

DORO: ein Repository zur Forschungsdatenarchivierung

Robert Stephan, Karsten Labahn

Universitätsbibliothek Rostock

Zusammenfassung

Die Universitätsbibliothek Rostock bietet Wissenschaftler_innen mit dem Repository DORO die Möglichkeit, Forschungsdaten dauerhaft zu archivieren und zugänglich zu machen.

DORO dient dabei als Backend für Spezialsoftware, deren langfristiger Betrieb unter Umständen nicht gewährleistet werden kann. Für diesen Fall stellt DORO einen rudimentären Zugang zu den Daten sicher. Durch die Verwendung der Repository-Software MyCoRe als Basis lassen sich viele bereits aus der Domäne der klassischen Dokumenten- und Publikationsserver bekannten Funktionen und Schnittstellen nachnutzen. Diese werden hier kurz vorgestellt. Weiterhin werden technische Aspekte der Datenarchivierung und deren Realisierung in DORO beschrieben und ausgewählte Herausforderungen und bei der Umsetzung kurz erläutert.

Rostock University Library offers researchers with the DORO repository an opportunity to permanently publish and archive research data.

DORO serves as a backend for specialized applications whose long-term operation may not be guaranteed. In this case, DORO ensures rudimentary access to the data. By using the repository software MyCoRe as a basis, many functions and interfaces already known in the domain of classical document and publication servers can be used. These are briefly presented here. Furthermore, technical aspects of data archiving and their implementation in DORO are described and selected challenges and implementation briefly explained.

Ausgangssituation

Im Rahmen von universitären und aus Drittmitteln geförderten Projekten werden Forschungsdaten (z.B. in Form von Digitalisaten und erschließenden Informationen) erzeugt und in spezialisierten Anwendungen und Portalen präsentiert. Die Universitätsbibliothek Rostock (UB) und das IT- und Medienzentrum (ITMZ) unterstützen Wissenschaftler_innen dabei, die Daten langfristig zu archivieren und im Internet zu publizieren. Mit dem Repository DORO (Digital Objects at Rostock University) stellt die UB dafür eine Plattform bereit.

Das DORO-Repository dient als Backend-Lösung für verschiedene Spezialanwendungen, die auf die gespeicherten Daten und Metadaten über Schnittstellen zugreifen und für die Präsentation nutzen. Eine dauerhafte Pflege dieser im Rahmen von Forschungsprojekten entstehenden, hochkomplexen und spezialisierten Anwendungen kann über die Laufzeit der jeweiligen Projekte hinaus nicht unbegrenzt abgesichert werden. Gründe dafür sind u.a. die Realisierung mit unterschiedlichster Software und Funktionalität, technische Alterung der Systeme oder Forscher_innen, die die Universität verlassen haben. Deshalb dient DORO auch als Fallback-Lösung. Die Daten bleiben langfristig verfügbar und über Persistent Identifier zitierfähig und recherchierbar. Das Frontend von DORO soll die Funktionalität der Spezialanwendung nicht ersetzen, kann aber den einfachen Zugang zu den Daten auch langfristig sicherstellen.

Projekte

Bislang haben nur Daten aus geisteswissenschaftlichen Projekten Einzug in das Repository gefunden. Dies kann darin begründet liegen, dass diese Bereiche in der Regel bibliotheksaffiner sind. Außerdem war und ist die Bibliothek an einigen dieser Projekte als Forschungspartner beteiligt.

Digitales Archiv zum Rostocker Liederbuch (DARL)

Das "Rostocker Liederbuch" ist eine spätmittelalterliche Handschrift mit heute noch 44 Blättern. Darin enthalten ist zumeist anonymes Liedgut verschiedenen Inhalts, von Werbeliedern über historisch-politische Lieder oder Schwanklieder. Im Rahmen des Projektes DARL sollten Materialien, die mit dem "Rostocker Liederbuch" in Verbindung stehen, wie z.B. Abbildungen der Handschrift, Parallelüberlieferungen, Beiträge aus der Forschungsliteratur und Einspielungen der Lieder in digitaler Form gesammelt und langfristig archiviert werden.

