

Qualitätssicherung von Geodaten in einer Forschungsumgebung

Quality Assurance of Geodata in a Research Environment

Sebastian Steppan, Hartmut Müller

Hochschule Mainz University of Applied Sciences · sebastian.steppan@hs-mainz.de

Zusammenfassung: Geodaten entstehen in den unterschiedlichsten Forschungsdisziplinen. Um Archäologen und Historikern im Rahmen der Hafenforschung die Möglichkeit zu bieten, diese Daten zu erfassen, zu speichern und zu analysieren, wurde eine Forschungsumgebung in Form einer Geodateninfrastruktur entwickelt. Diese bietet neben der Etablierung von standardisierten Erfassungs- und Qualitätsprüfungsroutinen eine Visualisierung der in den verschiedenen Projekten eines umfangreichen Forschungsprogramms bearbeiteten Häfen in Form von Datenpunkten. In Verbindung mit einer Vielzahl relevanter Kontextinformationen aus den Bereichen Geologie, Hydrologie und Meteorologie, die als Web Map Services zu Themen wie beispielsweise den Verläufen von Küstenlinien und Gewässern, Wassertiefen und Wellenhöhen in das System eingebunden sind, wird die Bedeutung der Nutzung von räumlichen Informationen als Grundlage weiterer Analysen und Forschungsthemen für geisteswissenschaftliche Fachdisziplinen aufgezeigt.

Schlüsselwörter: Geodateninfrastruktur, Geodatenqualität, Metadateninformationssystem, Forschungsumgebung, Hafendaten

Abstract: *Geodata are generated in a wide variety of research disciplines. A research environment was implemented in the form of a spatial data infrastructure; it provides tools for archaeologists and historians to collect, store and analyse data within a framework of harbour research. Standardized routines for data collection and quality control were established, the locations of all harbours investigated in the various projects of an extensive research programme can be visualized as data points. A multitude of relevant context information is provided from the fields of geology, hydrology and meteorology, by integrating into the system as web map services on topics such as the course of coastlines and waters, water depths and wave heights. In that way, the importance of using spatial information as a basis for in depth analyses and identification of future research topics for the humanities is demonstrated.*

Keywords: *GDI, Geodata quality, Metadainformationssystem, research environment, harbour data*

1 Motivation und Stand der Technik

Das Schwerpunktprojekt (SPP) 1630 Häfen der DFG befasst sich mit ausgewählten Querschnittsfragen zur historischen Hafentwicklung für Europa in seiner gesamten Ausdehnung. Dabei werden epochen- und regionsübergreifende vergleichende Analyseschwerpunkte gesetzt. Auf Basis dieser Analysen sollen kulturgeschichtliche Entwicklungsmodelle erarbeitet, allgemeine Muster sowie zeit- oder regionaltypische Phänomene identifiziert und erklärt werden. (Kalmring & von Carnap-Bornheim, 2012)

Um diese Ziele zu erreichen und eine projektübergreifende Zusammenarbeit zu fördern, wurde im Rahmen des SPP eine Forschungsumgebung in Form einer Geodateninfrastruktur (GDI) aufgebaut. Mittels Datenspeicherung und Visualisierung sowie der Nutzung der OGC-Dienste WMS und WFS in einer zusammenhängenden Struktur ist ein einfacher Zugang zu

den Geodaten gewährleistet. Über die Betrachtung aus räumlicher Perspektive soll für die beteiligten Disziplinen ein Gewinn an Informationen und Wissen für bessere Entscheidungsabläufe erzielt werden.

Für die Zielgruppe, die bisher nur rudimentär mit der Geodatenverarbeitung in einem GIS oder Web-GIS in Kontakt gekommen ist, wurde eine Lösung entwickelt, die den niederschweligen Zugang zu den Daten und Diensten einer Geodateninfrastruktur gestattet. Dazu war zunächst, in enger Zusammenarbeit mit den beteiligten Fachwissenschaftlern, ein Thesaurus als gemeinsame semantische Grundlage der anschließenden Datenerfassung zu entwickeln. Die erfassten Forschungsdaten wurden anschließend nach internationalen Standards gegen die Vorgaben dieses Thesaurus geprüft.

