



GOEDOC – Dokumenten- und Publikationsserver der Georg-August-Universität Göttingen

2019

GODOT – Graph of Dated Objects and Texts
–
Modellierung antiker nicht-gregorianischer Kalenderdaten mit
Hilfe der Graphdatenbank Neo4j

Frank Grieshaber

DARIAH-DE Working Papers

Nr.36

Grieshaber, Frank: GODOT – Graph of Dated Objects and Texts : Modellierung antiker nicht-gregorianischer Kalenderdaten mit Hilfe der Graphdatenbank Neo4j
Göttingen : GOEDOC, Dokumenten- und Publikationsserver der Georg-August-Universität, 2019
(DARIAH-DE working papers 36)

Verfügbar:

PURL: <http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl/?dariah-2019-8>

URN: <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:gbv:7-dariah-2019-8-6>



Bibliographische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliographie; detaillierte bibliographische Daten sind im Internet über <http://dnb.dnb.de> abrufbar.

Erschienen in der Reihe
DARIAH-DE working papers

ISSN: 2198-4670

Herausgeber der Reihe
DARIAH-DE, Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek

Mirjam Blümm, Thomas Kollatz, Stefan Schmunk und Christof Schöch

Abstract: Dieser Artikel stellt einen Gazetteer für antike Kalenderdaten vor: Im Zentrum von "Graph of Dated Objects and Texts" (GODOT) steht eine graphenbasierte Modellierung chronologischer Kalenderdaten aus der klassischen Griechisch-Römischen Antike -- diese erlaubt ein verlustfreies, flexibles und präzises Aufnehmen aller Bestandteile eines nicht-gregorianischen Datums und nicht nur der Konvertierungen in den Julianischen Kalender, wie sie üblicherweise in Digitalen Editionen bisher vorgenommen wurde. Die stabilen und zitierbaren URIs für Instanzen aus diversen Kalendersystemen können in Digitalen Editionen (Datenbank-basiert oder TEI/XML-basiert) wiederverwendet werden, oder dienen dem Festlegen von Start- und Endpunkten von Periodendefinitionen oder Events.

Keywords: Graphdatenbanktechnologie, Digitale Edition
Graphdatabase, Digital Scholarly Edition

GODOT - Graph of Dated Objects and Texts

Modellierung antiker nicht-gregorianischer Kalenderdaten mit Hilfe der Graphdatenbank Neo4j

Frank Grieshaber

Heidelberger Akademie der Wissenschaften (HADW)



Frank Grieshaber: „GODOT - Graph of Dated Objects and Texts“. *DARIAH-DE Working Papers* Nr. 36.
Göttingen: DARIAH-DE, 2019. URN: [urn:nbn:de:gbv:7-dariah-2019-8-6](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:gbv:7-dariah-2019-8-6).

Dieser Beitrag erscheint unter der
Lizenz [Creative-Commons Attribution 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) (CC-BY).

Die *DARIAH-DE Working Papers* werden von Mirjam Blümm,
Thomas Kollatz, Stefan Schmunk und Christof Schöch
herausgegeben.

Mitherausgeber dieses Working Papers ist Andreas Kuczera
(ADWL Mainz)



Dieser Beitrag ist im Rahmen der Tagung Graphentechnologien entstanden, die am 19. und 20. Januar 2017 an der Akademie der Wissenschaften und der Literatur Mainz (ADWL Mainz) in Zusammenarbeit mit DARIAH-DE und Historical Network Research (HNR) stattfand.

Timo Kissinger (ADWL Mainz) sei gedankt für die überaus konstruktive Unterstützung des Lektorats.

Zusammenfassung

Dieser Artikel stellt einen Gazetteer für antike Kalenderdaten vor: Im Zentrum von "Graph of Dated Objects and Texts" (GODOT) steht eine graphenbasierte Modellierung chronologischer Kalenderdaten aus der klassischen Griechisch-Römischen Antike – diese erlaubt ein verlustfreies, flexibles und präzises Aufnehmen aller Bestandteile eines nicht-gregorianischen Datums und nicht nur der Konvertierungen in den Julianischen Kalender, wie sie üblicherweise in Digitalen Editionen bisher vorgenommen wurde. Die stabilen und zitierbaren URIs für Instanzen aus diversen Kalendersystemen können in Digitalen Editionen (Datenbank-basiert oder TEI/XML-basiert) wiederverwendet werden, oder dienen dem Festlegen von Start- und Endpunkten von Periodendefinitionen oder Events.

Schlagwörter

Graphdatenbanktechnologie, Digitale Edition

Keywords

Graphdatabase, Digital Scholarly Edition

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	4
1.1	Status Quo: Datierungen in Digitalen Editionen & Datenbanken	5
1.2	Potenzielle Datenlieferanten/Datenbasis	7
2	Workflows Daten Erfassung/Import	7
2.1	Manuell über Web-Frontend	7
2.2	Datenerfassung mittels Named Entity Recognition (NER)	8
3	Datenmodellierung	11
3.1	Gregorianische Kalenderdaten in Neo4j	11
3.2	Modellierung nicht-Gregorianischer Datierungssysteme	12
3.2.1	Unschärfen: fehlende oder unbekannte Kalenderdaten	12
3.2.2	Antike Belege eines Datums in Texten	13
3.2.3	Synchronismen	13
4	Praxis in Neo4j	14
4.1	Welche Kalendertypen sind bereits im GODOT Graphen abgelegt?	14
4.2	Welche Informationen existieren für eine GODOT ID?	15
5	Fazit	16
	Literaturverzeichnis	17

1 Einleitung

„Graph of Dated Objects and Texts (GODOT)“ ist ein Projekt in statu nascendi: Die aktuellen Arbeiten umfassen Datenmodellierung, Formulieren von Projektzielen und Schreiben eines Antrags zur Finanzierung des Projekts. Das Projekt wird in Zusammenarbeit mit dem King’s College London (Prof. C. Roueche) und KU Leuven (Prof. M. Depauw) entwickelt.¹

In den Mittelmeer-Kulturen der Antike kam eine Vielzahl an sehr unterschiedlichen Kalender- und Datierungssystemen zum Einsatz, fallweise auch mehrere Systeme parallel (so bspw. in Ägypten: Solar-, Lunar-, Fiskal- und Epochen-Kalender sowie Systeme basierend auf eponymen Beamten oder Priestern). Im Rahmen des GODOT-Projekts soll ein digitales Tool entwickelt werden, das deren Geschichte und vor allem die internen gegenseitigen Bezüge, also Doppeldatierungen, Koregentschaften, Synchronismen, etc. erstmals mit Methoden der Digital Humanities untersuchbar macht. Bei GODOT handelt es sich um einen Gazetteer für antike Datierungssysteme.

