berlin, Heidelberg 2008, S. 275, DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-540-72550-3\_10 (abgerufen am 25. März 2020). [↑](#footnote-ref-25)
26. Sehr Interessant ist in diesem Zusammenhang: Johannes Busse u. a., „Was bedeutet eigentlich Ontologie?: Ein Begriff aus der Philosophie im Licht verschiedener Disziplinen“, in: *Inform.-Spektrum*, 37 (2014), H. 4, S. 286–297, hier S. 286–297, DOI: https://doi.org/10.1007/s00287-012-0619-2., in dem eine interdisziplinäre Annäherung an den Begriff erfolgt. [↑](#footnote-ref-26)
27. Diese außerordentliche Ambivalenz des Begriffes wird eindrücklich durch den Umstand illustriert, dass Stuckenschmidt ebenfalls eine endgültige Definition vermeidet (immerhin lautet der Titel „Ontologien : Konzepte, Technologien und Anwendungen”). [↑](#footnote-ref-27)
28. Zit. nach: Marina Ziku, „Digital Cultural Heritage and Linked Data: Semantically-Informed Conceptualisations and Practices with a Focus on Intangible Cultural Heritage“, in: *Liber Q.*, 30(1) (2020), S. 1–16, DOI: https://doi.org/http://doi.org/10.18352/lq.10315. [↑](#footnote-ref-28)
29. Wolfgang G. Stock, *Wissensrepräsentation. Informationen auswerten und bereitstellen*, München 2008, S. 188. Stock spricht von „Nomenklaturen” statt von „Vokabularen”. [↑](#footnote-ref-29)
30. Busse u. a.: „Was bedeutet eigentlich Ontologie?“, S. 289. [↑](#footnote-ref-30)
31. Stock: *Wissensrepräsentation*, S. 257. [↑](#footnote-ref-31)
32. Jutta Bertram, „Einführung in die inhaltliche Erschließung. Grundlagen, Methoden, Instrumente“, Würzburg 2005 (= Content and communication. Terminology, Language Resources and Semantic Interoperability 2, hrsg. von. International Network for Terminology). [↑](#footnote-ref-32)
33. „A metadata schema is simply a set of elements with a precise semantic definition, optionally connected by some structure.” Vgl.: Bernhard Haslhofer, Wolfgang Klas, „A survey of techniques for achieving metadata interoperability“, in: *ACM Comput. Surv.*, 42 (2010), S. 7:1-7:37, hier S. 8, DOI: https://doi.org/10.1145/1667062.1667064. [↑](#footnote-ref-33)
34. Ebd., S. 25. [↑](#footnote-ref-34)
35. „Unternehmen - RISM“, online: http://www.rism.info/de/unternehmen.html#c17 (abgerufen am 21. März 2020). [↑](#footnote-ref-35)
36. „20200131\_Was mir behagt ist nur die muntre Jagd - RISM“, online: https://opac.rism.info/metaopac/singleHit.do?methodToCall=showHit&curPos=3&identifier=251\_SOLR\_SERVER\_630110126 (abgerufen am 31. Januar 2020). BWV 208 (http://d-nb.info/gnd/300009178) **<- Fußnote bearbeiten!!** [↑](#footnote-ref-36)
37. „MARC 21 Format for Bibliographic Data: 245: Title Statement (Network Development and MARC Standards Office, Library of Congress)“, online: https://www.loc.gov/marc/bibliographic/bd245.html (abgerufen am 31. Januar 2020). [↑](#footnote-ref-37)
38. „20200131\_Was Mir Behagt Ist Nur Die Muntre Jagd - RISM“, online: <https://opac.rism.info/metaopac/singleHit.do?methodToCall=showHit&curPos=3&identifier=251_SOLR_SERVER_630110126> (abgerufen am 31. Januar 2020). BWV 208 (http://d-nb.info/gnd/300009178) **<- Fußnote bearbeiten!!** [↑](#footnote-ref-38)
39. „MARC 21 Format for Bibliographic Data: 59X: Local Notes (Network Development and MARC Standards Office, Library of Congress)“, online: https://www.loc.gov/marc/bibliographic/bd59x.html (abgerufen am 31. Januar 2020). [↑](#footnote-ref-39)
40. RISM hält im Netz eine Liste der verwendeten Abkürzungen und Bezeichnungen vor: „RISM-OPAC: Hilfe“, online: https://opac.rism.info/de/hauptmenu/kachelmenu/hilfe#c52 (abgerufen am 31. Juli 2020). Allerdings ist dort der Term *cor da caccia* nicht verzeichnet. Auf Nachfrage in der RISM-Zentralredaktion stellte sich heraus, dass noch ein zweiter, dort gepflegter interner Thesaurus existiert, in dem jedoch der Term ebenfalls fehlte. Mittlerweile ist er in das interne, jedoch nicht das öffentlich einsehbare Vokabular eingepflegt (Quelle: persönliche Kommunikation). [↑](#footnote-ref-40)
41. Sie sind daher selbstverständlich auch nicht über den RISM SPARQL Endpoint suchbar. [↑](#footnote-ref-41)
42. Es scheint sich hier um einen multilingualen synthetischen Neologismus aus den französischen und italienischen Begriffen *cor de chasse* und *corno da caccia* zu handeln. [↑](#footnote-ref-42)
43. Durchgeführt am 31.01.2020 LINK [↑](#footnote-ref-43)
44. Wie bereits erwähnt, ist es nicht Ziel dieser Arbeit, klassifikatorische Fragestellungen zu Musikinstrumenten zu untersuchen. [↑](#footnote-ref-44)
45. Gisela Csiba, Jozsef Csiba, *Die Blechblasinstrumente in Johann Sebastian Bachs Werken*, Kassel 1994. [↑](#footnote-ref-45)
46. Johann Sebastian Bach, „Was mir behagt ist nur die muntre Jagd”, in: *3 Kantaten, 1 Instrumentalstück*, D-B Mus.ms. Bach P 42, Bl. [81]. [↑](#footnote-ref-46)
47. Vgl. „Vizskos“, online: http://www.mimo-db.eu/InstrumentsKeywords/4138 (abgerufen am 14. Februar 2020). [↑](#footnote-ref-47)
48. Tatsächlich existieren bereits dank des DOREMUS-Projekts **Link** Mappings etwa zwischen dem IAML Medium of Performance-Vokabular **Link** und MIMO **Link**. Laut Korrespondenz mit RISM ist zudem die Erstellung eines neuen RISM-Thesaurus’ mit entsprechenden Mappings für 2022 vorgesehen (mündl. Auskunft d. RISM-Zentralredaktion vom 21.02.2020). [↑](#footnote-ref-48)