2 Methode

Ausgangspunkt der Untersuchungen war eine höchst heterogene Informationslandschaft in einer Vielzahl unterschiedlicher Disziplinen und Forschungsfragen der Einzelprojekte im Forschungsverbund. Projekte, die sich mit der Lokalisierung und Datierung umfangreicher noch vorhandener Anlagen sowie mit der raumzeitlichen Entwicklung eines einzelnen hoch entwickelten Hafens befassen standen neben Projekten, die aus wenigen Überresten von Handelsplätzen und einfachsten Landeplätzen versuchten Informationen zu extrahieren. Weitere Projekte hatten zum Ziel, die Rolle eines Hafens oder von Häfen, die gemeinsame Merkmale teilen, für die umliegende Region zu beschreiben oder generelle Untersuchungen zur Lage, Anbindung und Konstruktion von Häfen durchzuführen, sowohl für Seehäfen als auch für Binnenhäfen. Methodisch standen Projekte, die archäologische, geophysikalische und geoarchäologische Methoden der Feldforschung nutzen, solchen gegenüber, die sich ausschließlich mit der Erforschung vorhandener Schriftquellen beschäftigen. Dies mündete in einer zunächst fehlenden Vergleichbarkeit und somit auch fehlenden Möglichkeit der Durchführung von Qualitätsprüfungen in einer standardisierten bzw. harmonisierten Datenerfassungsumgebung. Hilfsmittel für die Qualitätsprüfung von Geodaten liefert u. a. die ISO-19157 (ISO 19157:2013).

Voraussetzung für eine einheitliche Erfassung und Qualitätsprüfung der Geodaten war die Schaffung einer einheitlichen Terminologie, um das Phänomen ‚Hafen‘ im überregionalen und zeitlichen Kontext zu fassen. Diese Terminologie, basierend auf dem Harvard „Digital Atlas of Roman and Medieval Civilizations“ (<https://darmc.harvard.edu/>), „The Oxford Roman Economy Project“ (<http://oxrep.classics.ox.ac.uk/>) und der „Database of Ancient Ports and Harbours“ (<http://www.ancientportsantiques.com/>) bildete die Grundlage für die raumzeitliche und thematische Beschreibung von Häfen in einer Datenerfassungstabelle. Jeder Hafen bildet eine Zeile dieser Tabelle, die geometrischen Eigenschaften werden in Form eines einfachen Lagepunkts modelliert, die zeitliche Entwicklung in Form von Spalten für Zeiträume und Zeitpunkte, weitere thematische Attribute sind definiert (siehe Abb. 1) Die Datenerfassungstabelle enthält also die notwendigen Attribute für aussagekräftige raumzeitliche und thematische Analysen. Die einheitliche Attributvergabe ermöglicht zusätzliche und tiefer greifende projektübergreifende Untersuchungen hinsichtlich aller erfassten Häfen.

Author	Public	Latitude	Longitude	Name modern	Location security	Place technique	Date 3c. AD	Date 9c. AD	Date security	Reference modern
Werther	public	47,2389	6,0127	Besancon	reliable		assumed	assumed	uncertain	Dumont 2009
Werther	project internal	50,4629	4,8695	Namur	reliable			assumed	uncertain	Suttor 2005
Werther / Wunschel	SPP internal	46,7782	4,8517	Chalon-sur-Saône	highly reliable	quay/wharf	yes	yes	uncertain	Bonnamour 2000; Dubois 1976; Wawrzinek 2014
Werther / Wunschel	public	49,0212	12,0971	Regensburg	uncertain		assumed	yes	reliable	Ettel/Wunschel 2014; Hardt 2007; Molkenthin 2006; Wawrzinek 2014
Werther / Wunschel	project internal	48,8536	2,3335	St. Germain des Pres	uncertain			yes	reliable	Elmshäuser 2002

Abb. 1: Ausschnitt aus der Erfassungstabelle. Die komplette Tabelle ist erreichbar unter: http://haefen.i3mainz.hs-mainz.de/docSpp/index.html#!/guide/data_submission

Die Erstellung der einzelnen Datensätze lag in der Verantwortung der jeweiligen Autoren. Ihnen stand hierzu eine ausgearbeitete Datenerfassungsrichtlinie zur Verfügung. Für das Ziel der projektübergreifenden Zusammenarbeit wurde eine institutionelle Datensammelstelle eingerichtet, welche anschließend die Einzeldatensätze nach den vereinbarten Qualitätsmaßstäben überprüft und zusammenfasst.

Da sich bei Forschungsprojekten das Universe of Discourse naturgemäß nicht im Vorhinein beschreiben lässt, lassen sich über eine standardisierte Qualitätssicherung im Sinne der ISO 19157 nur bestimmte Qualitätselemente überprüfen, insbesondere zur Vollständigkeit, zur logischen Konsistenz, sowie zur thematischen und zeitlichen Genauigkeit. Vollständigkeit lässt sich auf der Attributebene für die Einzelobjekte prüfen, logische Konsistenz für die Unterelemente konzeptionelle Konsistenz, Domänenkonsistenz und Formatkonsistenz, thematische Genauigkeit für die Richtigkeit der Klassifikation, zeitliche Genauigkeit für die Zugehörigkeit zu vorgegebenen Zeitintervallen.