Ziele des Projekts sind:

- das Erstellen eines Kalender-Gazetteers, der für jede Kalender-Instanz eines jeden Kalendersystems persistente Identifier in Form von stabilen, zitierfähigen URIs erstellt,
- das Anbieten von Such- und Retrieval-Möglichkeiten (unter besonderer Berücksichtigung von antiken Synchronismen),
- Konvertierungen von Kalenderdaten, wo dies möglich bzw. in der Forschung als gesichert zu gelten hat²,
- und schließlich das Bereitstellen einer API und von RDF Repräsentationen der Kalenderangaben (wahrscheinlich auf Basis der Time Ontology³, die aber u. U. noch um eigene Elemente ergänzt werden muss für die etwas exotischeren antiken Kalendersysteme⁴).

Perspektivisch kann hierdurch ein Chronological/Calendrical Information System (CIS) für die Antike aufgebaut werden, das – ähnlich einem Geographischen Informationssystem (GIS) – Kalenderangaben im Kontext von Linked Data eindeutig adressierbar macht, Kalender-Berechnungen wie Konvertierungen zwischen unterschiedlichen Systemen oder Distanzen innerhalb eines Systems durchführen kann, die Daten maschinen- und menschenlesbar vorhält sowie Analysen im gesamten Datenbestand ermöglicht.

¹Dieser Artikel gibt den Status Quo des Vortrags von Januar 2017 wieder; inzwischen wurde von Juli bis Dezember 2018 mit Unterstützung der Andrew W. Mellon Foundation ein Prototyp entwickelt, siehe <https://godot.date>.

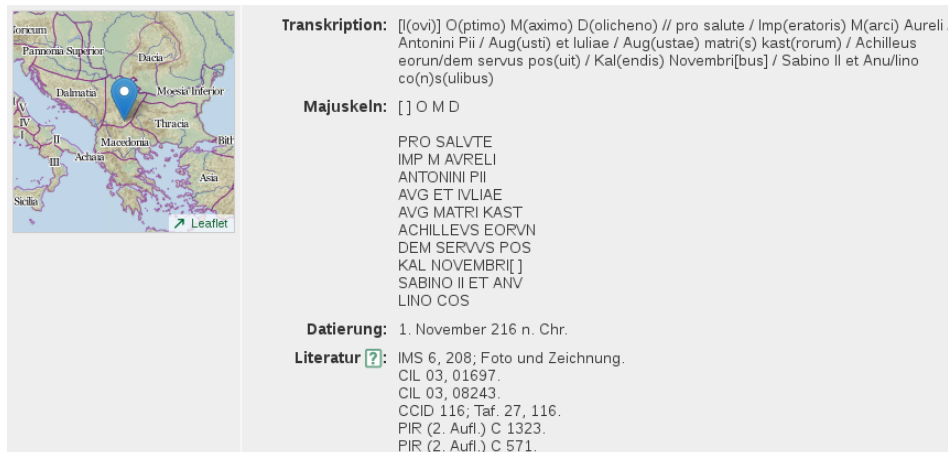
²Für Kalenderdaten aus ägyptischen Papyri kann die API des „Date Converter for Ancient Egypt“ (http://dc.online-resources.de/rest_api) als integraler Bestandteil in das GODOT Projekt eingebunden werden. Vergleichbare Konverter lassen sich für die übrigen antiken Datierungssysteme erstellen.

³S. Cox / C. Little: Time Ontology in OWL (2017).

⁴Siehe einstweilen: Simon J. D. Cox: Time ontology extended for non-Gregorian calendar applications, in: Semantic Web, vol. 7, no. 2, pp. 201-209, 2016 (DOI: 10.3233/SW-150187).

1.1 Status Quo: Datierungen in Digitalen Editionen & Datenbanken

Warum ist ein derartiger Gazetteer nötig? Hierfür soll ein kurzer Blick auf die Art und Weise, wie momentan typischerweise in Datenbank-Projekten und Digitalen Editionen antiker Texte mit Kalenderangaben umgegangen wird, genügen: Antike Kalenderangaben werden schlichtweg in den Julianischen Kalender umgerechnet – hierfür ein Beispiel aus der Epigraphischen Datenbank Heidelberg (s. Abb. 1)⁵:



Transkription: `[[(ovi)] O(ptimo) M(aximo) D(olicheno) // pro salute / Imp(eratoris) M(arc) Aureli / Antonini P(ii) / Aug(usti) et Iuliae / Aug(ustae) matri(s) kast(rorum) / Achilleus eorum/dem servus pos(uit) / Kal(endis) Novembri[bus] / Sabino II et Anu(lino) co(n)s(ulibus)`

Majuskeln: `[] O M D`

Datierung: 1. November 216 n. Chr.


Literatur : IMS 6, 208; Foto und Zeichnung.
CIL 03, 01697.
CIL 03, 08243.
CCID 116; Taf. 27, 116.
PIR (2. Aufl.) C 1323.
PIR (2. Aufl.) C 571.

Abbildung 1: Datierung nach römischen Konsuln

Als Datierung wird hier „1. November 216. n. Chr.“ angegeben⁶. Schaut man sich nun die lateinische Transkription der Inschrift an, erkennt man wesentlich detailliertere Informationen:

... Kal(endis) Novembri[bus] / Sabino II et Anu(lino) co(n)s(ulibus)

So bzgl. der Jahresdatierung: Diese beruht auf den beiden eponymen römischen Konsuln des Jahres 216 (Sabinus und Anulinus); die Tagesdatierung wird mit Hilfe des römischen Kalenders ausgedrückt: „Kalendis Novembribus“ (erster Tag des Monats November).

Dies ist nicht nur in Datenbankprojekten der Fall sondern auch in TEI-XML basierten Digitalen Editionen wie beispielsweise im Portal papyri.info, in denen typischerweise ein ISO-8601-artiges Datum Verwendung findet⁷:

```
<origDate when="0104-08-12">12. Aug. 104</origDate>
```

Dieses knappe Julianische Datum steht an Stelle der wesentlich präziseren altägyptischen Datierung „Regierungsjahr 7 unter Kaiser Trajan, Tag 12 des Monats Mesore“⁸.