Diccionario del Español Medieval electrónico (DEMe)

Im Rahmen des DFG-geförderten Projektes soll ein umfangreiches Datenarchiv zum mittelalterlichen Spanisch der internationalen Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden. Beginnend vor 25 Jahren wurden in einem vorausgehenden Forschungsprojekt ca. 600 Werke bzw. Textsammlungen aus der Zeit des 10. bis beginnenden 15. Jahrhunderts analysiert und Belege auf ca. 900.000 Karteikarten verzeichnet. Die Belege enthalten die mittelalterlichen Wortformen mit ihrem jeweiligen Verwendungszusammenhang und der Datierung sowie grammatische, semantische und etymologische Informationen. Diese Belege werden digitalisiert, langfristig archiviert und für die Recherche in einer Internetanwendung aufbereitet.

Wossidlo Digital Archive (WossiDiA)

Im Rahmen des DFG-geförderten Projektes wurde die volkskundliche Sammlung des mecklenburgischen Feldforschers Richard Wossidlo (1859-1939) digitalisiert und für die Online-Präsentation aufbereitet. Die handschriftliche Sammlung mit ca. 2.3 Mio. Belegen unterschiedlicher Formate umfasst durch eine Vielzahl von Beiträgern und Korrespondenten erhobene Feldforschungsdaten sowie Metatexte damaliger Fachdiskurse (in Form exzerpierter Publikationen). Bei der Übertragung ins Internet sollte der systematische Zugang, der in analoger Form als Zettelkastenwand realisiert wurde, erhalten bleiben und die vielfältigen Verknüpfungen, die in Form von Verweisen und Kürzeln auf den Belegen notiert sind, in einer Internetanwendung einfacher nutz- und recherchierbar gemacht werden.

Elektronische Zettelkataloge der UB Rostock (IPAC)

Im Rahmen dieses Projektes wurden verschiedene Zettelkataloge der UB Rostock digitalisiert. Darunter befinden sich der Alphabetische Katalog (AK 1), der Katalog der Rostocker Universitätsschriften, weiterhin der Handschriften-, Musikalien- und Portraitkatalog mit insgesamt ca. 550.000 Zetteln. Die Master-Digitalisate werden über DORO dauerhaft archiviert und die Images für die Präsentation über DORO in eine internetbasierte Recherche-Anwendung eingespeist.

MyCoRe

DORO basiert auf dem Repository-Framework MyCoRe¹, dessen Komponenten die für den Betrieb von klassischen Dokumentenserver notwendigen Datenformate und Schnittstellen unterstützen. Damit sind auch wesentliche Komponenten für den Betrieb eines Forschungsdatenrepositoriums enthalten.

Metadaten

Metadaten lassen sich mit MyCoRe frei modellieren oder in einem beliebigen XML-Format (z.B. METS / MODS) speichern.

Das MODS-Format² hat sich in den letzten Jahren als Standard in der MyCoRe-Repository-Software etabliert. Dieses von der Library of Congress zur Erfassung von bibliographischen Metadaten entwickelte XML-Format erlaubt eine granularere Strukturierung der Informationen als Dublin Core und hat sich als äußerst flexibel erweisen. Neben dem Titel können Personen und Institutionen mit ihren Rollen und Normdaten-Identifikatoren (z.B. GND, ORCID) gespeichert werden. Verschiedene Persistente Identifier (z.B. DOI, URN) können abgelegt werden. Über Klassifikationen

¹ Acronym für „My Content Repository“ (<http://www.mycore.org>)

² Metadata Object Description Schema (<http://log.gov./standards/mods/>)

lassen sich die Datensätze im Repository gruppieren und auf einfache standardisierte Weise Zugriffsrechte und Lizenzinformationen verwalten. Weiterhin stehen verschiedene Felder für Beschreibungen, Anmerkungen und einfaches Rechtemanagement zur Verfügung. Über einen Extension-Mechanismus lassen sich externe Metadatenformate integrieren.

Mit der Anwendung MIR³ stellt die MyCoRe-Community eine Anwendung bereit, die mit wenigen Anpassungen als Institutional Repository eingesetzt werden kann. Darin enthalten sind Erfassungsmasken für MODS-Metadaten, die als Basis für die Erfassung von Forschungsdatensätzen dienen könnten.

Persistent Identifier

Die Syntax für MyCoRe-Identifizierer ist "{project_id}_{type}_{lfd_nr}". Damit lässt sich bereits eine einfache Aufteilung der Objekte im Repository realisieren. Weitere Persistent Identifier können in den Metadaten der Objekte gespeichert werden. Die Persistent-Identifizierer-Komponenten von MyCoRe unterstützen bei der Vergabe (durch Angabe von numerischen oder datums-basierten Patterns für deren Bildung und Sicherstellung der Eindeutigkeit) und bei der Registrierung der Identifizierer. Eine Umsetzung für Datacite-DOIs und PURLs ist bereits enthalten. Weitere Dienstleister sind durch Implementierung einer Java-Schnittstelle integrierbar.