49. Für eine Disambiguierung der folgenden Begriffe s. #Kapitel. [↑](#footnote-ref-49)
50. Wolfgang Auhagen, „Stimmung und Temperatur“ (1998), online: https://www-mgg-online-com.wwwdb.dbod.de/article?id=mgg16098&v=1.0&rs=id-41932d6d-11fc-3f8c-2d92-74829fd97f5e&q=stimmung (abgerufen am 7. Februar 2020). [↑](#footnote-ref-50)
51. Wie sie etwa in der Bezeichnung „in F” (der Grundton *f* also nicht anhand seiner Frequenz fest definiert) gemeint ist. [↑](#footnote-ref-51)
52. Etwa *a* = 440 Hz. [↑](#footnote-ref-52)
53. Etwa die mitteltönige Stimmung einer Orgel. [↑](#footnote-ref-53)
54. [↑](#footnote-ref-54)
55. [↑](#footnote-ref-55)
56. Stimmung, Werk aus dem bibliographischen Bereich; Objekt, Material, Instrumententyp aus dem organologischen, musealen Bereich; Fragen zu Werk, Interpretation aus dem Bereich der historischen Musikwissenschaft bzw. dem Editionswesen. [↑](#footnote-ref-56)
57. Da diese Arbeit angesichts ihres Fallbeispiels sehr stark RISM als primäre Domäne hervorhebt, kann gar nicht oft genug betont werden, dass jede andere relevante Domäne gleichermaßen im Vordergrund stehen könnte. So ist letztlich auch die Objektentität innerhalb einer Domäne, in diesem Fall dem Musikinstrumentenmuseum der Universität Leipzig, angesiedelt, das seinerseits sein Objekt mit dem RISM-Datensatz verlinken könnte, und dasselbe gilt selbstverständlich auch für Editionen, Bibliotheken, Archive, Wirtschaftsunternehmen etc. [↑](#footnote-ref-57)
58. In den sogenannten *Functional Requirements for Bibliographic Data*, deren Entitätenmodell an dieser Stelle verwendet wird, heißt es: „Ein Werk ist eine abstrakte Entität; es gibt keinen entsprechenden materiellen Gegenstand.” (Vgl.:Arbeitsstelle für Standardisierung (Hrsg.), *Funktionelle Anforderungen an bibliografische Datensätze: Abschlussbericht der IFLA Study Group on the Functional Requirements for Bibliographic Records*, Leipzig 2006, S. 16. ) [↑](#footnote-ref-58)
59. Ebd., S. 18–20. [↑](#footnote-ref-59)
60. Zur spezifischen Problematik des an dieser Stelle verwendeten FRBR/FRAD-Modells bei Werken der Musik s. Katrin Bicher, Barbara Wiermann, „Normdaten zu ‚Werken der Musik‘ und ihr Potenzial für die digitale Musikwissenschaft“, in: *Bibl. Forsch. Prax.*, 42 (2018), H. 2, S. 222–235, hier S. 225, DOI: https://doi.org/10.1515/bfp-2018-0043. [↑](#footnote-ref-60)
61. Arbeitsstelle für Standardisierung (Hrsg.): *Funktionelle Anforderungen an bibliografische Datensätze*, S. 20–22. [↑](#footnote-ref-61)
62. Ebd., S. 22–23. [↑](#footnote-ref-62)
63. https://mimo-international.com/MIMO/doc/IFD/OAI\_ULEI\_M0001655 [↑](#footnote-ref-63)
64. Ob es sich bei ihm tatsächlich um ein in allen Aspekten passendes Objekt handelt, ist an dieser Stelle zunächst nicht relevant – es dient vor allem zur Verdeutlichung. (Tatsächlich wäre das Objekt wohl eher dem Typ „Corne du chasse” zuzuordnen. Vgl. die Ausführungen zu *Corno* und *Corne du chasse* in: Csiba/Csiba: *Die Blechblasinstrumente in Johann Sebastian Bachs Werken*, S. S. 57–63 und 46–51.) [↑](#footnote-ref-64)
65. Ein gleichermaßen illustratives wie auch charmantes Beispiel für eine solche Beziehung wären etwa Leopold Mozarts und Johann Ernst Eberlins Komposition „Der Morgen und der Abend” (http://d-nb.info/gnd/1096212412) für das „Hornwerk” der Festung Hohensalzburg aus dem 16. Jahrhundert, dem sog. *Salzburger Stier* (Jürgen Hocker, „Mechanische Musikinstrumente, Repertoire, Freistehende Walzenorgeln“, in: *MGG Online*, hrsg. von Laurenz Lütteken, Kassel, Stuttgart, New York 2016, online: https://www.mgg-online.com/mgg/stable/55716 (abgerufen am 28. März 2020).)). (Ein lohnenswerter klanglicher Eindruck lässt sich hier gewinnen:Salzburger Burgen und Schlösser, „Der Salzburger Stier auf der Festung Hohensalzburg“, online: https://www.youtube.com/watch?v=psu6nH2m9js (abgerufen am 19. März 2020).). [↑](#footnote-ref-65)
66. Anders verhielte es sich freilich, würde mit dem hier definierten Schema beispielsweise eine Audioaufnahme einer Aufführung mit modernen Instrumenten erschlossen. [↑](#footnote-ref-66)
67. Etwa lassen die Stimmungen von unstimmbaren Instrumenten (Blockflöten, Zinken etc.) sehr präzise Rückschlüsse auf die historische Musikpraxis zu (vgl.: Bruce Haynes, „Stimmton“, in: *MGG Online*, o. Hrsg., Kassel, Stuttgart, New York 2016, online: https://www.mgg-online.com/mgg/stable/14734 (abgerufen am 30. März 2020).) [↑](#footnote-ref-67)
68. Noy/McGuinness: *Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology*.. Auch Stuckenschmidt legt diese Vorgehensweise nahe (vgl.: Stuckenschmidt: *Ontologien*.). [↑](#footnote-ref-68)
69. Zum Begriff siehe Bertram: „Einführung in die inhaltliche Erschließung“, S. 150. [↑](#footnote-ref-69)
70. „Individualbegriffe” Stock: *Wissensrepräsentation*, S. 84.. [↑](#footnote-ref-70)
71. Siehe hierzu etwa: Hartmut Ernst, Jochen Schmidt, Gerd Beneken, *Grundkurs Informatik. Grundlagen und Konzepte für die erfolgreiche IT-Praxis - Eine umfassende, praxisorientierte Einführung*, Wiesbaden 52015 (= SpringerLink Bücher), S. 338–343. [↑](#footnote-ref-71)
72. So etwa im Falle der Eigenschaft *Entsprechungsgrad* angelegt: Es lassen sich unterschiedliche Grade vorstellen. [↑](#footnote-ref-72)
73. Ernst/Schmidt/Beneken: *Grundkurs Informatik*, S. 342–343. [↑](#footnote-ref-73)