⁵<http://edh-www.adw.uni-heidelberg.de/edh/inschrift/HD018571>.

⁶Das ist ein Julianisches Datum, nicht Gregorianisch: In den Altertumswissenschaften wird üblicherweise nach dem Julianischen Kalender datiert, ohne dies explizit anzugeben.

⁷<http://papyri.info/hgv/76649/source>.

⁸ἑβδόμου (ἔτους) Τραιανοῦ Καίσαρος ... Μεσορή 1θ.

Abschließend noch ein Beispiel für eine RDF-Repräsentation chronologischer Informationen aus der Numismatik auf Basis der nomisma.org Ontologie⁹: In einer Münzlegende wird als chronologische Einordnung erwähnt, dass Kaiser Augustus den Imperator-Titel das 11. Mal inne hat¹⁰ – dieser Hinweis auf das Jahr 12 v. Chr. wird ebenfalls als ISO 8601 Datum (über xsd:gYear typisiert) in RDF wiedergegeben¹¹:

```
nmo:hasStartDate "-0012"^^xsd:gYear;  
nmo:hasEndDate "-0012"^^xsd:gYear;
```

Die beiden letztgenannten Beispiele sind neben den unpräzisen, fehlenden Informationen aber auch noch in ganz anderer Hinsicht problematisch: Zum einen sehen die Spezifikationen von ISO 8601¹², TEI-XML¹³ und RDF¹⁴ für die Modellierung von Kalenderangaben als Kalendersystem das Gregorianische vor und nicht das in den Altertumswissenschaften benutzte Julianische. Werden nun derartig kodierte Kalenderdaten aus Datenbanksystemen oder Digitalen Editionen maschinell verarbeitet, bspw. als Basis für Kalenderberechnungen, kann durch die Verwendung inkompatibler Kalendertypen ein Offset von einigen Tagen entstehen und somit das Ergebnis verfälschen.

Zum anderen mangelt es digitalen Repräsentationen von vorchristlichen Kalenderdaten an Eindeutigkeit: Dies resultiert aus der Tatsache, dass zwei unterschiedliche XML Schema Versionen existieren, die sich – trotz identischer Namespace URI – darin unterscheiden, ob mit einem Jahr Null gerechnet wird oder nicht. Die ältere Version XML Schema 1.0 aus dem Jahr 2004 orientierte sich am praktischen Gebrauch von Historikerinnen und Historikern, ließ folglich kein Jahr Null zu¹⁵. Dies änderte sich durch die Überarbeitung des Jahres 2012 (XML Schema Version 1.1)¹⁶, das sich an der ISO 8601 Norm orientierte – diese Version operiert also mit einem Jahr Null, allerdings ohne eine neue Namespace URI zu kreieren, wodurch nun an Hand der Daten nicht zu entscheiden ist, welche der beiden Versionen vorliegt.

Zusammenfassend lässt sich also konstatieren, dass beim Transformieren antiker Texte in deren digitale Repräsentation wertvolle Informationen verloren gehen: Es fehlen Angaben zum Kalendersystem, zum konkreten Datum und in Fällen von Synchronismen auch die Information, dass der Text eine Doppeldatierung enthält. Eine unkritische Nachnutzung von Kalenderdaten aus digitalen Editionen oder Datenbankprojekten kann bei maschinellen Kalenderberechnungen zu falschen Ergebnissen führen, entweder in Form eines Offsets von ein paar Tagen (Julianisch vs. Gregorianisch) oder einem ganzen Jahr (bei vorchristlichen Kalenderdaten). Davon abgesehen ist eine Konvertierung in den Julianischen Kalender nicht in jedem Fall in der Forschung unumstritten (insbesondere für sehr frühe Kalenderangaben), präziser wäre folglich das Arbeiten mit antiken Daten und nicht mit konvertierten.

Genau diese Probleme wird das GODOT Projekt angehen.

⁹<http://nomisma.org/ontology>.

¹⁰AVGVSTVS DIVI F / IMP XI.

¹¹[http://numismatics.org/ocre/id/ric.1\(2\).aug.174.ttl](http://numismatics.org/ocre/id/ric.1(2).aug.174.ttl).

¹²ISO 8601:2004(E) passim, bes. Abschnitt 3.2.1.

¹³<http://www.tei-c.org/release/doc/tei-p5-doc/en/html/ref-att.dateable.w3c.html>.

¹⁴<https://www.w3.org/TR/rdf11-concepts/#section-Datatypes> verweist für Modellierung von Zeit- und Kalenderangaben auf die XML Schema Datentypen (<https://www.w3.org/TR/xmlschema11-2/#date>).

¹⁵<https://www.w3.org/TR/xmlschema-2/#noYearZero>.

¹⁶<https://www.w3.org/TR/xmlschema11-2/#dateTime>.

1.2 Potenzielle Datenlieferanten/Datenbasis

Aus der Antike sind eine große Anzahl datierter Texte überliefert: Dazu gehören historische und historiographische Texte, Annalen, Münzen, Urkunden und Verträge – viele dieser Texte existieren bereits in digitaler Form. Zu den wichtigsten digitalen Text-Corpora der griechisch-römischen Antike zählen für literarische und historiographische Texte die Perseus Digital Library¹⁷, für antike Inschriften die im EAGLE Verbund zusammengeschlossenen Inschriften-Datenbanken¹⁸, für die Numismatik die auf der Nomisma Ontologie aufbauenden Datenbanken¹⁹ und schließlich für griechische Papyri aus Ägypten das papyri.info Portal²⁰. Dazu kommen noch diverse Text-Corpora aus der Ägyptologie²¹ und der Assyriologie²², perspektivisch auch aus der Koptologie oder der arabischen Papyrologie.

Die zentrale Frage lautet zunächst: Wie kommen die Kalender-Daten aus diesen Text-Datenbanken und Digitalen Editionen in den GODOT Gazetteer?

2 Workflows Daten Erfassung/Import

Hier sind grundsätzlich zwei Szenarien denkbar: Zum einen das manuelle Einfügen von einzelnen Kalenderdaten in die GODOT Datenbank, und zum anderen der Massenimport aus bestehenden Text-Datenbanken oder Digitalen Editionsprojekten.