Schnittstellen

Über die durch MyCoRe implementierte *REST-API*⁴ lassen sich im Repository neue Metadateneinträge erzeugen und mit Dateien anreichern. Bestehende Datensätze und Dateien können abgerufen werden. Außerdem können Anfragen an den integrierten SOLR über die REST-API gestellt und ausgewertet werden.

In MyCoRe-Repositories lassen sich mehrere OAI-PMH⁵-Endpoints definieren, die individuell für verschiedene Einsatzzwecke konfiguriert werden können. So kann die Auslieferung auf eine Teilmenge der Objekte beschränkt werden. Über XSLT können verschiedene Zielformate bedient werden und die Definition verschiedener OAI-Sets für selektives Harvesting ist möglich.

³ MyCoRe MODS Institutional Repository (<http://www.mycore.de/mir/>)

⁴ Representational State Transfer

⁵ Open Archive Initiative Protocol for Metadata Harvesting (<http://www.openarchives.org/pmh>)

Imaging-Framework

Mit dem in MyCoRe integrierten Bildbetrachter können Dateien in verschiedenen Formaten angezeigt werden. Zum einen wird er zum Einbetten von PDF-Dateien verwendet und zum anderen für die Anzeige von Digitalisaten, deren Struktur im METS-Format beschrieben ist. Um auch große Bilder (wie Pläne und Karten) performant anzeigen zu können, werden diese intern in Form von Kacheln gespeichert. Dadurch lassen sich verschiedene Zoom-Stufen realisieren und hochaufgelöste Bereiche einer Grafik selektiv anzeigen. Über die IIF-Image API können die Digitalisate auch von anderen Viewern zur Präsentation genutzt werden.

Sind Volltexte in den Formaten ALTO oder TEI vorhanden können diese hinter die Bilder gelegt werden, um z.B. Textpassagen kopieren zu können, oder neben den Bildern angezeigt werden.

Recherche

Mit dem in MyCoRe integrierten SOLR-Server kann eine ausgereifte, konfigurierbare Software für die Indexierung und Recherche in den Datensätzen (sofern sie im XML-Format vorliegen) und deren Metadaten genutzt werden. Die Konfiguration des SOLR-Datenschemas kann über mehrere Module verteilt werden. Dadurch lassen sich die für den MyCoRe-Kern notwendigen Felder unabhängig von den anwendungsspezifischen, frei definierbaren Feldern administrieren. Das Mapping der gespeicherten Daten auf die SOLR-Felder erfolgt via XSLT und ist ebenfalls modularisiert.

Beschreibung der Forschungsdatenobjekte

Nachdem einige relevante Features der Repository-Software vorgestellt worden sind, sollen im folgenden Abschnitt einige Aspekte der Realisierung im DORO-Repository beschrieben werden.

Metadaten

Um ein gewisses Maß an Einheitlichkeit und minimale Recherchierbarkeit zu gewährleisten, sind die Datenobjekte mit einem minimalen MODS-Modell zu beschreiben. Dieses kann in Absprache mit den abliefernden Projektpartnern erweitert werden. Es umfasst mindestens den Objekt-Identifizierer, weitere Identifizierer wie DOIs oder URNs (sofern vergeben), einen Titel für das Objekt (der gegebenenfalls fingiert sein kann), eine Objekt-Klassifikation (in der das Projekt und projektspezifische Objekttypen codiert sind) und die abliefernde Einrichtung.

Struktur

Für die Beschreibung eines Objektes eines Forschungsdatensatzes wird das METS-Format⁶ verwendet. METS bildet einen Container für die Speicherung von beschreibenden, administrativen und strukturellen Metadaten der Objekte. Besteht das Objekt aus mehreren logischen Teilen, können auch diese in eigenen Metadatenabschnitten beschrieben werden. Die Struktur der Dateien, die den Forschungsdatensatz umfassen, lässt sich definieren und wichtige Datei-Metadaten (z.B. Dateigröße, Änderungsdatum und Checksummen) ablegen. Dadurch lässt sich später die Authentizität der archivierten Dateien validieren.

Persistent Identifier

Jedem zu archivierenden Objekt wird eine ID zugeordnet. Diese spielt eine zentrale Rolle bei der Publikation und Archivierung des Objektes. Aus ihr wird die Ordnerstruktur im Repository und der Name des S3-Archiv-Objektes abgeleitet.