74. Ebd., S. 343. [↑](#footnote-ref-74)
75. Sowohl „simultan” (vgl. etwa den Hornsatz in C. M. v. Webers Ouvertüre zur Oper „Der Freischütz”: „Corni in F” sowie „Corni in C”), als auch „sukszessive” ab der Klassik zwischen Sätzen und mit der zunehmenden Erweiterung des harmonischen Raums im Laufe des 19. Jahrhunderts immer mehr auch in kontingenter Abfolge. [↑](#footnote-ref-75)
76. Tatsächlich kann diese Entität in Zusammenhang mit Objekten lediglich in Verbindung mit Instrumenten Verwendung finden, die etwa aus baulichen, physikalischen Gründen eine solche „Grundstimmung” vorweisen. [↑](#footnote-ref-76)
77. Vgl. Haynes: „Stimmton“. [↑](#footnote-ref-77)
78. Für diese Arbeit spielen insbesondere RDFS (*RDFS*, o. O. u. J. , online: http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#.) und OWL („OWL 2 Web Ontology Language Structural Specification and Functional-Style Syntax (Second Edition)“, online: https://www.w3.org/TR/owl2-syntax/# (abgerufen am 30. März 2020).) eine Rolle. [↑](#footnote-ref-78)
79. Auf eine Übersicht der gängigen übergeordneten Klassen – etwa „Literals”, „Datatypes”, „Blank nodes” etc. – muss an dieser Stelle verzichtet werden. [↑](#footnote-ref-79)
80. In „Semantic Web-Sprache” augedrückt, wären das die Klassen *rdfs:class*, *rdfs:instanceOf* und *rdf:property*. [↑](#footnote-ref-80)
81. Bertram: „Einführung in die inhaltliche Erschließung“, S. 151. [↑](#footnote-ref-81)
82. Ebd. [↑](#footnote-ref-82)
83. Stuckenschmidt: *Ontologien*, S. 95–99. [↑](#footnote-ref-83)
84. „RDF 1.1 Primer“, online: https://www.w3.org/TR/2014/NOTE-rdf11-primer-20140624/#2.\_Why\_Use\_RDF? (abgerufen am 17. März 2020). [↑](#footnote-ref-84)
85. „RDF Schema 1.1“, online: https://www.w3.org/TR/rdf-schema/ (abgerufen am 10. Mai 2020). [↑](#footnote-ref-85)
86. „OWL 2 Web Ontology Language Structural Specification and Functional-Style Syntax (Second Edition)“.Diese Arbeit verwendet OWL Full, das die größten Ausdrucksmöglichkeiten bietet und mit RDFS kompatibel ist. (Vgl. Hitzler u. a.: *Semantic Web*, S. 125–127.) [↑](#footnote-ref-86)
87. Stuckenschmidt: *Ontologien*, S. 146. [↑](#footnote-ref-87)
88. Hitzler u. a.: *Semantic Web*, S. 13. [↑](#footnote-ref-88)
89. „RDF 1.1 Turtle“, online: https://www.w3.org/TR/2014/REC-turtle-20140225/ (abgerufen am 3. April 2020). [↑](#footnote-ref-89)
90. OWL2 differenziert zwischen *Object Properties* und *Datatype Properties* (vgl.: „OWL Web Ontology Language Reference“, online: https://www.w3.org/TR/owl-ref/#Property (abgerufen am 31. März 2020).). Obwohl etwa *ma:a’=415Hz* prinzipiell auch mit *Datatype Properties* modelliert werden könnte, erscheint diese Detailtiefe für den hier exemplarisch durchgeprobten Anwendungsfall nicht notwendig. [↑](#footnote-ref-90)
91. Die Serialisierung erfolgt am einfachsten, indem etwa der Ontologieeditor *Protégé* zu Hilfe genommen wird. Er ermöglicht den Export von Ontologien in vielfältigen Formaten. [↑](#footnote-ref-91)
92. „SPARQLCRMSUPPE/VocsForInstruments“, in: *GitHub*, online: https://github.com/SPARQLCRMSUPPE/VocsForInstruments (abgerufen am 13. August 2020). [↑](#footnote-ref-92)
93. Zu den technischen Aspekten von Namespaces im Semantic Web siehe insb. „Linked Data Patterns“. sowie Tom Heath, Christian Bizer, *Linked Data: Evolving the Web into a Global Data Space*, Bd.: 1, o. O. 2011 (= Synthesis Lectures on the Semantic Web: Theory and Technology), online: https://doi.org/10.2200/S00334ED1V01Y201102WBE001 (abgerufen am 21. April 2020) und „Associating Resources with Namespaces“, online: https://www.w3.org/2001/tag/doc/nsDocuments/#div.semwebNSDoc (abgerufen am 31. März 2020). [↑](#footnote-ref-93)
94. Vgl. „Architecture of the World Wide Web, Volume One“, online: https://www.w3.org/TR/webarch/#pr-namespace-documents (abgerufen am 9. Mai 2020). [↑](#footnote-ref-94)
95. OWL2 differenziert, anders als etwa RDFS, nicht lediglich zwischen Klasse und Instanz, sondern zwischen Klasse und unterschiedlichen Individuen (vgl. „OWL 2 Web Ontology Language Structural Specification and Functional-Style Syntax (Second Edition)“, online: https://www.w3.org/TR/owl2-syntax/#Named\_Individuals (abgerufen am 30. März 2020)). [↑](#footnote-ref-95)
96. Vgl. etwa die Aussage „Individual instances are the most specific concepts represented in a knowledge base.” (Thomas Gängler, „Semantic Federation of Misical and Music-Related Information for Establishing a Personal Msic Knowledge Base“, Technische Universität Dresden 2011, S. 18.). [↑](#footnote-ref-96)
97. Vgl. etwa: Christian Bizer, Tom Heath, Tim Berners-Lee, „Linked Data - The Story So Far“, in: *Int. J. Semantic Web Inf. Syst.*, 5 (2009), S. 1–22, hier S. 3. [↑](#footnote-ref-97)
98. „Associating Resources with Namespaces“. [↑](#footnote-ref-98)
99. Allemang/Hendler: *Semantic Web for the Working Ontologist*, S. 128–130. [↑](#footnote-ref-99)
100. „Overview of the Open World Assumption - OSF Wiki“, online: http://wiki.opensemanticframework.org/index.php/Overview\_of\_the\_Open\_World\_Assumption (abgerufen am 20. März 2020). [↑](#footnote-ref-100)
101. „Resource Description Framework (RDF): Concepts and Abstract Data Model“, online: https://www.w3.org/TR/2002/WD-rdf-concepts-20020829/ (abgerufen am 11. Mai 2020). [↑](#footnote-ref-101)
