



Berner Fachhochschule
Haute école spécialisée bernoise
Bern University of Applied Sciences



Long Time Archive for Audio Works

Master Thesis

- ▶ Institute for Human Centered Engineering HuCE





Berner Fachhochschule
Haute école spécialisée bernoise
Bern University of Applied Sciences

Long Time Archive for Audio Works

Master Thesis

Preservation of audio works like music, speeches etc. in the digital domain for future generations

Author: Christoph Zimmermann
Adviser: Daniel Debrunner
Expert: Fabian Page
Cooperation: Schweizerische Stiftung Public Domain

► [Institute for Human Centered Engineering HuCE](#)



Structure of this Presentation

- ▶ Introduction
- ▶ Document Management System
- ▶ Archival storage
- ▶ Linked open data
- ▶ Demonstration

Introduction

Background and Motivation

The Public Domain Project

This project was done in cooperation with the Swiss Foundation Public Domain.

The foundation is operating the volunteer based Public Domain Project. A digital repository for audiovisual cultural heritage to preserve it for future generations.

www.publicdomainproject.org

Background and Motivation

Current challenges

- ▶ There is the awareness that the project is not meeting the requirements of the field of digital long time preservation
 - ▶ The processes in the project have grown into their current form
- ▶ Metadata not in a common format
 - ▶ Hard to migrate
 - ▶ Hard to reuse and therefore low interest

Results of the Preceding Semester Project

- ▶ The fundamental knowledge of digital long time preservation was acquired
- ▶ To understand the current state, the project was audited
- ▶ A new system architecture for a trustworthy archival storage was proposed

Goals of this Master Thesis

- ▶ Evaluate the *Linked Data* ontologies relevant for the scope of the Public Domain Project
- ▶ Develop a unified metadata template based on this ontologies using Semantic MediaWiki
- ▶ Evaluate and implement a document management system (DMS) and enable secure login to this DMS
- ▶ Evaluate a trustworthy storage system and develop a migration strategy to implement it

Implementation of a Document Management System

New VM with NextCloud

- ▶ New virtual machine (VM) to separate internal and public data
- ▶ Migrated the website *publicdomain.ch* to the new VM
- ▶ Synchronization client was installed on all office computers and there data was migrated into NextCloud

Secure Access over the Internet

Secure Access

Implementation

- ▶ TLS with certificates issued by *Let's encrypt*
- ▶ Server enforces clients to use their most secure crypto algorithm
- ▶ HTTP Strict Transport Security (HSTS) with long duration deployed
- ▶ Webserver running in an isolated environment (chroot)

Secure Access

Test Report



You are here: [Home](#) > [Projects](#) > [SSL Server Test](#) > publicdomain.ch

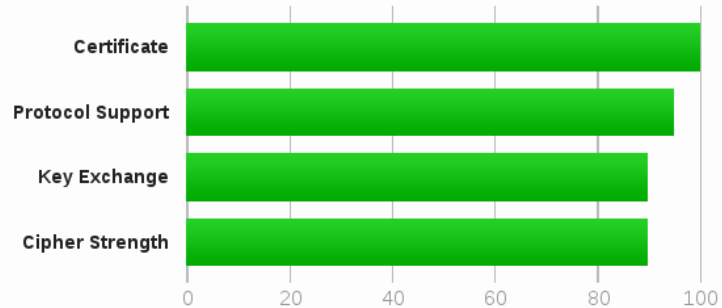
SSL Report: publicdomain.ch (195.176.247.106)

Assessed on: Sun, 22 Jan 2017 18:57:00 UTC | [Hide](#) | [Clear cache](#)

[Scan Another](#)