Die Datenqualität im Kontext der räumlichen Perspektive wird dabei formal auf Übereinstimmung jedes Datensatzes mit den im Thesaurus vorher definierten Qualitätsanforderungen überprüft. Für die sachliche Richtigkeit der Angaben bleiben die jeweiligen Forscher der einzelnen Projekte zuständig. Eine Überprüfung der sachlichen Richtigkeit ist zukünftig intersubjektiv möglich, da die Daten öffentlich zugänglich sind bzw. gemacht werden.

Die Daten werden in einer standardbasierten Geodateninfrastruktur HARE (HARbour Research Environment) standardkonform abgelegt (Engel et al, 2018). Der Zugangspunkt für die Nutzer ist über ein webbasiertes Zugangportal für die Visualisierung und einfache Analysen der Geodaten realisiert (siehe Abb. 5) und stellt sowohl Darstellungs- als auch Downloaddienste bereit. Durch die implementierten Dienste WMS und WFS können die Daten in eigenen Anwendungen, z. B. im eigenen Desktop-GIS für weitergehende Analysen, auch in Kombination mit Daten aus beliebigen anderen Quellen, genutzt werden. Darüber hinaus sind die einzelnen Datensätze nach Abschluss der formalen Datenqualitätsprüfung im European Harbour Data Repository dauerhaft archiviert als Excel- und csv-Dateien abrufbar. Somit kann jeder Interessierte die Daten abrufen und sowohl auf ihre sachliche wie auch formale Qualität hin überprüfen. Im Sinne einer Geodateninfrastruktur lässt sich HARE auch als Metainformationssystem verstehen, das über die Bereitstellung umfangreicher Quellenangaben

einen räumlich, zeitlich und thematisch strukturierten Zugang zu weiteren Forschungsdaten ermöglicht und damit ein mächtiges Werkzeug für weitere Forschungsarbeiten bereitstellt.

2.1 Datenerfassung

Die Grundlage für die Datenqualitätsmessung ist eine standardisierte Datenerfassung in Form einer Excel-Tabelle. Die Erfassungsrichtlinien entstanden im Rahmen von Workshops und Diskussionsrunden von projektbeteiligten Archäologen und Historikern für die Thematik der antiken Häfen sowie von Geoinformatikern für die räumliche Perspektive. Die im Rahmen des SPP verwendete Erfassungstabelle besteht aus 59 Attributspalten, wovon 14 obligatorisch sind. Die restlichen sind optional, bieten aber den Erfassern und später auch den Nutzern die Möglichkeit, detaillierte Informationen über einen Untersuchungsgegenstand festzuhalten. Über die gesamten Attributspalten sind 40 mit einer Thesaurusbindung versehen, womit die einzutragenden Werte bzw. Begriffe festliegen. Für acht Spalten wurde eine projektübergreifende Terminologie als Standard für die Datenerfassung entworfen. Der entwickelte Thesaurus orientiert sich an bereits bestehenden Begriffsdefinitionen bzw. übernimmt solche. Durch die Offenlegung dieser eigenen Terminologie werden Transparenz, Verständlichkeit und Nachvollziehbarkeit gewährleistet. Datenautoren wird so die Möglichkeit einer festen Begriffswahl gegeben.