102. Stuckenschmidt: *Ontologien*, S. 32.  
     Dies etwa im Gegensatz zur *closed world assumption* in herkömmlichen relationalen Datenbanken. Zur Notwendigkeit der Open World Assumption in semantischen Netzen s: Ebd., S. 43. [↑](#footnote-ref-102)
103. Hitzler u. a.: *Semantic Web*, S. 67. [↑](#footnote-ref-103)
104. Szeredi u. a.: *The semantic web explained: The technology and mathematics behind web 3.0*, S. 98–99. [↑](#footnote-ref-104)
105. Stuckenschmidt: *Ontologien*, S. 169. [↑](#footnote-ref-105)
106. „RDF Schema 1.1“, online: https://www.w3.org/TR/rdf-schema/#ch\_range (abgerufen am 6. April 2020). [↑](#footnote-ref-106)
107. „RDF Schema 1.1“, online: https://www.w3.org/TR/rdf-schema/#ch\_domain (abgerufen am 6. April 2020). [↑](#footnote-ref-107)
108. Auch in OWL verfügt über entsprechende (noch mächtigere) Möglichkeiten, diese Beziehungen auszudrücken (vgl. hierzu etwa: Allemang/Hendler: *Semantic Web for the Working Ontologist*, S. 238–239) Allerdings erscheint für die Belange dieser Arbeit die Terminologie von RDFS als genügend. [↑](#footnote-ref-108)
109. Hitzler u. a.: *Semantic Web*, S. 77. [↑](#footnote-ref-109)
110. „Jede definierte Einschränkung auf einer Property wirkt also immer global auf jedes Vorkommen dieser Property, weswegen man bei der Angabe solcher Einschränkungen darauf achten muss, immer die allgemeinsten denkbaren Klassen anzugeben (also diejenigen, die mit Sicherheit alle möglichen Ressourcen, die in der fraglichen Beziehung stehen können, enthalten).” (Ebd.) [↑](#footnote-ref-110)
111. „Examples of RDF Validation“, online: https://www.w3.org/2012/12/rdf-val/SOTA (abgerufen am 13. Mai 2020). [↑](#footnote-ref-111)
112. Ebd. [↑](#footnote-ref-112)
113. descriptive logic – AI - solcher Kram [↑](#footnote-ref-113)
114. Hitzler u. a.: *Semantic Web*, S. 68. [↑](#footnote-ref-114)
115. Hyvönen: *Publishing and Using Cultural Heritage Linked Data on the Semantic Web*, S. 76. [↑](#footnote-ref-115)
116. Stuckenschmidt: *Ontologien*, S. 170–171. [↑](#footnote-ref-116)
117. „Introducing the Knowledge Graph: things, not strings“ (16. Mai 2012), in: *Google*, online: https://blog.google/products/search/introducing-knowledge-graph-things-not/ (abgerufen am 18. Mai 2020). [↑](#footnote-ref-117)
118. [↑](#footnote-ref-118)
119. [↑](#footnote-ref-119)
120. [↑](#footnote-ref-120)
121. [↑](#footnote-ref-121)
122. Hyvönen: *Publishing and Using Cultural Heritage Linked Data on the Semantic Web*, S. 87–88. [↑](#footnote-ref-122)
123. Vgl. auch: Christian Bizer, Richard Cyganiak, Tom Heath, „How to publish Linked Data on the Web“, online: http://wifo5-03.informatik.uni-mannheim.de/bizer/pub/LinkedDataTutorial/#whichvocabs (abgerufen am 20. Mai 2020): „It is common practice to mix terms from different vocabularies.” [↑](#footnote-ref-123)
124. Letzterer gilt gar als „Erfinder” des Konzepts eines *Semantic Webs*. [↑](#footnote-ref-124)
125. Bizer/Heath/Berners-Lee: „Linked Data - The Story So Far“, S. 6. [↑](#footnote-ref-125)
126. [↑](#footnote-ref-126)
127. Allemang/Hendler: *Semantic Web for the Working Ontologist*, S. 207. [↑](#footnote-ref-127)
128. Ebd., S. 213. [↑](#footnote-ref-128)
129. Gabriel Képéklian, Olivier Curé, Laurent Bihanic, „From the Web of Documents to the Linked Data“, in: *Business Intelligence*, Bd.: 205, hrsg. von Esteban Zimányi und Ralf-Detlef Kutsche, Cham 2015 (= Lecture Notes in Business Information Processing), S. 60–87, hier S. 79–80, DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-17551-5\_3 (abgerufen am 20. Mai 2020). [↑](#footnote-ref-129)
130. „Overview of the Open World Assumption - OSF Wiki“. [↑](#footnote-ref-130)
131. Bizer/Heath/Berners-Lee: „Linked Data - The Story So Far“, S. 7. Die Autoren berufen sich ihrerseits auf Bizer/Cyganiak/Heath: „How to publish Linked Data on the Web“. [↑](#footnote-ref-131)
132. Stuckenschmidt: *Ontologien*, S. 160–161. [↑](#footnote-ref-132)
133. [↑](#footnote-ref-133)
134. „Begriffliche Kontrolle”, vgl: Bertram: „Einführung in die inhaltliche Erschließung“, S. 128. [↑](#footnote-ref-134)
135. Ebd. [↑](#footnote-ref-135)
136. Z. Begriff „Hypertext” siehe etwa: Dennis Niewerth, *Dinge-Nutzer-Netze: von der Virtualisierung des Musealen zur Musealisierung des Virtuellen*, Bielefeld 2018 (= Museum, Band 30), S. 92–93. [↑](#footnote-ref-136)
137. In dieser Arbeit wurden vor allem die Texte Allemang/Hendler: *Semantic Web for the Working Ontologist* sowie Hitzler u. a.: *Semantic Web* zu Rate gezogen. [↑](#footnote-ref-137)