Summary

Overall Rating



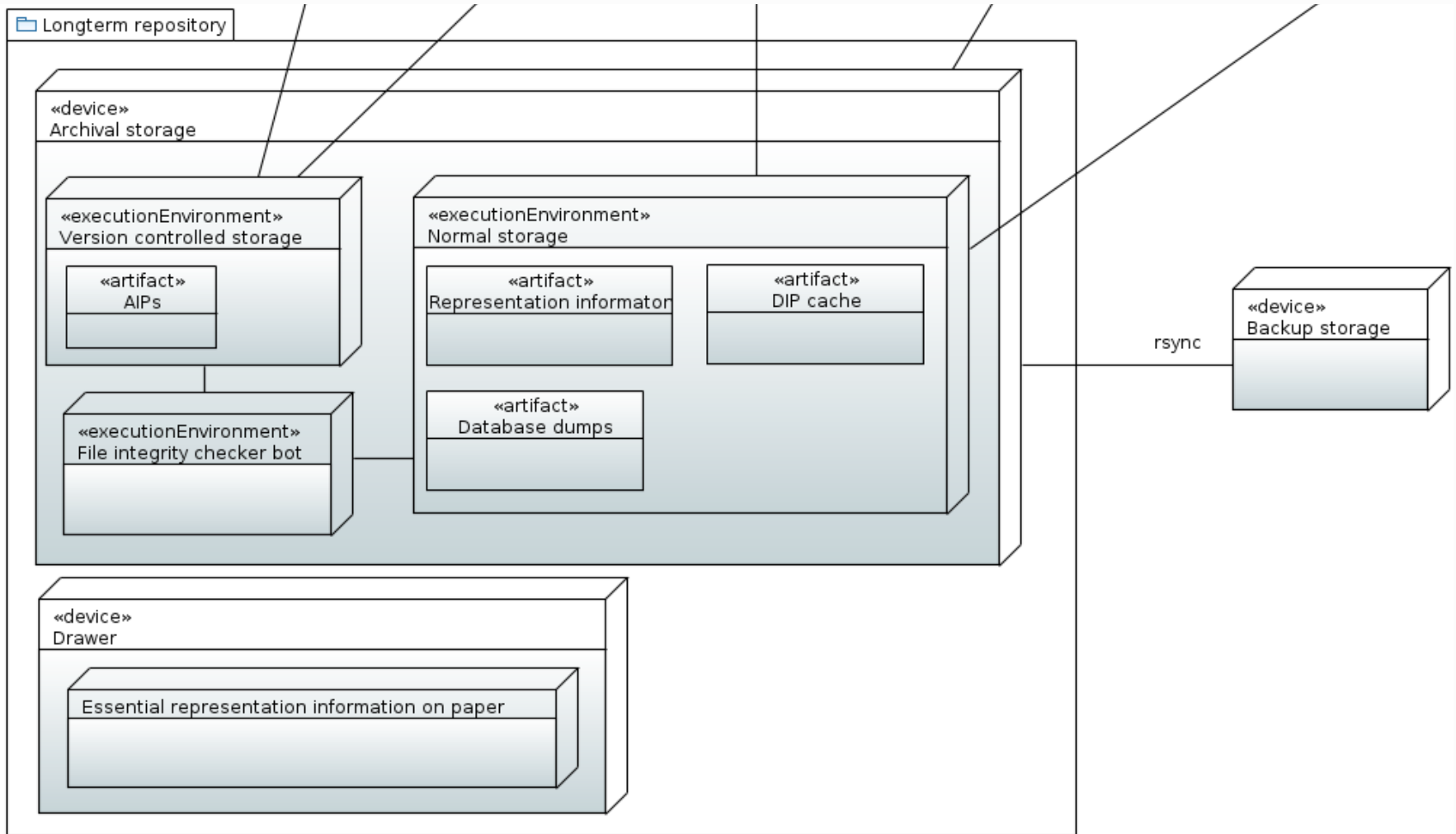
Visit our [documentation page](#) for more information, configuration guides, and books. Known issues are documented [here](#).