2.1 Manuell über Web-Frontend

Als Beispiel dient eine der vielen antiken Besucherinschriften an einem der beiden Memnonskolosse in Theben-West in Oberägypten²³. Den eigentlichen Inhalt der Inschrift ignorierend, betrachten wir nur die letzten beiden Zeilen des Textes, dort findet sich folgende Datierung:

... ἔτει ιε' Ἀδριανοῦ Καίσαρος τοῦ κυρίου, ια' Χοϊακ
Jahr 15 unter Kaiser Hadrian, Tag 11 des Monats Choiak

Um die GODOT URI für dieses Datum zu ermitteln, werden die folgenden Daten auf der GODOT Webseite in ein Formular eingetragen (s. Abb. 2):

- Kalendertyp
- Herrschaftsname

¹⁷<http://www.perseus.tufts.edu>.

¹⁸<https://www.eagle-network.eu>.

¹⁹<http://nomisma.org>.

²⁰<http://papyri.info>.

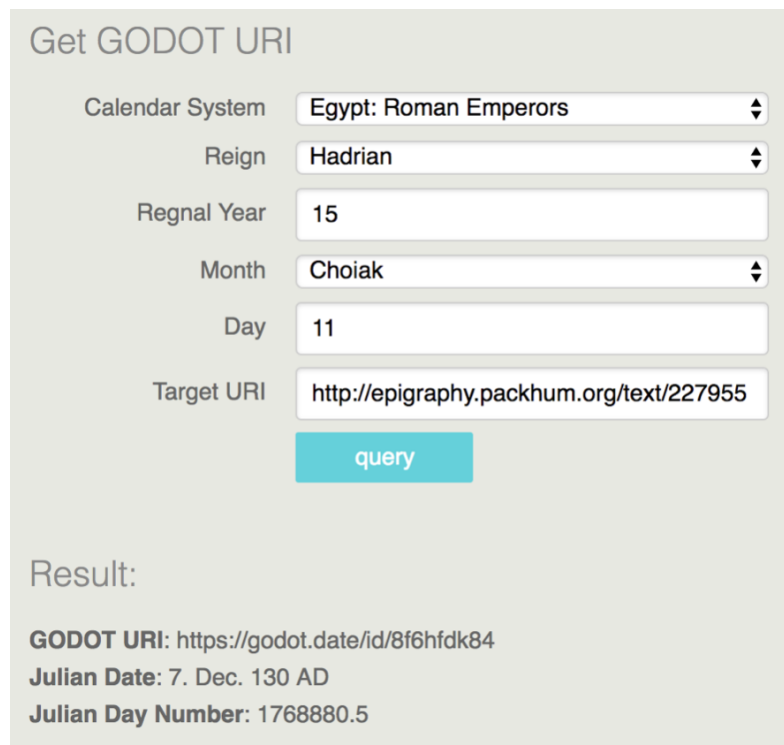
²¹<http://aaew.bbaw.de/tla> oder <http://ramses.ulg.ac.be>.

²²<http://cdli.ucla.edu/> oder <http://www.en.ag.geschichte.uni-muenchen.de/research/mocci/index.html>.

²³<http://epigraphy.packhum.org/text/227955>.

- Regierungsjahr
- Monat
- Tag
- optional: URI der online Textedition

Als Ergebnis wird dann die dazugehörige GODOT URI zurückgegeben, die dann bspw. in den TEI Header der Textedition eingefügt werden kann.



Get GODOT URI

Calendar System

Reign

Regnal Year

Month

Day

Target URI

Result:

GODOT URI: <https://godot.date/id/8f6hfdk84>

Julian Date: 7. Dec. 130 AD

Julian Day Number: 1768880.5

Abbildung 2: Manuelle Dateneingabe über GODOT Webformular

Für kleine Corpora mag dieser Workflow praktikabel sein, aber was macht man mit über 70.000 griechischen Papyri aus Ägypten, mit über 400.000 lateinischen Inschriften?

2.2 Datenerfassung mittels Named Entity Recognition (NER)

Hierfür sind natürlich automatisierte Verfahren notwendig: Wie das Verfahren eines Massenimports grundlegend aussehen kann, soll kurz am Beispiel von antiken Münzlegenden gezeigt werden, diese erwähnen in der römischen Kaiserzeit häufig fortlaufend nummerierte Tribunicia Potestas Datierungen.

Für die antike Numismatik existiert ein großer Datenbankverbund, der Metadaten von antiken Münzen auf Basis der gemeinsamen Nomisma Ontologie sammelt²⁴. Diese Datenbank stellt einen SPARQL

²⁴<http://nomisma.org>.

Endpunkt bereit, über den man die Münzlegenden, die eine Tribunicia Potestas Datierung erwähnen, ermitteln kann (s. Abb. 3)²⁵:

```

PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX bio: <http://purl.org/vocab/bio/0.1/>
PREFIX crm: <http://www.cidoc-crm.org/cidoc-crm/>
PREFIX dcmitype: <http://purl.org/dc/dcmitype/>
PREFIX dcterms: <http://purl.org/dc/terms/>
PREFIX foaf: <http://xmlns.com/foaf/0.1/>
PREFIX geo: <http://www.w3.org/2003/01/geo/wgs84_pos#>
PREFIX nm: <http://nomisma.org/id/>
PREFIX nmo: <http://nomisma.org/ontology#>
PREFIX org: <http://www.w3.org/ns/org#>
PREFIX osgeo: <http://data.ordnancesurvey.co.uk/ontology/geometry/>
PREFIX rdac: <http://www.rdaregistry.info/Elements/c/>
PREFIX skos: <http://www.w3.org/2004/02/skos/core#>
PREFIX spatial: <http://jena.apache.org/spatial#>
PREFIX un: <http://www.owl-ontologies.com/ontology1181490123.owl#>
PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>

SELECT * WHERE {
?s nmo:hasLegend ?o
  FILTER (REGEX(?o, "TRIB POT"))
} LIMIT 100
  
```

Abbildung 3: Nomisma Sparql Endpunkt: Abfrage nach Münzlegenden mit „TRIB POT“ Datierung

Im Ergebnis (s. Abb. 4) hat man in der linken Spalte die URIs der Münzen und in der rechten Spalte den lateinischen Text der Münzlegende: Hier muss nun noch die lateinische Zahl nach der Abkürzung TR POT in eine arabische Zahl konvertiert werden.

s	o
http://numismatics.org/ocre/id/ric.3.ant.868#reverse	TR POT XIII COS III S C
http://numismatics.org/ocre/id/ric.3.ant.869#reverse	TR POT XIII COS III S C
http://numismatics.org/ocre/id/ric.3.ant.870#reverse	TR POT XIII COS III S C
http://numismatics.org/ocre/id/ric.3.ant.876#reverse	TR POT XIII COS III S C
http://numismatics.org/ocre/id/ric.3.ant.879#reverse	TR POT XIII COS III S C
http://numismatics.org/ocre/id/ric.2.tr.648#reverse	DAC PARTHICO P M TR POT XX COS VI P P
http://numismatics.org/ocre/id/ric.2.tr.644#reverse	DAC PARTHICO P M TR POT XX COS VI P P

Abbildung 4: Nomisma Sparql Endpunkt: Resultat der Abfrage

²⁵<http://nomisma.org/sparql>.