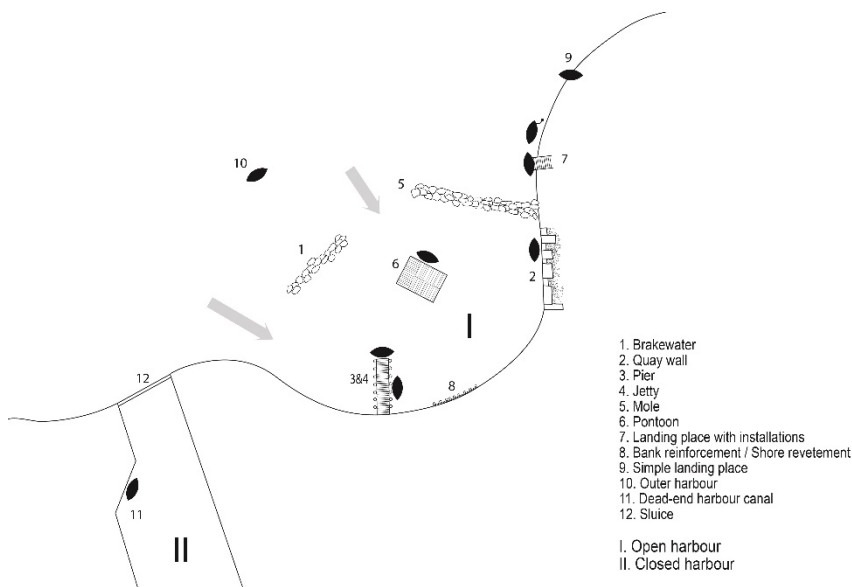


Abb. 2: Bildhafte Darstellung der Terminologie. Attribut „Place_technique“

Die Geodaten sind Punktdaten mit den Attributen der Erfassungstabelle. Neben der Einfachheit der Erfassung ist damit die Vereinheitlichung der Datenpunkte über alle Einzelprojekte hinweg gegeben. Die Verknüpfung der zugrunde liegenden Erfassungstabelle mit einer separaten Geometrieerfassung über einzelne Punktlagen hinaus sollte als hohe Einstiegshürde für Nicht-Fachleute vermieden werden.

Neben den Informationen über das Teilprojekt, in dem die Daten erhoben wurden, die Datenerfasser selbst und das Jahr der Erfassung werden weitere qualitätssichernde Attribute erhoben. So wird zu jedem erfassten Koordinatenpaar (WGS 84, EPSG: 4326) eine Lagesicherheit angegeben. Durch die Ausprägungen „sehr sicher“, „sicher“, „unsicher“, „sehr unsicher“ kann eine Einordnung gegeben werden, wie wahrscheinlich das Untersuchungsobjekt an der angegebenen Stelle gefunden werden kann. Auch die Lagegenauigkeit kann für jeden Punkt im Rahmen von Meter, Hundertmeter, Kilometer, „rezipienter Ort kartiert“, „rezipienter Gewässerabschnitt kartiert“ oder „fuzzy location“ eingeschätzt werden. Neben der räumlichen Qualitätseinschätzung durch den Autor ist dies auch in der zeitlichen Ebene gefordert. Darüber hinaus ist eine moderne Literatur- bzw. Quellenangabe obligatorisch. Sollten diese Möglichkeiten für eine Eingrenzung bzw. Beschreibung nicht ausreichen, können die Autoren über die Kommentarspalten zu Inhalt, Zeit und Raum weitere Anmerkungen einfließen lassen.

Die so erfassten Daten sind Teilmengen der Gesamtheit der Projektdaten einzelner Autoren. Mit der Einpassung in das Muster der Erfassungstabelle bietet sich ein erster Einblick in die untersuchten Standorte. Diese Metainformationen können somit zu einer erleichterten Kooperation zwischen verschiedenen Wissenschaftlern beitragen.

2.2 Qualitätsprüfung der Daten

Die Datenqualität der erfassten Daten wird anhand der Vollständigkeit der obligatorischen Attributwerte, Angaben zur räumlichen Genauigkeit / Richtigkeit und der Konsistenz gegenüber dem Thesaurus geprüft. Hierfür wurde eine Fehlerprüfungsroutine entwickelt, um Inkonsistenzen festzustellen.

Die anfangs manuell durchgeführten Prüfungen stellten sich mit größer werdenden Datensätzen als zunehmend zeitintensiv und als nicht mehr in diesem Rahmen durchführbar heraus. Mit der Entwicklung einer Bibliothek der Statistiksoftware R als Prüfungswerkzeug wurde ein adäquater Ersatz gefunden. Diese wandelt die Datenerfassungstabellen von xlsx in csv und prüft mithilfe einer eigens entwickelten Funktion die Einträge der Attributspalten auf die Konsistenz gegenüber dem Thesaurus. Für die automatisierte Ausgabe wurde für jedes Projekt ein Skript angepasst, welches für jede Attributspalte die Inkonsistenzen (Spalte und Datensatznummer) oder die Fehlerfreiheit in einem PDF-Dokument ausgibt. Dieses Dokument ist der Abschluss der formalen Datenprüfung und die Grundlage für die Korrekturen der Autoren. Nach Bestätigung und/oder Anpassung der gemachten Anmerkungen kommen die Daten zurück, werden nochmals formal geprüft und anschließend mit Einverständniserklärung und „critical comment“, der die Datenqualität des jeweiligen Datensatzes verbal beschreibt, veröffentlicht.