138. Für eine Auswahl relevanter Vokabulare für den GLAM-Bereich s. Alan Riedel, „Instrumente, interoperabilität, semantic WebAnsätze für eine spartenübergreifende verlinkung musikinstrumentenbezogener daten“, (2019), online: https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:14-qucosa2-358359 und Ziku: „Digital Cultural Heritage and Linked Data: Semantically-Informed Conceptualisations and Practices with a Focus on Intangible Cultural Heritage“ Für eine Auswahl musikrelevanter Vokabulare s. Pasquale Lisena u. a., „Controlled Vocabularies for Music Metadata“, in: *Proc. 19th Int. Soc. Music Inf. Retr. Conf. ISMIR 2018 Paris Fr. Sept. 23-27 2018*, S. 7, Bicher/Wiermann: „Normdaten zu Werken der Musik“,Terhi Nurmikko-Fuller u. a., „Building Prototypes Aggregating Musicological Datasets on the Semantic Web“, in: *Bibl. Forsch. Prax.*, 42/2 (2018), S. 206–221, DOI: https://doi.org/10.1515/bfp-2018-0025, Terhi Nurmikko-Fuller u. a., „In Collaboration with In Concert: Reflecting a Digital Library as Linked Data for Performance Ephemera“, in: *Proceedings of the 3rd International workshop on Digital Libraries for Musicology - DLfM 2016*, o. Hrsg., New York 2016, S. 17–24, DOI: https://doi.org/10.1145/2970044.2970049 (abgerufen am 25. Mai 2020). [↑](#footnote-ref-138)
139. „BARTOC.org | Basel Register of Thesauri, Ontologies & Classifications“, online: https://bartoc.org/ (abgerufen am 28. Juli 2020). [↑](#footnote-ref-139)
140. „Linked Open Vocabularies (LOV)“, online: https://lov.linkeddata.es/dataset/lov/terms?q=owl:sameas&page=2 (abgerufen am 3. Juni 2020). [↑](#footnote-ref-140)
141. Husserl [↑](#footnote-ref-141)
142. Bekiari Xrysoula, „Definition of the CIDOC Conceptual Reference Model“, S. 161, hier S. 52. [↑](#footnote-ref-142)
143. „Resource Description Framework (RDF): Concepts and Abstract Data Model“. [↑](#footnote-ref-143)
144. „performer“, online: https://www.wikidata.org/wiki/Property:P175 (abgerufen am 25. Mai 2020). [↑](#footnote-ref-144)
145. „byArtist - schema.org Property“, online: https://schema.org/byArtist (abgerufen am 25. Mai 2020). [↑](#footnote-ref-145)
146. „DOREMUS-ANR/doremus-ontology“, in: *GitHub*, online: https://github.com/DOREMUS-ANR/doremus-ontology (abgerufen am 25. Mai 2020). [↑](#footnote-ref-146)
147. „DOREMUS Ontology“, online: http://data.doremus.org/ontology/#U54\_is\_performed\_expression\_of (abgerufen am 25. Mai 2020). [↑](#footnote-ref-147)
148. „DOREMUS Ontology“, online: http://data.doremus.org/ontology/#U81i\_is\_performer\_status\_of (abgerufen am 25. Mai 2020). [↑](#footnote-ref-148)
149. „GND Ontology“, online: https://d-nb.info/standards/elementset/gnd#instrumentalist (abgerufen am 25. Mai 2020). [↑](#footnote-ref-149)
150. Weitere Ausführungen zum Verständnis des Konzepts „Musikinstrument” in dieser Arbeit folgen in #Kapitel. [↑](#footnote-ref-150)
151. Nurmikko-Fuller u. a.: „Building Prototypes Aggregating Musicological Datasets on the Semantic Web“. [↑](#footnote-ref-151)
152. „The Music Ontology – Specification“, online: http://musicontology.com/specification/#term-Performance (abgerufen am 25. Mai 2020). [↑](#footnote-ref-152)
153. „FOAF Vocabulary Specification“, online: http://xmlns.com/foaf/spec/#term\_Agent (abgerufen am 25. Mai 2020). [↑](#footnote-ref-153)
154. „FOAF Vocabulary Specification“, online: http://xmlns.com/foaf/spec/#term\_Person (abgerufen am 25. Mai 2020). [↑](#footnote-ref-154)
155. „RDFCore: Resource Description Framework (RDF) Schema Specification 1.0“, online: https://www.w3.org/2001/sw/RDFCore/Schema/20010913/#s2.3.2 (abgerufen am 25. Mai 2020). [↑](#footnote-ref-155)
156. „Library of Congress Names - LC Linked Data Service: Authorities and Vocabularies | Library of Congress“, online: http://id.loc.gov/authorities/names.html (abgerufen am 25. Mai 2020). [↑](#footnote-ref-156)
157. „VIAF“, online: http://viaf.org/ (abgerufen am 25. Mai 2020). [↑](#footnote-ref-157)
158. Bertil Hermann van Boer, „Observations on bach’s use of the horn part I“, in: *Bach*, 11 (1980), H. 2, S. 21–28, hier S. 22. [↑](#footnote-ref-158)
159. „Johann Zedelmayer“, online: https://www.wikidata.org/wiki/Q97621186 (abgerufen am 23. Juli 2020). [↑](#footnote-ref-159)
160. „Anton Fischer“, online: https://www.wikidata.org/wiki/Q97621343 (abgerufen am 23. Juli 2020). [↑](#footnote-ref-160)
161. „The Music Ontology: Performance“. [↑](#footnote-ref-161)
162. „The Music Ontology – Specification“, online: http://musicontology.com/specification/#term-instrument (abgerufen am 26. Mai 2020). [↑](#footnote-ref-162)
163. Irish Traditional Music Archive, „Irish Traditional Music Archive“ (25. Mai 2020), in: *ITMA*, online: https://www.itma.ie/litmus/ontology (abgerufen am 26. Mai 2020). [↑](#footnote-ref-163)
164. Irish Traditional Music Archive, „Irish Traditional Music Archive“ (25. Mai 2020), in: *ITMA*, online: <https://www.itma.ie/litmus/ontology> (abgerufen am 26. Mai 2020)Ebd. [↑](#footnote-ref-164)