Diese Daten werden dann mit Listen abgeglichen, in denen für jede überlieferte Tribunicia Potestas Nummer eine GODOT URI eingetragen ist (s. Abb. 5)²⁶:

	A	B	C	D	E	F
1	emperor label	wikidata uri	trib_pot_no	not_before	not_after	godot uri
169	Trajan	http://www.wikidata.org/entity/Q1425	18	113	114	https://godot.date/id/Yzj9AjlLuYk2CDzKp8oW9
170	Trajan	http://www.wikidata.org/entity/Q1425	19	114	115	https://godot.date/id/GF63kz586jeEDGy3r4LNgl
171	Trajan	http://www.wikidata.org/entity/Q1425	20	115	116	https://godot.date/id/Q5G2XyoTDUhnrdJdcKf9E
172	Trajan	http://www.wikidata.org/entity/Q1425	21	116	117	https://godot.date/id/BGY4t4v2eqzYnelhw43APe
173	Hadrian	http://www.wikidata.org/entity/Q1427	1	117	117	https://godot.date/id/P4WPqIdHVe3i4LRqpSjqpV
174	Hadrian	http://www.wikidata.org/entity/Q1427	2	117	118	https://godot.date/id/pJxLZa8AHFRyLXiTk4xxra
175	Hadrian	http://www.wikidata.org/entity/Q1427	3	118	119	https://godot.date/id/8mTao3GAINBvocScnoHmNj
176	Hadrian	http://www.wikidata.org/entity/Q1427	4	119	120	https://godot.date/id/24HhkGAL6CTEpQwWtEACa8
177	Hadrian	http://www.wikidata.org/entity/Q1427	5	120	121	https://godot.date/id/avVCFmfQmGapo9u5bmAdr6
178	Hadrian	http://www.wikidata.org/entity/Q1427	6	121	122	https://godot.date/id/5XGziem4ABrt2AMctgH8S
179	Hadrian	http://www.wikidata.org/entity/Q1427	7	122	123	https://godot.date/id/iIapbPRXRbgzZwjeRN9JDT
180	Hadrian	http://www.wikidata.org/entity/Q1427	8	123	124	https://godot.date/id/SkTwwK6ZjJDFxyujQmPzFk
181	Hadrian	http://www.wikidata.org/entity/Q1427	9	124	125	https://godot.date/id/3gn9pBQVvSeWwhLaf5BR
182	Hadrian	http://www.wikidata.org/entity/Q1427	10	125	126	https://godot.date/id/bGsXhi7w4HkhyBCgt3FpMh
183	Hadrian	http://www.wikidata.org/entity/Q1427	11	126	127	https://godot.date/id/vr2hNDy2eJYBUpNJWzTI
184	Hadrian	http://www.wikidata.org/entity/Q1427	12	127	128	https://godot.date/id/88XE5Jn2wt4wW3nHJ6EWYE
185	Hadrian	http://www.wikidata.org/entity/Q1427	13	128	129	https://godot.date/id/u7we5Vgh9wdGtdF7uXX9Z3
186	Hadrian	http://www.wikidata.org/entity/Q1427	14	129	130	https://godot.date/id/HggLQonmn2wKkR6vgZr8VL
187	Hadrian	http://www.wikidata.org/entity/Q1427	15	130	131	https://godot.date/id/IpvKCecEbCHXbQdeY8HeVD
188	Hadrian	http://www.wikidata.org/entity/Q1427	16	131	132	https://godot.date/id/QuQXrwXwS9Wm22Q6kp5wCm
189	Hadrian	http://www.wikidata.org/entity/Q1427	17	132	133	https://godot.date/id/EZkRVfHLx3Q3H6nU4WMjaV
190	Hadrian	http://www.wikidata.org/entity/Q1427	18	133	134	https://godot.date/id/vCK8TA9bcWLBm7psgpdznM
191	Hadrian	http://www.wikidata.org/entity/Q1427	19	134	135	https://godot.date/id/QtW7YJt2RzJhRrCwLb8E
192	Hadrian	http://www.wikidata.org/entity/Q1427	20	135	136	https://godot.date/id/n3xSPR04Exr3xJQaXcmdEG
193	Hadrian	http://www.wikidata.org/entity/Q1427	21	136	137	https://godot.date/id/mLE5JURAmJwHUMN93eST
194	Hadrian	http://www.wikidata.org/entity/Q1427	22	137	138	https://godot.date/id/iuPIST3N4R88NaQfCeFiS
195	Antoninus Pius	http://www.wikidata.org/entity/Q1429	1	138	138	https://godot.date/id/SPcuhMAXdu8AJAoVLMNSNFg
196	Antoninus Pius	http://www.wikidata.org/entity/Q1429	2	138	139	https://godot.date/id/3pxUW0n97Fd6ASxiDtlfH6

Abbildung 5: GODOT URIs für Tribunicia Potestas Datierungssystem

Die so ermittelte GODOT URI wird abschließend mit der Nomisma URI zusammen in die GODOT Datenbank geschrieben.

Münzlegenden sind sehr kurze Texte und haben ein vergleichsweise eingeschränktes Formular an Datierungskriterien, bei den griechischen Papyri aus Ägypten sieht dies beispielsweise schon deutlich komplexer aus: In diesen sind eine Vielzahl von sehr unterschiedlichen Datierungssystemen, teilweise parallel nebeneinander, überliefert. Der Named Entity Recognition (NER) Workflow wird somit erheblich komplizierter. Im Rahmen des GODOT Projekts kommt es hierfür zu einer Zusammenarbeit mit dem Trismegistos Projekt²⁷, in dem in der Vergangenheit bereits NER Verfahren zum Extrahieren von prosopographischen und geographischen Entitäten aus antiken (lateinischen und griechischen) Texten entwickelt wurden²⁸. Dieser Workflow soll im Rahmen des GODOT Projekts um antike Datierungssysteme erweitert werden.