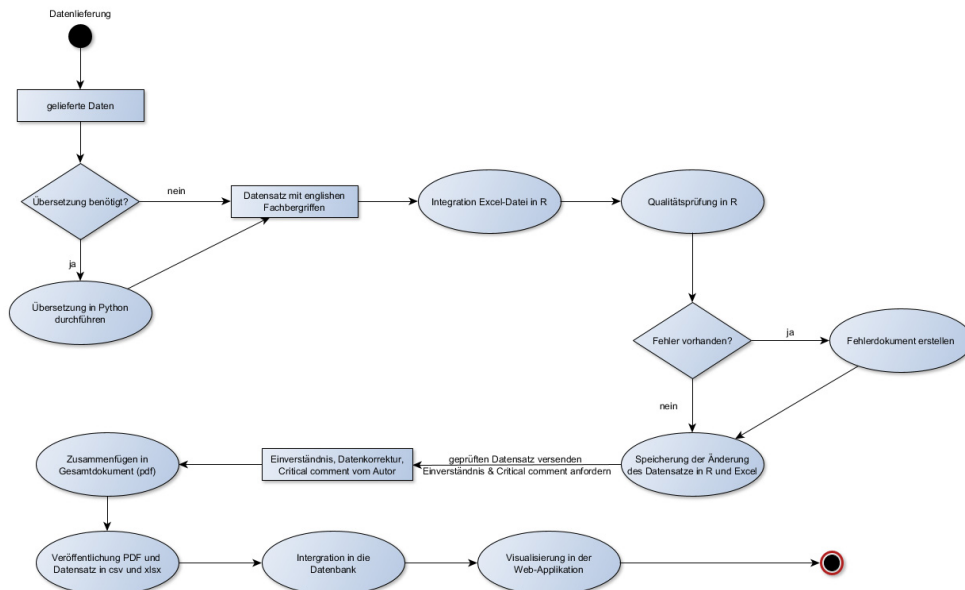


Abb. 3: Prozess von der Datenlieferung bis zur Visualisierung in HARE

Wie bereits erläutert, kann die Datenprüfung nur formal, auf der Grundlage eines Thesaurus, durchgeführt werden. Da es sich bei den untersuchten Elementen i. d. R. um eine Ersterfassung eines Phänomens handelt, kann die sachliche Qualität nur gemessen und ggf. verbessert werden, wenn in Zukunft die Ergebnisse der einzelnen Projekte extern evaluiert werden. Hierfür bietet die erstellte Geodateninfrastruktur die Möglichkeit. Neben dem Auffinden der Daten ist auch eine Kontaktmöglichkeit zu dem jeweiligen Autor gegeben. Durch die Veröffentlichung als Publikation mit einem festen DOI ist auch die zeitstabile Referenz auf den Datensatz und damit eine intersubjektive Evaluierung der Daten möglich.

2.3 Datenzusammenführung und Speicherung der Daten in HARE

Durch die standardisierte und einheitliche Datenerfassung ist es möglich, die Datensätze aller Einzelprojekte zusammenzufassen und in einer einheitlichen Struktur zu speichern. Die dazu entwickelte Geodateninfrastruktur ist charakterisiert durch das Vorhandensein von Geodaten, den von der OGC standardisierten Geodiensten (WMS, WFS), Informationen zu Metadaten in den „critical comments“ sowie die Verfügbarkeit über das Internet. Die Infrastruktur bildet in diesem Zusammenhang das Grundgerüst für eine weitere Zusammenarbeit der Projektteilnehmer. Um dieses Gerüst zu nutzen, muss es mit Daten gefüllt werden. Hierzu lieferten die Projektteilnehmer mehr als 6500 einzelne Datensätze. Das HARbour Research Environment (HARE) stellt in Form einer Web-Applikation die Datenverfügbarkeit her (Engel et al., 2018).