165. Irish Traditional Music Archive, „Irish Traditional Music Archive“ (25. Mai 2020), in: *ITMA*, online: <https://www.itma.ie/litmus/ontology> (abgerufen am 26. Mai 2020)Ebd. [↑](#footnote-ref-165)
166. Libin: „Musical instrument“. [↑](#footnote-ref-166)
167. „RDA-Toolkit“, online: https://access.rdatoolkit.org/ (abgerufen am 2. Juni 2020). [↑](#footnote-ref-167)
168. Übrigens ein ganz typisches Instrument im sog. *Calypso*. [↑](#footnote-ref-168)
169. Richard Taruskin, *The Earliest Notations to the Sixtenth Century*, Bd.: 1, Oxford u.a. 2005 (= The Oxford History of Western Music), S. 70–71. [↑](#footnote-ref-169)
170. Ansgar Nünning, *Metzler Lexikon Literatur- und Kulturtheorie. Ansätze - Personen - Grundbegriffe*, 4., aktualisierte und erw. Aufl., Stuttgart 2008, S. 562–564. [↑](#footnote-ref-170)
171. „LD4P/PerformedMusicOntology“, in: *GitHub*, online: https://github.com/LD4P/PerformedMusicOntology (abgerufen am 2. Juni 2020). [↑](#footnote-ref-171)
172. „Performed Music Ontology - LD4P public website - LYRASIS Wiki“, online: https://wiki.lyrasis.org/display/LD4P/Performed+Music+Ontology (abgerufen am 2. Juni 2020). [↑](#footnote-ref-172)
173. online: <http://performedmusicontology.org/ontologies/PerformedMusicOntology.html#MediumOfPerformance> (abgerufen am 2. Juni 2020). Deren URI (http://performedmusicontology.org/ontology/MediumOfPerformance) jedoch zu einer „404-Meldung” auflöst (Stand 02.06.2020). [↑](#footnote-ref-173)
174. „DOREMUS Ontology“, online: http://data.doremus.org/ontology/#M14\_Medium\_Of\_Performance (abgerufen am 2. Juni 2020). [↑](#footnote-ref-174)
175. Jakob Kusnick u. a., „A Timeline Metaphor for Analyzing the Relationships between Musical Instruments and Musical Pieces“:, in: *Proceedings of the 15th International Joint Conference on Computer Vision, Imaging and Computer Graphics Theory and Applications*, o. Hrsg., Valletta 2020, S. 240–251, DOI: https://doi.org/10.5220/0008990502400251 (abgerufen am 26. Mai 2020). [↑](#footnote-ref-175)
176. „musiXplora – Über den musiXplora“, online: https://home.uni-leipzig.de/mim/about/ (abgerufen am 26. Mai 2020). [↑](#footnote-ref-176)
177. Kusnick u. a.: „A Timeline Metaphor for Analyzing the Relationships between Musical Instruments and Musical Pieces“, S. 250. [↑](#footnote-ref-177)
178. „SKOS Simple Knowledge Organization System Reference“, online: https://www.w3.org/TR/skos-reference/ (abgerufen am 26. Mai 2020). [↑](#footnote-ref-178)
179. „SKOS Simple Knowledge Organization System Reference“, online: https://www.w3.org/TR/skos-reference/#mapping (abgerufen am 26. Mai 2020). [↑](#footnote-ref-179)
180. „Vizskos“, online: http://www.mimo-db.eu/InstrumentsKeywords/ (abgerufen am 2. Juni 2020). [↑](#footnote-ref-180)
181. Diese würden naturgemäß in der Regel nicht mit einem Objekt verknüpft. Ausnahmen fänden sich, wie so oft, in der zeitgenössischen Musik: Ob anhand eines Synthesisers eine Stimme verzerrt wird (tatsächlich böte bereits die Verstärkung einer Stimme durch ein Mikrophon als „Instrument” im weitesten Sinne), oder in ein Instrument „hineingesungen” wird, wären auch diese Szenarien darstellbar. [↑](#footnote-ref-181)
182. „About: doremus:vocabulary/iaml/mop/“, online: http://data.doremus.org/vocabulary/iaml/mop/ (abgerufen am 2. Juni 2020). [↑](#footnote-ref-182)
183. So werden – dank der Transitivität des Superpropertys – bei einer SPARQL-Suche zugleich auch Entitäten, die durch dessen Subproperties miteinander verbunden sind, ausgegeben. [↑](#footnote-ref-183)
184. „DCMI: DCMI Metadata Terms“, online: https://www.dublincore.org/specifications/dublin-core/dcmi-terms/#relation (abgerufen am 2. Juni 2020). [↑](#footnote-ref-184)
185. „RDF Schema 1.1“, online: https://www.w3.org/TR/rdf-schema/#ch\_subpropertyof (abgerufen am 2. Juni 2020). [↑](#footnote-ref-185)
186. „SKOS-Core 1.0 Guide“, online: https://www.w3.org/2001/sw/Europe/reports/thes/1.0/guide/20040504/#3.5 (abgerufen am 30. Mai 2020). [↑](#footnote-ref-186)
187. Ebd. [↑](#footnote-ref-187)
188. „Definition of the CIDOC Conceptual Reference Model“, online: http://www.cidoc-crm.org/html/5.0.4/cidoc-crm.html#P137 (abgerufen am 30. Mai 2020). [↑](#footnote-ref-188)
189. „Definition of the CIDOC Conceptual Reference Model“, online: http://www.cidoc-crm.org/html/5.0.4/cidoc-crm.html#E1 (abgerufen am 30. Mai 2020). [↑](#footnote-ref-189)
190. „Definition of the CIDOC Conceptual Reference Model“, online: http://www.cidoc-crm.org/html/5.0.4/cidoc-crm.html#E55 (abgerufen am 30. Mai 2020). [↑](#footnote-ref-190)
191. Xrysoula: „Definition of the CIDOC Conceptual Reference Model“, S. xxvi. [↑](#footnote-ref-191)