²⁶<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1jBwtglcLOknK66iy1r5EVKPIH7sZncbHf1IWoblc7U/edit?usp=sharing>.

²⁷<http://www.trismegistos.org>.

²⁸H. Verreth: Trismegistos Places. A Geographical Index for all Latin Inscriptions (2017).

3 Datenmodellierung

Für die Datenhaltung der Instanzen von antiken Datierungssystemen kommt im GODOT Projekt erstmals ein Graphenmodell zum Einsatz: Dieses bietet ein Höchstmaß an Flexibilität beim Modellieren aller unterschiedlichen Kalendersysteme der Antike und erlaubt ein einfaches Verlinken von Instanzen zur Modellierung von Synchronismen. Als Graphdatenbank wurde Neo4j ausgewählt.

3.1 Gregorianische Kalenderdaten in Neo4j

Es existiert in Neo4j kein eigener Datentyp „date“, „datetime“ o. ä.; Kalenderangaben können aber beispielsweise in Form eines sogenannten Timeline Tree modelliert werden²⁹.

Hierfür erstellt man – je nach gewünschter Granularität – Knoten für alle Entitäten, aus denen ein Kalenderdatum zusammengesetzt ist: Nimmt man als Beispiel das Datum der Mainzer Tagung „Graphentechnologien“, den 19. Januar 2017, sind folgende Entitäten/Knoten anzusetzen:

- das Jahr 2017
- der Monat Januar
- der Tag 19

Man fügt dann noch einen Wurzelknoten „Timeline“ hinzu und kann so beliebige Datumsangaben abbilden. Und wenn man jetzt noch Kanten zwischen den Knoten hinzufügt, um die Hierarchie vom Allgemeinen zum Speziellen zu modellieren, ergibt sich ein Timeline Tree. Möchte man Ereignisse, die mit einem Tag verknüpft sind modellieren, erstellt man einfach eine Kante zwischen dem Tag-Knoten und einem Ereignis-Knoten. (s. Abb. 6)



Abbildung 6: Modellierung eines Gregorianischen Kalenderdatums (19. Januar 2017) mit Ereignis-Knoten

Die Information, dass es sich um ein Datum aus dem Gregorianischen Kalender handelt, ist allerdings nur implizit enthalten. Da aus der Antike eine Vielzahl an sehr unterschiedlichen Kalender- und Datierungssystemen überliefert ist, muss diese Information im GODOT Graphen explizit modelliert werden.

²⁹Das Folgende nach: I. Robinson/J. Webber/E. Eifrem: Graph Databases. New Opportunities for Connected Data (2015), S. 72f; L. Misquitta / M. Bachman: GraphAware Neo4j TimeTree (2014) <https://graphaware.com/neo4j/2014/08/20/graphaware-neo4j-timetree.html>. Ein Date/Time-Datentyp wurde Neo4j Version 3.4 hinzugefügt, der immerhin ein grundlegendes Arbeiten mit Gregorianischen Kalenderdaten ermöglicht.

3.2 Modellierung nicht-Gregorianischer Datierungssysteme

Betrachten wir hierfür noch einmal die griechische Inschrift von oben: „Jahr 15 unter Kaiser Hadrian, Tag 11 des Monats Choiak“. Hieraus lassen sich die folgenden Entitäten/Knoten ableiten:

- Regierungszeit des römischen Kaisers Hadrian
- dessen 15. Regierungsjahr
- Monat Choiak
- Tag 11

Man benötigt abschließend zur Modellierung des nicht-Gregorianischen Datums noch einen Kalendertyp-Knoten zwischen der obersten Ebene der Hierarchie von Kalender-Knoten und dem Wurzelknoten der Timeline: Allein durch das Einfügen dieses einen zusätzlichen Knotens für den Kalendertyp in den Timeline Tree können nun also Kalenderangaben aus völlig heterogenen Kalendersystemen im GODOT Graphen abgelegt werden. Für einen Gazetteer werden schließlich noch eindeutige Identifier für jedes Datum benötigt, hierfür wird dem Tagesknoten eine GODOT ID als Property hinzugefügt; unter dieser ID ist dieses Kalenderdatum eindeutig referenzierbar (s. Abb. 7):

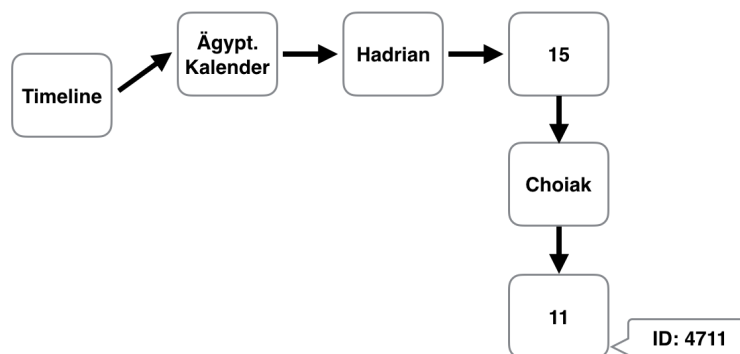


Abbildung 7: Modellierung eines nicht-Gregorianischen Kalenderdatums: GODOT ID als Property

Wäre die Inschrift dagegen nur in den Monat Choiak des 15. Regierungsjahrs von Hadrian datiert, also ohne genauere Tagesangabe, wird die GODOT ID Property am Monats-Knoten und nicht an den Tages-Knoten eingefügt – mit anderen Worten: Die Stelle, an der die GODOT ID Property eingefügt wird, spiegelt stets die Präzision, die Granularität des antiken Kalenderdatums wider.

3.2.1 Unschärfen: fehlende oder unbekannte Kalenderdaten

Antike Texte sind oft nicht vollständig überliefert, es können Textteile fehlen, bspw. weil der Inschriftenstein abgebrochen ist. Um fehlende, nicht überlieferte Bestandteile eines Kalenderdatums zu modellieren, gibt es einen Knotentyp „unknown“, auch dieser ist auf jeder Ebene des Pfads einfügbar (s. Abb. 8).