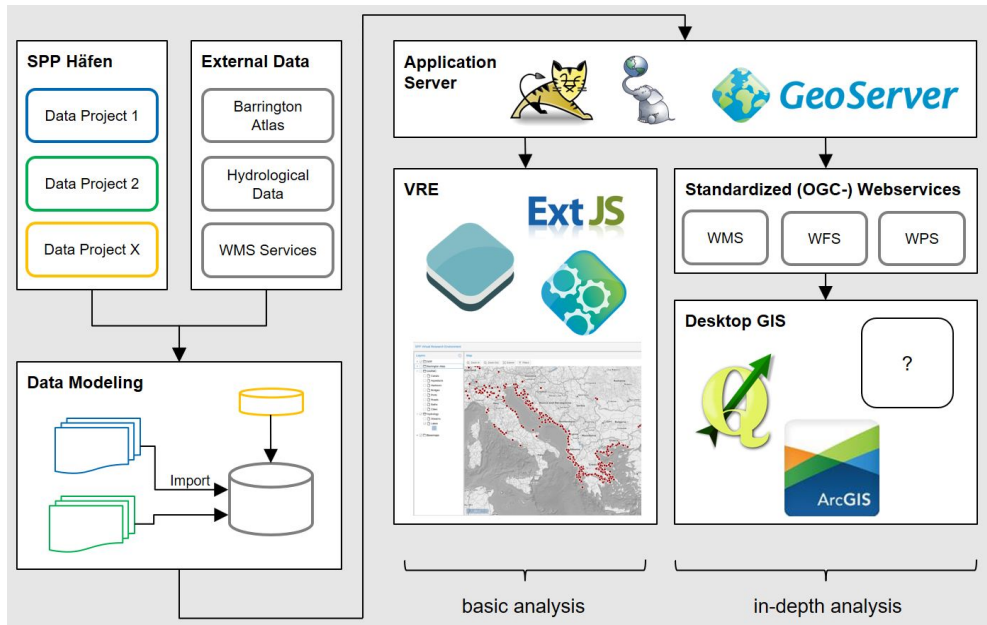


Abb. 4: Architektur der Forschungsumgebung HARE

Dabei werden die Daten in eine PostGIS-Datenbank gespeichert und mittels GeoServer in Form der Webdienste WFS und WMS bereitgestellt. Durch die Verwendung dieser Dienste bieten die eingesetzten Open-Source-Technologien sowohl den steuerbaren, interoperablen Datenzugriff über ein Web-GIS, wie auch die Möglichkeit der weiteren Prozessierung über die Einbindung in ein Desktop-GIS. HARE visualisiert durch die Nutzung von GeoExt und OpenLayers diese Daten. Weiterhin stehen eine Grundkarte sowie verschiedene ergänzende Informationslayer im Bezug zur hafenrelevanten Forschung zur Verfügung.

Exemplarische Abfragen verdeutlichen grundlegende Weiternutzungsmöglichkeiten. Eine Synthese mit externen Daten zeigt auf, wie von einer umfassenden Datenintegration fachlich profitiert werden kann. Mittels statistischer Analysen und visueller Darstellungen lässt sich ein Mehrwert erzeugen, der Anreize für die Nachnutzung der Daten schafft. Auch können Muster und Strukturen herausgearbeitet werden, die bei Einzelbetrachtung der Projekte nicht erkennbar sind. Somit wird sowohl die Einbindung in virtuelle Forschungsumgebungen wie auch die Nutzung innerhalb kooperativen wissenschaftlichen Arbeitens sichergestellt.

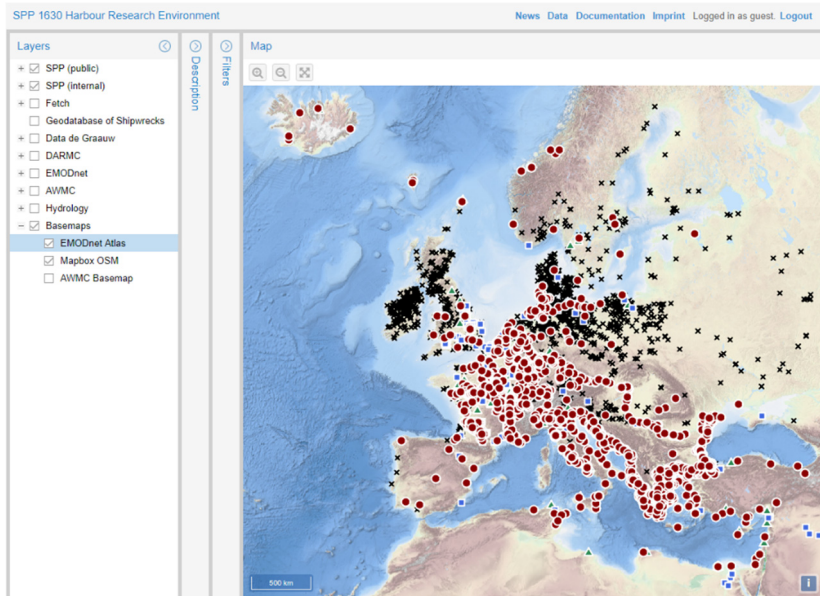


Abb. 5: Screenshot von HARE, <http://haefen.i3mainz.hs-mainz.de/> (vgl. Engel et al., 2018)

3 Ergebnisse

Bei der erstellten Forschungsumgebung handelt es sich im Wesentlichen um ein Metadaten-informationssystem. Die Autoren der Daten haben im Einklang mit der Erfassungstabelle ausschließlich gleiche Merkmale für die Erfassungsobjekte verwendet. Dies ermöglicht die projektübergreifende Auffindung von erfassten Orten.