192. „Definition of the CIDOC Conceptual Reference Model: P137“. Wobei in dieser Arbeit die Verwendung von rdfs:subclassOf zu genügen scheint. [↑](#footnote-ref-192)
193. Xrysoula: „Definition of the CIDOC Conceptual Reference Model“, S. xxvi. [↑](#footnote-ref-193)
194. Hitzler u. a.: *Semantic Web*, S. 149. [↑](#footnote-ref-194)
195. „OWL Web Ontology Language Reference“, online: https://www.w3.org/TR/owl-ref/#SymmetricProperty-def (abgerufen am 3. Juni 2020). [↑](#footnote-ref-195)
196. „Definition of the CIDOC Conceptual Reference Model“, online: http://www.cidoc-crm.org/html/5.0.4/cidoc-crm.html#E19 (abgerufen am 30. Mai 2020). [↑](#footnote-ref-196)
197. „musical instrument“, online: https://www.wikidata.org/wiki/Q34379 (abgerufen am 2. Juni 2020). [↑](#footnote-ref-197)
198. „Lord Dunn–Raven Stradivarius“, online: https://www.wikidata.org/wiki/Q6679199 (abgerufen am 2. Juni 2020). [↑](#footnote-ref-198)
199. Eine zentrale Herausforderung liegt jedoch in dem Umstand, dass – abgesehen etwa von MIMO – kaum referenzierbare Datensätze für Instrumente im Netz vorhanden sind. So lässt sich zwar etwa mittels SPARQL-Abfrage eine Liste der auf Wikidata vorhandenen „Stradivaris” (https://query.wikidata.org/sparql?query=%23%22Stradivaris%22%20in%20Wikidata%0ASELECT%20%3Finstrument%20%3FinstrumentLabel%20%0AWHERE%20%0A%7B%0A%20%20%3Finstrument%20wdt%3AP170%20wd%3AQ182011%20.%0A%20%20SERVICE%20wikibase%3Alabel%20%7B%20bd%3AserviceParam%20wikibase%3Alanguage%20%22%5BAUTO\_LANGUAGE%5D%2Cen%22.%20%7D%0A%7D%0A%0A), oder von Orgeln (auf 500 beschränkt) (https://query.wikidata.org/sparql?query=%23Orgel%20in%20Wikidata%0ASELECT%20%3Finstrument%20%3FinstrumentLabel%20%0AWHERE%20%0A%7B%0A%20%20%3Finstrument%20%23wdt%3AP170%20%3Fcreator%20%3B%0A%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20wdt%3AP31%20wd%3AQ1444%20.%0A%20%20SERVICE%20wikibase%3Alabel%20%7B%20bd%3AserviceParam%20wikibase%3Alanguage%20%22%5BAUTO\_LANGUAGE%5D%2Cen%22.%20%7D%0A%7D%0A%0ALimit%20500) generieren, jedoch böte sich das systematische Verzeichnen – insbesondere von Orgeln – als möglicher Ansatzpunkt für künftige Erschließungsprojekte an. [↑](#footnote-ref-199)
200. „OWL Web Ontology Language Reference“, online: https://www.w3.org/TR/owl-ref/#sameAs-def (abgerufen am 2. Juni 2020). [↑](#footnote-ref-200)
201. Siehe etwa den Twitter-Thread unter dem Hashtag *#openmasterarbeit* vom 09.–10.06.2020 zu diesem Thema – dort insb. in Hinsicht auf Werk-Entitäten: „Alan Riedel auf Twitter: ‚#Musicology #SemanticWeb experts, I humbly ask your counsel: are you aware of vocabulary to model audio examples? For instance: &lt;track a&gt; &lt;is an audio example of&gt; &lt;work a&gt; . @MusiCog @music\_enfanthen @tmtn @TMusicology #openmasterarbeit‘ / Twitter“, in: *Twitter*, online: https://twitter.com/SPARQLCRMSUPPE/status/1270298014519869440 (abgerufen am 11. Juni 2020). [↑](#footnote-ref-201)
202. „David M. Weigl auf Twitter: ‚@SPARQLCRMSUPPE @music\_enfanthen @tmtn @TMusicology Music ontology offers one way -- see slide 20 in @music\_enfanthen and my slide deck here: https://t.co/VM2U2TcVkN. tl;dr: a performance of a musical work is recorded as a signal which is published as a musical manifestation that is available as an audio file.‘ / Twitter“, in: *Twitter*, online: https://twitter.com/MusiCog/status/1270301139293155333 (abgerufen am 11. Juni 2020). [↑](#footnote-ref-202)
203. „David M. Weigl auf Twitter: ‚@SPARQLCRMSUPPE @music\_enfanthen @tmtn @TMusicology Small follow-up, you could also use schema:recordingOf (from a schema:MusicComposition to a schema:MusicRecording). This may be more appropriate if the audio you’re linking is published (e.g. as a track on a CD), rather than, say, a field recording‘ / Twitter“, in: *Twitter*, online: https://twitter.com/MusiCog/status/1270696812312236032 (abgerufen am 11. Juni 2020). [↑](#footnote-ref-203)
204. „produced sound“, online: https://www.wikidata.org/wiki/Property:P4733 (abgerufen am 11. Juni 2020). [↑](#footnote-ref-204)
205. „audio“, online: https://www.wikidata.org/wiki/Property:P51 (abgerufen am 11. Juni 2020). [↑](#footnote-ref-205)
206. „RDF Schema 1.1“, online: https://www.w3.org/TR/rdf-schema/#ch\_label (abgerufen am 11. Juni 2020). [↑](#footnote-ref-206)
207. „RDF Schema 1.1“, online: https://www.w3.org/TR/rdf-schema/#ch\_comment (abgerufen am 11. Juni 2020). [↑](#footnote-ref-207)
208. Ebd. [↑](#footnote-ref-208)
209. S. 16–17 [↑](#footnote-ref-209)
210. „track - schema.org Property“, online: https://schema.org/track (abgerufen am 11. Juni 2020). [↑](#footnote-ref-210)