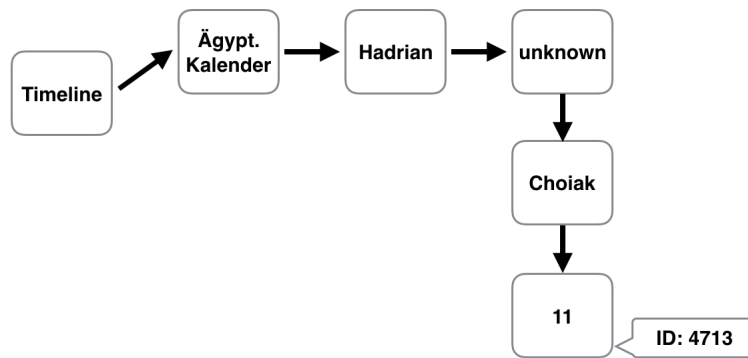


Abbildung 8: Modellierung von Unschärfen bei Kalenderdaten

In diesem Beispiel wäre das Regierungsjahr unbekannt bzw. im Text nicht überliefert, aber weitere Bestandteile des Kalenderdatums vorhanden, also setzt man „unknown“ an Stelle eines Regierungsjahrs. Die GODOT ID ist hier natürlich eine andere, weil der gesamte Pfad ein anderer ist.

3.2.2 Antike Belege eines Datums in Texten

Textliche Belege eines Datums werden als Attestation-Knoten modelliert, dieser bzw. diese werden direkt mit dem Kalender-Knoten verknüpft, an dem die GODOT ID als Property eingetragen ist. Dieser Knoten kann durch weitere Annotationen spezifiziert werden, bspw. durch Links auf eine online-Edition des Texts, durch Verweise auf Forschungsliteratur oder Kommentare (s. Abb. 9).

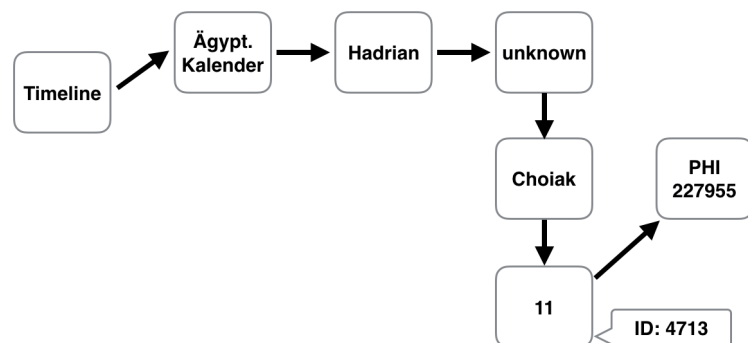


Abbildung 9: Modellierung von Textbelegen mittels Attestation-Knoten

3.2.3 Synchronismen

Abschließend noch ein Beispiel für eine antike Doppeldatierung: In einem griechischen Papyrus wird ein Datum aus dem Ägyptischen Kalender (Regierungsjahr 4 unter Ptolemaios IV, Monat Phamenoth, Tag 27) einem anderen Datum aus dem zeitweise ebenfalls in Ägypten benutzten Makedonischen Kalender (Regierungsjahr 4 unter Ptolemaios IV, Monat Dios, Tag 3) gleichgesetzt: Die beiden Kalenderangaben

werden jede für sich modelliert, wie oben beschrieben, also ausgehend vom Wurzelknoten des Timeline Tree die beiden Pfade für die beiden Kalenderdaten mit GODOT URI und Attestation Knoten. Um nun das Doppeldatum zu modellieren, wird einfach eine weitere Kante zwischen den beiden Attestation Knoten eingefügt. Die Richtung der Kante zwischen den beiden Attestation Knoten gibt die Reihenfolge der beiden Datierungssysteme im griechischen Original wieder: Dort wird erst der makedonische, dann der ägyptische Kalender erwähnt (s. Abb. 10).

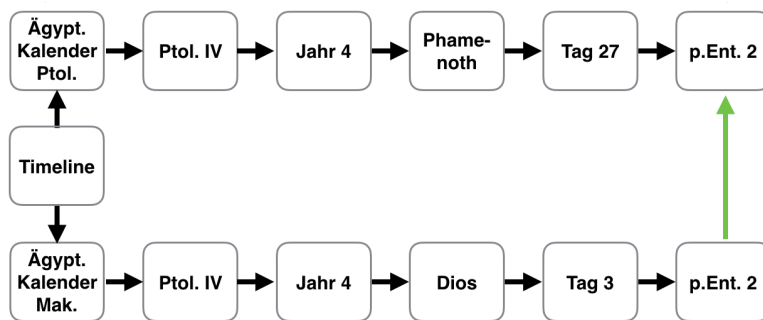


Abbildung 10: Modellierung von Doppeldatierungen

4 Praxis in Neo4j

Zuletzt noch ein Blick in die Praxis der Modellierung von Kalenderdaten und typische Datenbank Abfragen in Neo4j: Hierfür wurden einige antike Kalenderdaten in eine Neo4j Datenbank importiert. Diese Datenbankinstanz lässt sich nun über Cypher Queries abfragen. Als Beispiel sollen hier Abfragen nach den in der Datenbank abgelegten Kalendersystemen sowie nach allen Informationen, die zu einer GODOT ID vorhanden sind, dienen.

4.1 Welche Kalendertypen sind bereits im GODOT Graphen abgelegt?

Die Visualisierung dieser Anfrage (s. Abb. 11) zeigt den blauen Knoten als den Wurzelknoten des Timeline Tree, während die grünen Knoten die unterschiedlichen Kalendertypen abbilden; im Einzelnen:

- den Makedonischen Kalender aus Ägypten,
- den ägyptischen, einheimischen Kalender
- das Tribunicia Potestas Datierungssystem der römischen Kaiserzeit.

```

MATCH (t:Timeline)-[r]-(ct:CalendarType)
RETURN t,ct
  
```

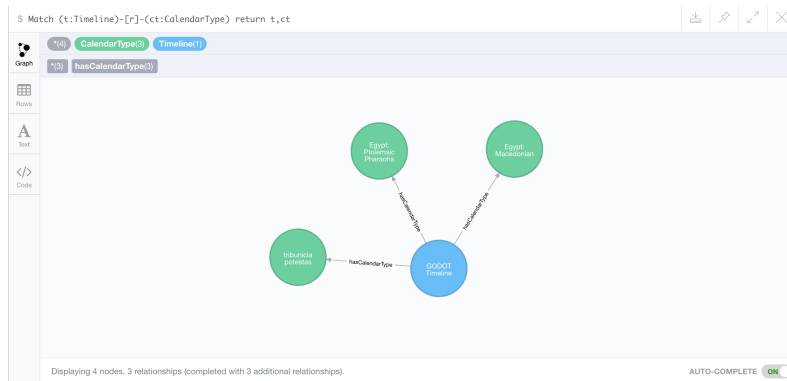



Abbildung 11: Abfrage nach Kalendertypen im GODOT Graph

4.2 Welche Informationen existieren für eine GODOT ID?

Die Anfrage nach einer konkreten GODOT ID ergibt einen Pfad, in dem u. a. die folgenden Informationen abzulesen sind:

- als Kalendertyp das Tribunicia Potestas Datierungssystem (grüner Knoten),
- und zwar das von Kaiser Nero,
- genauer gesagt das 11. Mal, das Kaiser Nero die Tribunicia Potestas innehatte (rote Knoten);
- schließlich die gesuchte GODOT URI (als Property des vorherigen Knotens),
- und daran angehängt die Textbelege dieser Instanz des Datierungssystems (die 11. Tribunicia Potestas des Kaiser Nero; violette Knoten)

```
MATCH (t:Timeline),
      (c:CalendarPart
       {godot_uri:'https://godot.date/id/ptkyoj4dbNWyisxh5xU98c'})
      -[:hasAttestation]-(a:Attestation), p = shortestPath((t)-[*..15]-(c))
RETURN p,a
```

In der Visualisierung des Ergebnis-Graphen (s. Abb. 12) sieht man auch bereits, dass eines der zentralen Ziele des GODOT Gazetteers, unterschiedliche Texte und Objekte aus unterschiedlichen Datenbanken, Digitalen Editionen und Projekten über gemeinsame Kalenderinformationen recherchierbar zu machen, erfüllt ist: Neben einem epigraphischen Beleg aus der Epigraphischen Datenbank Heidelberg³⁰ werden Verweise auf zwei Münztypen vom Nomisma Projekt³¹ als Ergebnis angezeigt.

³⁰<http://edh-www.adw.uni-heidelberg.de/edh/inschrift/HD004855>.

³¹[http://numismatics.org/ocre/id/ric.1\(2\).ner.272](http://numismatics.org/ocre/id/ric.1(2).ner.272) und [http://numismatics.org/ocre/id/ric.1\(2\).ner.263](http://numismatics.org/ocre/id/ric.1(2).ner.263).

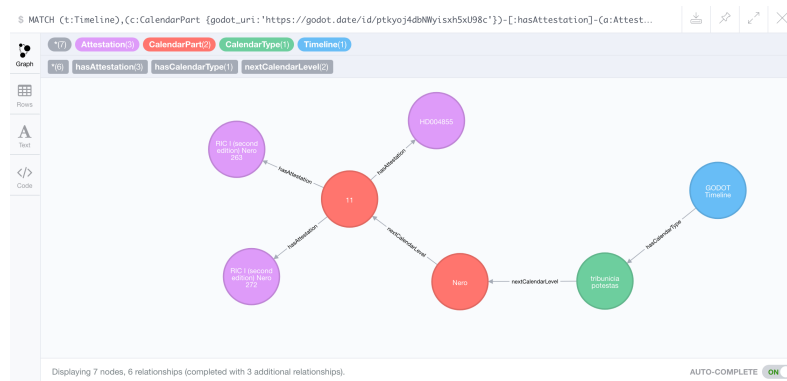


Abbildung 12: Abfrage nach allen Informationen einer GODOT URI

5 Fazit

Als direkte Reaktion auf den in den letzten Jahren propagierten Spatial Turn in den Geisteswissenschaften erfolgt nun langsam ein Temporal Turn³². Der Spatial Turn wurde in den Digital Humanities begleitet durch den verstärkten Einsatz von Geographischen Informationssystemen (GIS), geographischen Gazetteers und ähnlichen digitalen Tools, die ein Erfassen, Verarbeiten und Interpretieren geographischer Daten erlauben. Vergleichbare Workflows und Tools für historische chronologische Daten fehlen derzeit; GODOT greift digitale geographische Methoden und Tools auf und wendet sie auf chronologische Daten an: Als zentrales Element wird ein Kalender-Gazetteer aufgebaut, in einer ersten Testphase für antike, nicht-gregorianische Kalenderdaten; dieser stellt stabile und zitierbare URIs für Instanzen antiker Kalender bereit, die in digitalen Editionen oder Datenbanken wiederverwendet werden können. Um der Vielzahl an antiken Kalendersystemen mit ihren sehr heterogenen Ausprägungen gerecht zu werden, kommt im GODOT Projekt mit Neo4j eine Graphdatenbank zum Einsatz – diese erlaubt ein freies Modellieren von Kalenderdaten im Form eines Timeline Tree; ebenfalls können dadurch auf einfachste Art Synchronismen zwischen mehreren antiken Kalendersystemen modelliert werden. Als erstes Ergebnis der Prototypen-Phase wurden mehrere Hundert Beispieldatensätze als Graph modelliert, in die Datenbank importiert und sind nun über feste URIs ansprechbar.³³

³²Siehe bspw. M. Ventzke: Temporal Turn. Grundlagen historischer Zeitanalysen im Prozess kompetenzorientierten Geschichtsdenkens (2018), S. 16ff., oder den Schwerpunkt „Temporal Turn“ in: Historische Zeitschrift 305 (2017). Letztlich ist natürlich nur ein Zusammenführen beider Ansätze zielführend.

³³Abrufbar auf der Projektwebseite <https://godot.date>.

Literaturverzeichnis

L. Misquitta / M. Bachman: GraphAware Neo4j TimeTree (2014) <https://graphaware.com/neo4j/2014/08/20/graphaware-neo4j-timetree.html>.

I. Robinson/J. Webber/E. Eifrem: Graph Databases. New Opportunities for Connected Data (2015).

S. J. D. Cox: Time ontology extended for non-Gregorian calendar applications, in: Semantic Web, vol. 7, no. 2, pp. 201-209, 2016 (DOI: 10.3233/SW-150187).

S. Cox / C. Little: Time Ontology in OWL (2017) <https://www.w3.org/TR/owl-time>.

M. Ventzke: Temporal Turn. Grundlagen historischer Zeitanalysen im Prozess kompetenzorientierten Geschichtsdenkens (2018).

H. Verreth: Trismegistos Places. A Geographical Index for all Latin Inscriptions (2017) <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bsz:15-qucosa-221602>.