3.1 Veröffentlichung der Datensätze

Für die Datenzusammenführung stand von Beginn an die Gewährleistung der freien Verfügbarkeit und Nutzbarkeit der Daten mittels Open-Data sowie die Nutzung von bestehenden Lösungen zur Langzeitarchivierung im Vordergrund. Neben der Nutzung einer Web-Applikation sollten die potenziellen Nutzer die Daten in ihrer Ursprungsform nutzen können. Hierzu bietet beispielsweise die Digital Bibliothek Thüringen eine Speichermöglichkeit an. Ende des Jahres 2018 wurden die ersten Datensätze veröffentlicht (Kröger, 2018; Bendschus & Feuser, 2018), weitere sollen folgen, sodass bis Mitte 2019 alle Einzelprojektdaten des SPP frei zur Verfügung stehen. (Werther et al., 2018)

Ein wichtiger Aspekt in diesen Veröffentlichungen ist die Darstellung der Nutzungs- und Verwendungsmöglichkeiten und Einschränkungen, die mit den Daten einhergehen. Dies wird in einem sogenannten „critical comment“ dargestellt, der die grundlegenden Eigenschaften der erfassten Daten erläutert. Eine Unterteilung erfolgt in allgemeine und spezifische Kommentare. Die allgemeinen Kommentare wurden durch die koordinierende Projektgruppe erstellt und sind projektübergreifend gültig. Dabei geht es um die Wissenschaftlichkeit, Authentizität und die Ethik der Datensammlung. Weitere einführende Worte sind enthalten zu

den Daten an sich und zur Datenbankarchitektur. Es spielen dabei die geographische Lokalisation und die chronologische Information eine Rolle. Abschließend werden die Datenformate und die Lizenz vorgestellt. Die spezifischen Kommentare befassen sich mit den projektspezifischen räumlichen, zeitlichen und thematischen Aspekten des Datensatzes. Abschließend sind die standardisierten Erfassungsattribute (Spalten der Excel-Tabelle) und Schlüsselemente, die Thesauri und die References sowie der komplette Datensatz aufgeführt.

Im gesamten Schwerpunktprojekt sind aktuell knapp 6.500 Datensätze in den in Tabelle 1 dargestellten Kategorien erfasst.

Tabelle 1: Anzahl der Datensätze im Schwerpunktprojekt (Stand Februar 2019)

Datum	Häfen	Kanäle	Schiffe	Anderes	Gesamt
01/2017	632	48	1626	0	2306
10/2018	1706	279	3476	621	6082
02/2019	2070	279	3476	627	6452

3.2 Potenzieller Nutzen der Daten

Die erfassten Daten leisten einen Beitrag zur Konsistenz von Daten in der Hafenforschung, speziell im Bereich der Historischen Wissenschaften und der Archäologie. Durch die einheitliche Erfassung in einer Tabelle und die Nutzung eines Thesaurus ist es für Forscher, die nicht direkt am Schwerpunktprojekt beteiligt sind, einfach, sich mit ihren eigenen Forschungsarbeiten zu beteiligen. Eine weitere Verbreitung findet durch die Veröffentlichung des Thesaurus, der Erfassungsmethoden und der Visualisierung statt. Es gab bereits Anfragen aus der Altertumswissenschaft zur Nutzung des Thesaurus und der Verlinkung mit anderen Repositories. Viele beteiligte Wissenschaftler konnten mit der Darstellung (Visualisierung) und ersten Analysen der vorhandenen Vielzahl von Daten vom Nutzen der neuen Möglichkeiten überzeugt werden.

Weitere Nutzungsmöglichkeiten sind die Integration in weitere hafenrelevante Forschungen. Entweder durch die direkte Nutzung: Was muss ich noch untersuchen? Oder: Wo kann ich auf bereits bestehendes Wissen aufbauen oder vorhandene Analysen aus den Datensätzen nutzen? Eine wichtige Rolle spielt dabei auch der Erkenntnisgewinn im Hinblick auf die Ermittlung von räumlichen und zeitlichen Überschneidungen. Somit können Strukturen für die Zusammenarbeit entdeckt und gefördert werden., sei es im Blick auf das räumliche Untersuchungsgebiet oder die thematische Ausrichtung. Neben der Erkenntnis, in welchen Gebieten schon geforscht wurde und welche Ergebnisse entstanden sind, erhöht die Datenzusammenführung die Effektivität in der systematischen Erforschung von Gebieten, da redundante Arbeiten vermieden und stattdessen Synergien genutzt werden können.