211. Nuno Freire, Valentine Charles, Antoine Isaac, „Evaluation of Schema.org for Aggregation of Cultural Heritage Metadata“, in: *The Semantic Web. 15th International Conference, ESWC 2018, Heraklion, Crete, Greece, June 3–7, 2018. Proceedings*, Bd.: 10843, hrsg. von Aldo Gangemi u. a., Cham 2018 (= Lecture Notes in Computer Science), S. 225–239, DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-93417-4\_15 (abgerufen am 11. Juni 2020) oder Anna Neovesky, Frederic von Vlahovits, „Interconnecting music repositories with semantic web technologies—an RDF- and schema.org-based approach“, in: *Digit. Scholarsh. Humanit.*, (2020), S. fqaa019, DOI: https://doi.org/10.1093/llc/fqaa019. [↑](#footnote-ref-211)
212. „Home - schema.org“, online: https://schema.org/ (abgerufen am 11. Juni 2020). [↑](#footnote-ref-212)
213. Einen umfassenden Überblick bietet: [↑](#footnote-ref-213)
214. Sinnvoll wäre es etwa für maschinelle Auswertungen, die Festlegung des Stimmtons ebenfalls als Tripel mit unterschiedlichen Datentypen zu modellieren und mit etablierten Vokabularen – v.a. aus dem Bereich der Physik/Akustik – zu verknüpfen. [↑](#footnote-ref-214)
215. „Katalog der Deutschen Nationalbibliothek“, online: https://portal.dnb.de/opac.htm?method=simpleSearch&cqlMode=true&query=nid%3D4122368-8 (abgerufen am 27. Juli 2020). [↑](#footnote-ref-215)
216. „RDF Schema 1.1 – Label“. [↑](#footnote-ref-216)
217. Wobei dies freilich zunächst ebenfalls ein theoretisches „Klingen” ist. [↑](#footnote-ref-217)
218. Eine sehr verständliche Einführung zur Transposition in Hornstimmen findet sich in: Kurt Janetzky, Bernhard Brüchle, *Das Horn. Eine kleine Chronik seines Werdens und Wirkens*, Bd.: 6, Mainz u.a. 1984 (= Unsere Musikinstrumente), S. 67–72. [↑](#footnote-ref-218)
219. S. hierzu insb. Klaus Wogram, „Ein Beitrag zur Ermittlung der Stimmung von Blechblasinstrumenten“. [↑](#footnote-ref-219)
220. Vgl.: Janetzky/Brüchle: *Das Horn*, S. 69. [↑](#footnote-ref-220)
221. „F“, online: https://www.wikidata.org/wiki/Q775617 (abgerufen am 26. Juli 2020). [↑](#footnote-ref-221)
222. [↑](#footnote-ref-222)
223. Hitzler u. a.: *Semantic Web*, S. 51–52. [↑](#footnote-ref-223)
224. „RDF Primer“, online: https://www.w3.org/TR/rdf-primer/#rdfvalue (abgerufen am 26. Juli 2020), Hitzler u. a.: *Semantic Web*, S. 55–56. [↑](#footnote-ref-224)
225. „RDF Schema 1.1“, online: https://www.w3.org/TR/rdf-schema/#ch\_reificationvocab (abgerufen am 27. Juli 2020), Allemang/Hendler: *Semantic Web for the Working Ontologist*, S. 42–44. [↑](#footnote-ref-225)
226. „RDF Schema 1.1“, online: https://www.w3.org/TR/rdf-schema/#ch\_subject (abgerufen am 27. Juli 2020). [↑](#footnote-ref-226)
227. „RDF Schema 1.1“, online: https://www.w3.org/TR/rdf-schema/#ch\_predicate (abgerufen am 27. Juli 2020). [↑](#footnote-ref-227)
228. „RDF Schema 1.1“, online: https://www.w3.org/TR/rdf-schema/#ch\_object (abgerufen am 27. Juli 2020). [↑](#footnote-ref-228)
229. „RDF Schema 1.1“, online: https://www.w3.org/TR/rdf-schema/#ch\_statement (abgerufen am 27. Juli 2020). [↑](#footnote-ref-229)
230. Hitzler u. a.: *Semantic Web*, S. 80. [↑](#footnote-ref-230)
231. „DOREMUS Ontology“, online: http://data.doremus.org/ontology/#U28\_has\_ambitus (abgerufen am 27. Juli 2020). [↑](#footnote-ref-231)
232. „ambitus“, online: https://www.wikidata.org/wiki/Property:P2279 (abgerufen am 27. Juli 2020). [↑](#footnote-ref-232)
233. „ambitus“, online: https://www.wikidata.org/wiki/Q745780 (abgerufen am 27. Juli 2020). [↑](#footnote-ref-233)
234. Vgl. etwa: Szeredi u. a.: *The semantic web explained: The technology and mathematics behind web 3.0*, S. 175–183. [↑](#footnote-ref-234)
235. „Label Everything“, online: https://patterns.dataincubator.org/book/label-everything.html (abgerufen am 11. Juni 2020). [↑](#footnote-ref-235)
236. „SPARQLCRMSUPPE/VocsForInstruments“. [↑](#footnote-ref-236)
237. „Hypertext Style: Cool URIs don’t change.“, online: https://www.w3.org/Provider/Style/URI (abgerufen am 13. August 2020). [↑](#footnote-ref-237)
238. [↑](#footnote-ref-238)
239. Lydia Pintscher u. a., „Strategy for the Wikibase Ecosystem“, (2019), S. 15. [↑](#footnote-ref-239)
240. „Shape Expressions (ShEx) 2.1 Primer“, online: https://shex.io/shex-primer/ (abgerufen am 15. August 2020). [↑](#footnote-ref-240)
241. „Shapes Constraint Language (SHACL)“, online: https://www.w3.org/TR/shacl/ (abgerufen am 15. August 2020). [↑](#footnote-ref-241)
242. Hier fehlt es noch sehr an verständlichen Anleitungen und Lernmöglichkeiten für Nichtinformatiker. [↑](#footnote-ref-242)
243. „FAIR Principles“, in: *GO FAIR*, online: https://www.go-fair.org/fair-principles/ (abgerufen am 15. August 2020). [↑](#footnote-ref-243)
244. „5 Star Linked Data - Government Linked Data (GLD) Working Group Wiki“, online: https://www.w3.org/2011/gld/wiki/5\_Star\_Linked\_Data (abgerufen am 15. August 2020). [↑](#footnote-ref-244)
245. [↑](#footnote-ref-245)
246. [↑](#footnote-ref-246)