Um eine gewisse Unabhängigkeit von den eingesetzten Präsentationssystemen zu erreichen, betreibt die UB einen eigenen PURL-Server. Dadurch bleibt die Möglichkeit gewahrt, die Daten in der Zukunft in neue Präsentationssysteme zu migrieren, ohne dass die bestehenden, bereits publizierten URLs ungültig werden. Die Objekt-ID wird zum Bestandteil der PURL. Zusätzlich kann ein aus der Objekt-ID abgeleitetes DOI bei Datacite registriert werden.

Die Struktur der Objekt-ID ist wie folgt aufgebaut: {project_id}/{local_id}. Abhängig vom Umfang und Art der abgelieferten Objekte können innerhalb des {local_id}-Bestandteiles weitere Unterstrukturen gebildet werden. In der MODS-Metadatenbeschreibung findet sich die ID im Element `<mods:recordIdentifier>` wieder (Abb. 1).

```
<mods:mods version="3.7">
  <mods:recordInfo>
    <mods:recordIdentifier source="DE-28">
      ipac/hs_sec0002
    </mods:recordIdentifier>
  </mods:recordInfo>
  <mods:identifier type="purl">
    http://purl.uni-rostock.de/ipac/hs_sec0002
  </mods:identifier>
</mods:mods>
```

(Abb. 1: Objekt-ID in MODS)

⁶ Metadata Encoding and Transmission Standard (<http://www.og.gov/standards/mets>)

Rechtmanagement

Da bisher im Repository nur Daten publiziert sind, die auch der Öffentlichkeit uneingeschränkt zur Verfügung gestellt werden können, wurde auf die Implementierung eines umfassenden Rechte-Managements bislang verzichtet. Technisch können die Features der Repository-Software MyCoRe (Nutzer, Rollen, IP-beschränkter Zugriff, LDAP-Anbindung) nachgenutzt werden.

Zur Dokumentation der Rechtesituation wird eine mehrschichtige Klassifikation eingesetzt, die verschiedene Aspekte, wie Urheberrechtsstatus des Originals, Übertragung von Nutzungsrechten an die UB sowie Lizenzinformationen für Digitalisate und Metadaten umfasst.

Archivierung

Für die dauerhafte Archivierung der Forschungsdatenobjekte nutzt die UB Rostock die S3-basierte Storage und Backup-Infrastruktur des IT- und Medienzentrums (ITMZ) der Universität Rostock, die eine redundante Speicherung der Objekte ermöglicht. Als zusätzliche Kopie an einem externen Standort wird in der S3-Infrastruktur der Verbundzentrale des Gemeinsamen Bibliotheksverbundes (VZG) in Göttingen archiviert.

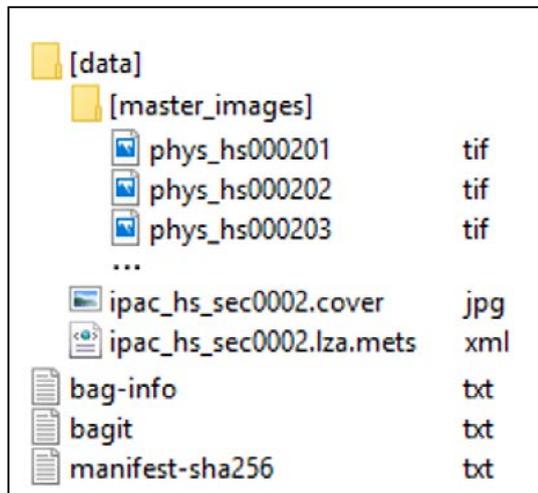
In einem S3-Storage werden Daten beliebiger Größe als Objekte gespeichert. Die Kommunikation erfolgt über eine HTTP-Schnittstelle. Die Objekte werden in Containern (sogenannten *Buckets*) gespeichert. Sie besitzen einen Identifikator und können mit weiteren Metadaten angereichert werden. Das S3-System kennt die Binnenstruktur der Objekte nicht. Es hat sich als praktikabel erwiesen, für jedes Projekt ein eigenes Bucket zu definieren.