4 Diskussion, Fazit und Ausblick

Im Projektverlauf des Schwerpunktprogramms 1630 ‚Häfen von der Römischen Kaiserzeit bis zum Mittelalter‘ entstand ein qualitätsgesicherter Datenbestand, bestehend aus derzeit etwa 6.500 Datensätzen mit je 59 Attributen, der als Open Data sukzessive in der Forschungsdateninfrastruktur der Digitalen Bibliothek Thüringen veröffentlicht wird. Durch diese Veröffentlichung wird eine intersubjektive Überprüfbarkeit der Daten gegeben sein, was potenziell zukünftig zu einer weiteren Qualitätssteigerung der Forschungsdaten führt.

Durch die Verknüpfung mit bereits bestehenden Datensätzen (Calewaert et al, 2016, Rohweder et al, 2008, Talbert, 2000) und Linked-Data können die erfassten Datenpunkte im Nachgang der Veröffentlichung mit weiteren Informationen kombiniert werden. Hieraus lassen sich weitere Untersuchungs-, Forschungs- und Nutzungsmöglichkeiten der Daten ableiten.

Literatur

- Bendschus, T., & Feuser, S. (2018). *Images and Imaginations of Roman Ports*. Friedrich-Schiller-Universität Jena. <https://doi.org/10.22032/dbt.35243>.
- Calewaert J. B., Weaver P., Gunn V., Gorringer P., & Novellino A. (2016). The European Marine Data and Observation Network (EMODnet): Your Gateway to European Marine and Coastal Data. In: B. Zerr et al. (Eds.), *Quantitative Monitoring of the Underwater Environment. Ocean Engineering & Oceanography*. Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-32107-3_4.
- Engel, T. et al. (2018). Towards a Virtual Research Environment for Ancient Harbour Data. In: C. von Carnap-Bornheim, F. Daim, P. Ettl, & U. Warnke (Eds.), *Harbours as Objects of Interdisciplinary Research – Archaeology + History + Geosciences* (pp. 59–69). Mainz: RGZM.
- GeoZG (2009). *Geodatenzugangsgesetz vom 10. Februar 2009 (BGBl. I S. 278), das durch Artikel 1 des Gesetzes vom 7. November 2012 geändert worden ist*. Retrieved Feb 01, 2019, from <http://www.gesetze-im-internet.de/geozg/GeoZG.pdf>.
- ISO 19157:2013. Geographic information – Data quality.
- Kalmring, S., & von Carnap-Bornheim (2012). DFG-Schwerpunktprogramm 1630 „Häfen von der Römischen Kaiserzeit bis zum Mittelalter. Zur Archäologie und Geschichte regionaler und überregionaler Verkehrssysteme“ bewilligt. *Jahresbericht Zentrum Baltische und Skandinavische Archäologie 2011, 2012*, 28–31.
- Kalmring, S., & Werther, L. (Eds.) (2017). Häfen im 1. Millennium AD. Standortbedingungen, Entwicklungsmodelle und ökonomische Vernetzung. Zugleich: *Interdisziplinäre Forschungen zu den Häfen von der Römischen Kaiserzeit bis zum Mittelalter in Europa*, 4(2017). Mainz: RGZM.
- Kröger, L. (2018). Within The Network Of Fluvial Ports. In: L. Werther, H. Müller, & M. Foucher (Eds.), *European Harbour Data Repository, Vol. 01*. doi:10.22032/dbt.35240.
- Rohweder, J., Rogala, J. T., Johnson, B. L., & Anderson, D. (2008). Application of wind fetch and wave models for habitat rehabilitation and enhancement projects. *Open-File Report 2008-1200*. U. S. Geological Survey (Reston VA 2008).
- Talbert, R. J. A. (Ed.) (2000). *Barrington Atlas of the Greek and Roman World*. Princeton, New Jersey, USA: Princeton University Press.

- Preiser-Kapeller, J., & Werther, L. (2018). Connecting Harbours. A comparison of traffic networks across ancient and medieval Europe. In: C. von Carnap-Bornheim, F. Daim, P. Ettel, & U. Warnke (Eds), *Harbours as Objects of Interdisciplinary Research – Archaeology + History + Geosciences* (pp 7–31). Mainz: RGZM.
- Werther, L. et al. (2018). *River valleys, river vessels, river harbours – Records from Antiquities and Medieval times*. Jena. DOI:10.13140/RG.2.2.21261.03047
- Werther, L., Müller, H., & Foucher, M. (Eds.) (2018). *European Harbour Data Repository*. Jena. Retrieved Feb 01, 2019, from https://www.db-thueringen.de/receive/dbt_mods_00035239.