Validierung

Bevor die Dateien des Forschungsdatensatz zu einem Archivpaket gepackt werden, werden sie noch einmal validiert. Dazu wird das Tool JHOVE verwendet. Sofern es sich um TIFF-Dateien handelt, werden diese auf Validität geprüft, dass sie unkomprimiert gespeichert sind, die Metadaten dem Baseline-TIFF-Standard entsprechen und im RGB-Farbraum definiert sind. Zusätzlich wird die PURL als Objekt-ID im TIFF-Metadatenfeld "DocumentName" abgelegt. Außerdem wird die von JHOVE ermittelte Checksumme gegen die bei der Digitalisierung ermittelte, und in der METS-Datei gespeicherte Checksumme abgeglichen. Dadurch können zwischenzeitliche Veränderungen ausgeschlossen werden. XML-Dateien werden mit JHOVE auf Wohlgeformtheit und XML-Schema-Konformität geprüft.

Binnenstruktur des S3-Objektes

Die Dateien werden gemäß dem BagIt-Standard⁷ (Abb. 2) abgelegt und mit den dafür notwendigen Metadaten- und Checksummen-Dateien angereichert.



(Abb. 2: BagIt-Struktur)

Die "Daten" werden unterhalb des data-Verzeichnisses abgelegt. In bagit.txt wird die BagIt-Version definiert. manifest-sha256.txt enthält die Prüfsummen der Dateien im data-Verzeichnis.

bag-info.txt (Abb. 3) enthält ein paar den Inhalt des Containers beschreibende Informationen. Im Feld Payload-Oxum werden die Größe des Pakets (in Byte) und die Anzahl der enthaltenen Dateien abgelegt.

```
Source-Organization: University of Rostock, University Library  
Organization-Address: Universitätsbibliothek Rostock,  
Albert-Einstein-Str. 6, 18059 Rostock, Germany  
Organization-Identifler: http://d-nb.info/gnd/25968-8  
Contact-Email: digibib.ub@uni-rostock.de  
Bagging-Date: 2019-04-02  
External-Identifler: http://purl.uni-rostock.de/ipac/hs/sec0002  
External-Description: Digitized Work from the Rostock University  
Library collections (uncompressed TIFF images)  
Bag-Size: 1,657 GB  
Payload-Oxum: 1778858218.135
```

(Abb. 3: Beispiel für bagit.txt)

Für die Archivierung im S3-Storage müssen die Dateien zu einem Objekt zusammengefasst werden. Nach Evaluierung verschiedener Optionen wurde das ZIP-Format gewählt. Das Format gibt es seit 1989 und ist heute frei, als Public Domain verfügbar. Deshalb gibt es eine Vielzahl von Programmen und Bibliotheken, die es verarbeiten können. Die Erweiterung ZIP64 erlaubt die Speicherung von 2^{64} Dateien und mit einer Gesamtgröße von 16 ExaByte ($=2^{64}$ Byte). Es wird die Variante ohne Kompression verwendet. Dadurch werden die Dateien nur aneinandergereiht und

⁷ Die Spezifikation liegt bislang zur als Internet-Draft vor (<https://tools.ietf.org/html/draft-kunze-bagit-17>)

wenn man ihre Anfangs- und Endposition kennt, können sie direkt aus dem S3-Objekt extrahiert werden. Das funktioniert dann sogar ohne spezielle Tools und ohne Kenntnisse über den Aufbau des ZIP-Formats zu haben. Die Informationen werden aus den ZIP-Metadaten extrahiert und zusätzlich in der METS-Datei (Abb. 4) im Repository gespeichert. MD5 wird als Prüfsummen-Format für das S3-Objekt verwendet, weil dieses intern im S3-Storage verwendet wird und abgefragt werden kann. Für die Checksummen der Inhalte des Objektes (Dateien) wird das im Zip-Standard benutzte Format CRC32 verwendet. Das Attribut OWNERID enthält den relativen Pfad der Datei.

Für die Struktur der URL des S3-Objektes wurden folgende Festlegungen getroffen: Sie besteht aus der HTTP-Adresse des S3-Servers, gefolgt vom Bucket-Namen, einer Verzeichnis-Struktur, der Objekt-ID und der Dateierdung `.zip`.

Die Bildung des Bucket-Namens erfolgt in Abstimmung mit dem Betreiber des jeweiligen S3-Storages, der darin beispielsweise die abliefernde Institution abbilden möchten. Über die Verzeichnisstruktur ist es möglich, die Objekte zu gruppieren. Sie wird durch Abtrenner sinnvoller Prefixe aus der ObjektID gebildet und soll ein partielles Browsing ermöglichen, wenn eine große Anzahl von Objekten gespeichert wird. Die Endung `.zip` zeigt an, dass die interne Objekt-Struktur dem ZIP-Format entspricht.

```
<mets:fileGrp ID="STORAGE" USE="STORAGE">
  <mets:file ID="LZA_S3_0000" USE="LZA_S3_ITMZ" CHECKSUMTYPE="MD5"
    CHECKSUM="0c3dedc4f00abcd2f2898569cd19e09f" SIZE="1778892863"
    CREATED="2019-04-02T10:12:33Z" MIMETYPE="application/zip" >
    <mets:FLocat LOCTYPE="URL" xlink:href="https://[s3.storage.url]
      /ub-arc-ipac/ipac/hs/ipac_hs_sec0002.zip"/>
  <mets:file ID="LZA_S3_0000.MASTER_IMAGES_phys_hs000138"
    CHECKSUM="1f317776" CHECKSUMTYPE="CRC32" MIMETYPE="image/tiff"
    SIZE="13466875" BEGIN="66" END="13466941" BETYPE="BYTE"
    OWNERID="data/master_images/phys_hs000138.tif" />
  <mets:file ID="LZA_S3_0000.MASTER_IMAGES_phys_hs000139"
    CHECKSUM="365f5fd8" CHECKSUMTYPE="CRC32" MIMETYPE="image/tiff"
    SIZE="13427259" BEGIN="13467007" END="26894266" BETYPE="BYTE"
    OWNERID="data/master_images/phys_hs000139.tif" />
  [...]
</mets:file>
</mets:fileGrp>
```

Abb.4: Binnenstruktur des S3-Objektes in METS

Fazit

Mit dem Archivieren und Bereitstellen der Daten aus den oben genannten Projekten wurden erste Erfahrungen im Umgang mit Forschungsdaten gesammelt. Den Anforderungen an dokumenten- und bildbasierte Daten konnte das System bisher gerecht werden. Für die Verwaltung naturwissenschaftlicher Daten und Messreihen muss es sich in der Praxis erst noch bewähren bzw. weiterentwickelt werden.

Bislang steht nur der integrierte SOLR-Server für Recherche zur Verfügung. Abhängig von der Beschaffenheit der Daten kann es notwendig werden, weitere Systeme (z.B. relationale Datenbanken, XML-Datenbanken oder Triple-Stores als Middleware für eine performante Recherche in den Daten vorzuhalten. Dabei ist zu klären, ob diese auch als zentrale Infrastruktur durch die UB betrieben werden sollen oder ob diese als Bestandteil der jeweiligen Spezialanwendungen zu betrachten sind.

Eine Herausforderung ist immer wieder die Bildung der Forschungsdatenobjekte: Wie lassen sich kleinteilige Fragmente (z.B. Zettel) so zusammenfassen und strukturieren, dass sie eine sinnvolle Einheit (Intellectual Entity) für die Publikation und Archivierung bilden und der Zugriff sowohl auf das Objekt als Ganzes als auch seine einzelnen Bestandteile möglich ist?

Bei der Umsetzung hat sich gezeigt, dass viele Einzelschritte vom Zusammenstellen der Objekte, dem Erzeugen der METS-Datei und des Archiv-Paketes für die S3-Archivierung und den Upload in den S3-Storage und das Repository notwendig sind. Dabei stehen für jede einzelne Aufgabe verbreitete und im Allgemeinen gut anwendbare Java-Bibliotheken zur Verfügung. Diese müssen jedoch in einem sich ständig weiterentwickelnden Import-Tool sinnvoll kombiniert werden.

Schließlich ergeben sich aus der Verwendung von MyCoRe als Basis für das Forschungsdatenrepositorium (DORO) und den Publikationsserver (RosDok) an der UB Rostock Synergieeffekte beim Aufbau von Knowhow, der Weiterentwicklung und dem Betrieb.

Robert Stephan

Robert Stephan studierte Informatik an der Universität Rostock und ist seit 2007 an der Universitätsbibliothek Rostock tätig. Dort leitet er das Referat "Anwendungsentwicklung - Digitale Bibliothek" und ist für den Betrieb und die Weiterentwicklung des Dokumenten- und Publikationsservers RosDok und anderer MyCoRe-Anwendungen der UB Rostock verantwortlich. Als Mitglied der MyCoRe-Entwickler-Community arbeitet er u.a. an Datenimport- und -export-Schnittstellen sowie Metadaten-Mappings.