HTTP Strict Transport Security (HSTS) with long duration deployed on this server. [MORE INFO »](#)

Archival Storage System

Proposed Archival Storage

(Result of Project 2)



Evaluations

Periodic file integrity checks

- ▶ No solution found that fulfills the needs
- ▶ Can be achieved with two scripts based on `flac -t` (integrity test), `metaflac -f` (fingerprint of a flac file) and `md5sum`

Version control system for media files

- ▶ Git-annex and Fedora commons considered for practical testing

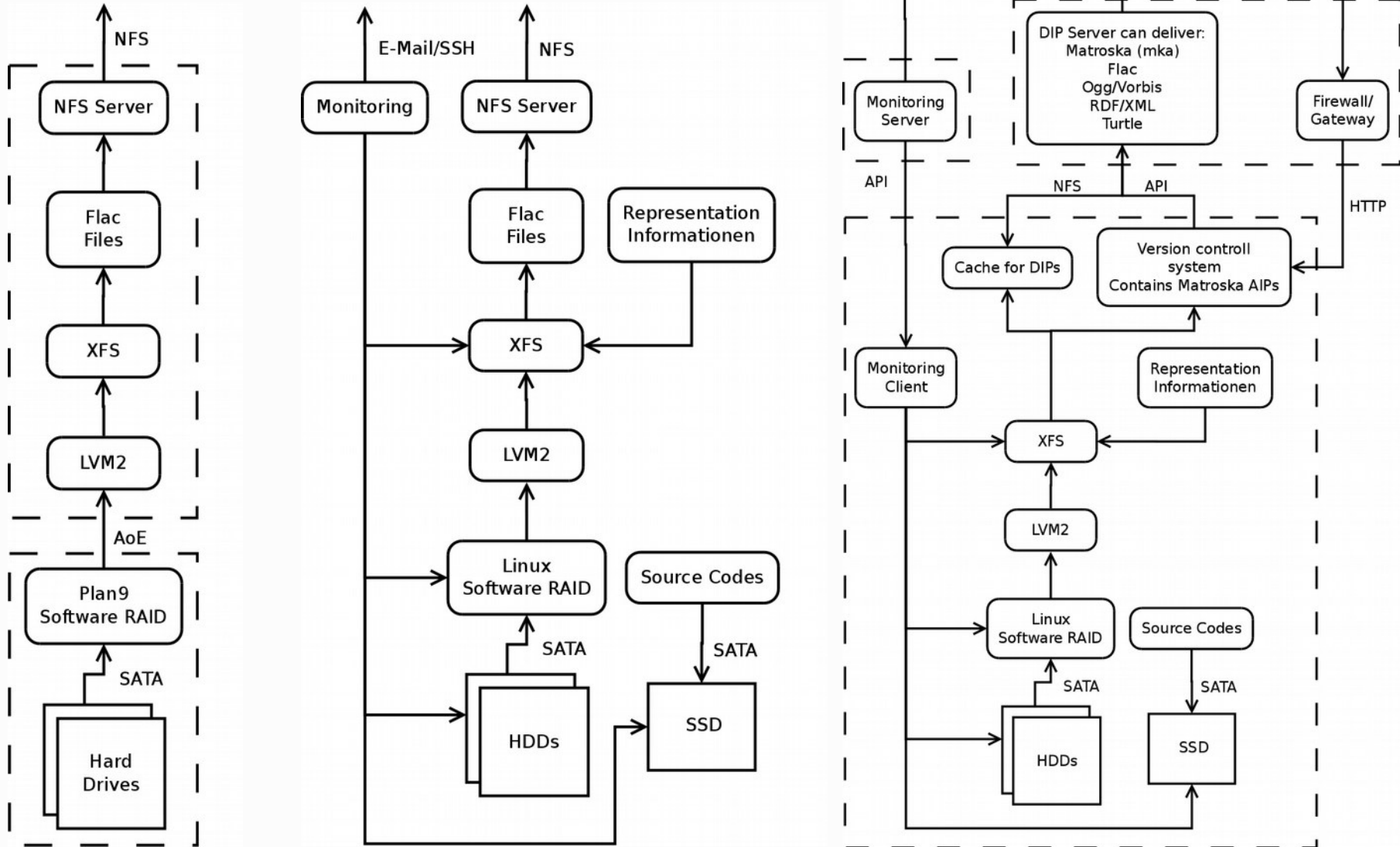
Monitoring System

Considered for practical testing:

- ▶ Sensu (handles long testing times well)
- ▶ Zabbix (lightweight)

Migration Towards the New Structure

Migration Steps



First Migration Step is Done

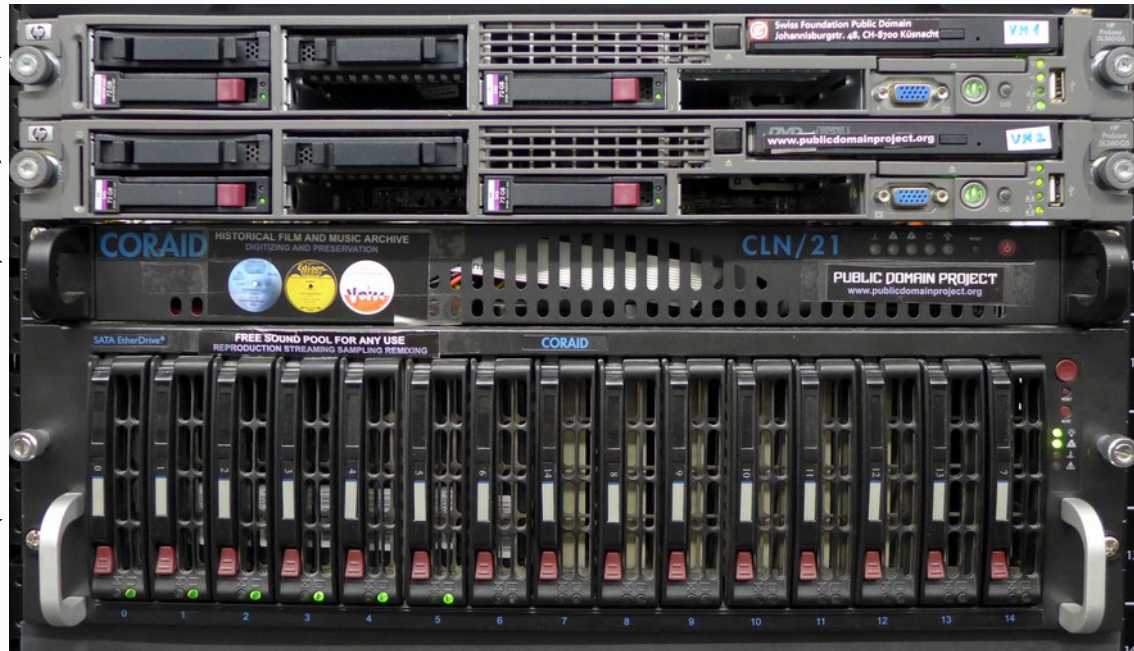
Before

VM hosts

Storage controller

(small Debian)

Disc shelf
(Plan9)



After

VM hosts

Monitoring server
(full Debian)

Archival storage
(Gentoo,
IPMI card)

Archival storage

- ▶ Hardware upgrade
 - ▶ Remote management card installed (IPMI)
 - ▶ More RAM (9 instead of 1 GiB) and faster CPU
 - ▶ 60 GiB SSD instead of 32 MiB flash module
- ▶ Gentoo GNU/Linux installed
 - ▶ Monitoring of drives with smartd and mdadm
 - ▶ Archived files are write protected after 30 days

Preservation of Representation Information

Representation Information

Available from Gentoo GNU/Linux:

- ▶ Source codes of every installed software
- ▶ Software documentation if available (USEFLAG “doc”)
- ▶ Source code examples if available (USEFLAG “examples”)
- ▶ Manually fetched MySQL source code

Representation Information

Available in the DMS:

- ▶ Linux RAID Superblock Format
- ▶ XFS
- ▶ NFS
- ▶ PNG
- ▶ FLAC
- ▶ tar
- ▶ gz and bz2
- ▶ Unicode

- ▶ PDF 1.7 (converted to txt)
- ▶ MD5
- ▶ C Standard

Not available:

- ▶ SATA and ATA standard (not freely available)
- ▶ On-disc format of HDDs (trade secret of manufacturer)

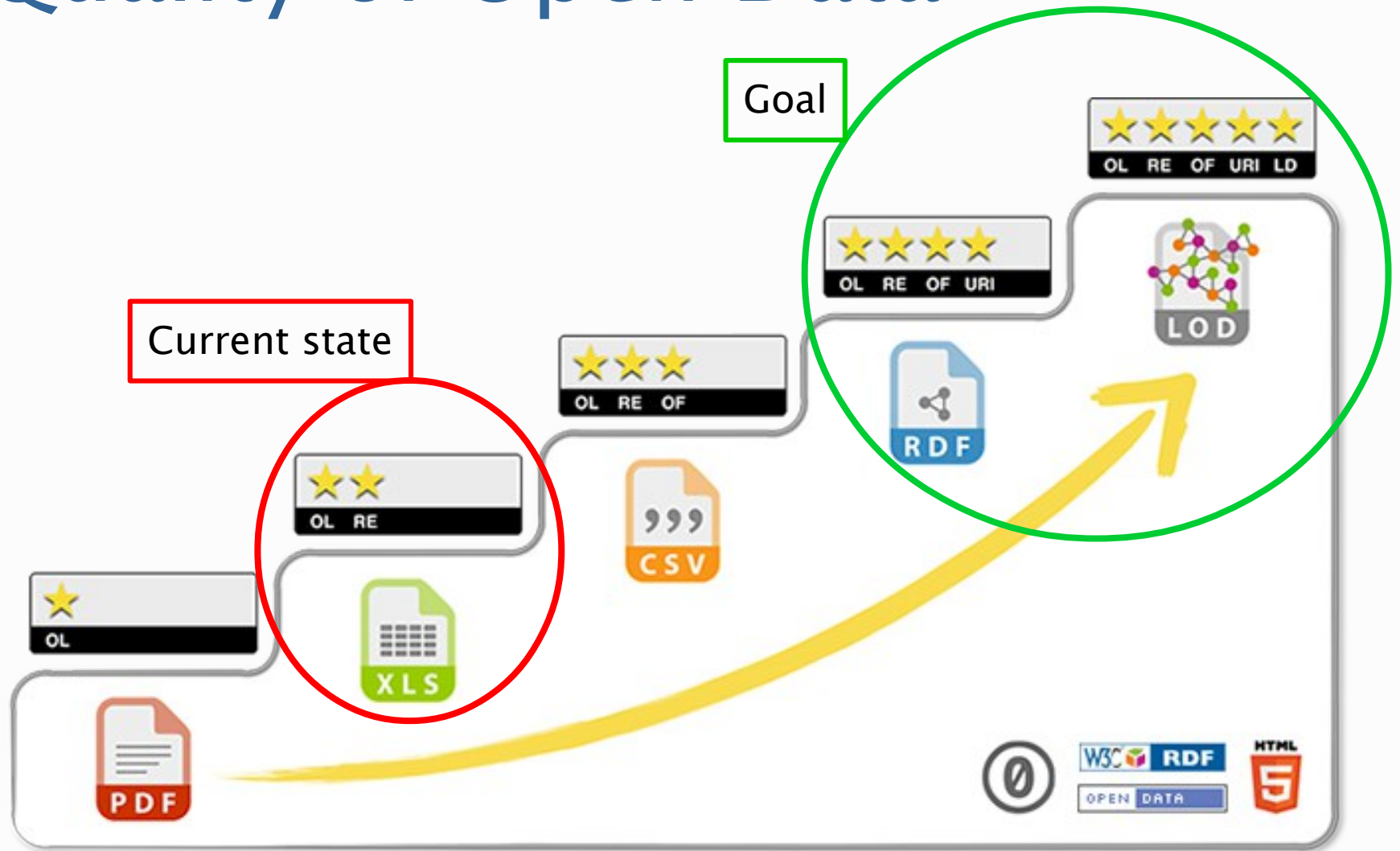
Representation Information

Should be made available on paper:

- ▶ English dictionary
- ▶ ASCII table, number format description
- ▶ C standard, x86/AMD64 instruction reference
- ▶ SATA and ATA standard
- ▶ Linux RAID, LVM2, XFS specification
- ▶ Linux folder structure and general concepts
- ▶ List of passwords

Linked Open Data for the Public Domain Project

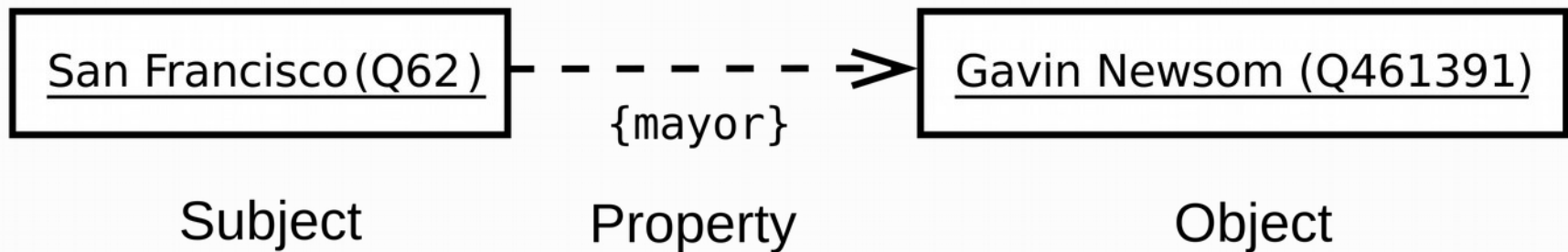
Quality of Open Data



Linked Open Data

Basics: Triple

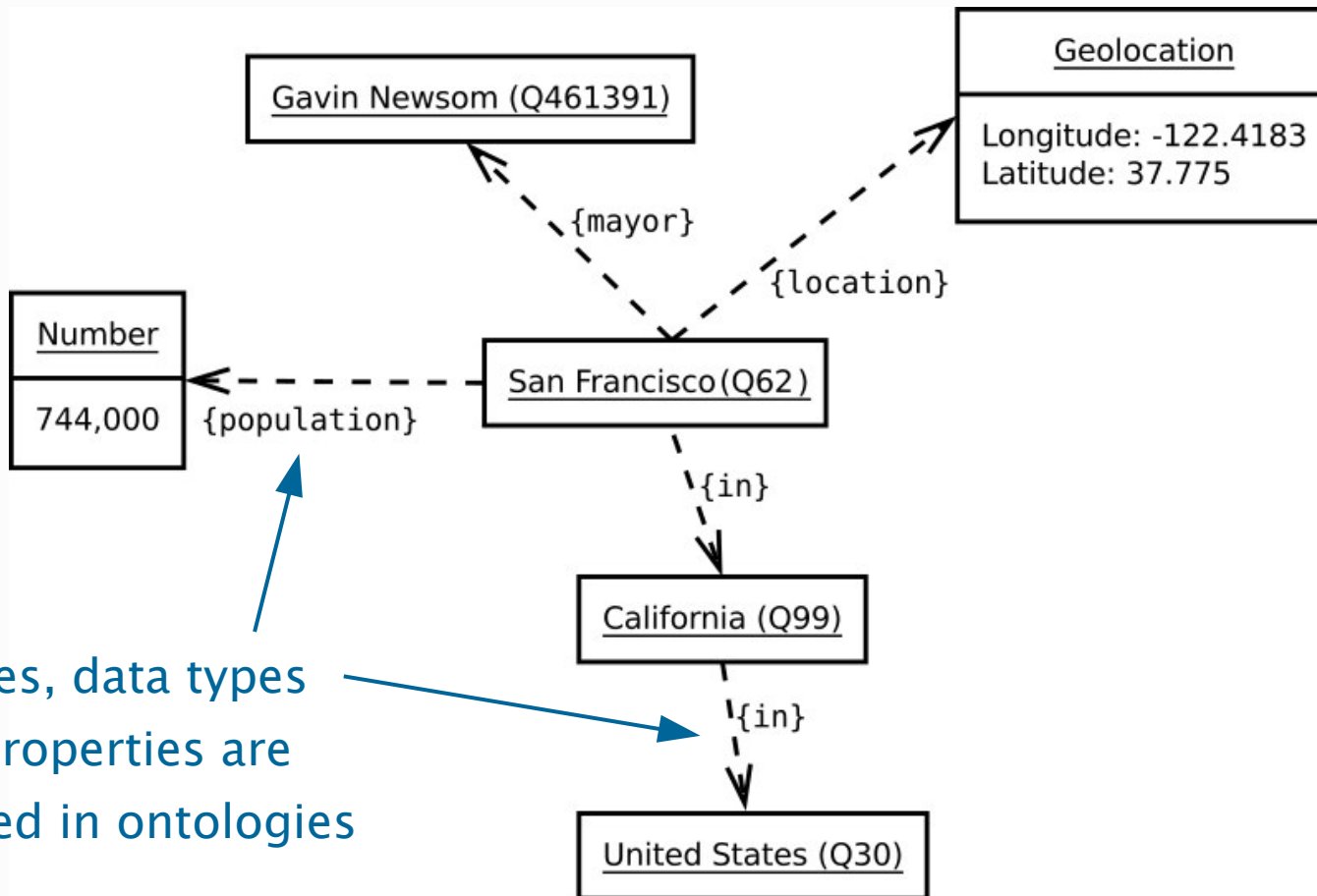
Composition of a statement



- ▶ If a *property* points (links) to an other item, then the *object* is an URL
- ▶ Result: Machine readable relationships and facts
- ▶ Foundation for the *Semantic Web* (Web 3.0)

Linked Open Data

Graphs and ontologies



Classes, data types
and properties are
defined in ontologies

Ontologies Used For The Implementation

- ▶ Dublin Core (Dc, Dcterms)
- ▶ Schema.org (Schema)
- ▶ Music Ontology (Mo)
- ▶ Creative Commons (Cc)
- ▶ Dbpedia (Dbo)
- ▶ Logistics Core (LogiCO)

Work Process

- ▶ A prototype with Logistics Core was built
 - ▶ Handles storage boxes, shelf locations etc. to manage the archive with the analog records
- ▶ The currently used Templates where extended to make their data public as RDF
- ▶ New templates and associated forms where developed → Simpler editing, fewer errors

Semantic MediaWiki Statistics

- ▶ Number of forms: 4
- ▶ Number of properties: 148
- ▶ New templates: 37
- ▶ Modified templates: 41
- ▶ New categories: 26

Demonstration

Conclusion

Conclusion

Results

- ▶ Metadata is now understandable for a global community and easier to migrate
- ▶ The archived digital data is preserved in a more trustworthy way
 - ▶ It still needs a off site backup (> 150 km)
- ▶ Most of the representation information is available on site

Conclusion

Audit improvements

- ▶ Of the 108 normative metrics the final status is the following:

Masterthesis	Not fulfilled	Minor shortfalls	Fulfilled
before	77	15	16
after	73 (-4)	15 (+1/-1)	20 (+4)

- ▶ Four metrics with minor shortfalls got improved
- ▶ Most not fulfilled metrics require written policies and procedures. Defining policies is not in the scope of a master thesis in engineering.

Thank you for your attention

For further questions you can contact me by e-mail:
nuess0r@pdproject.org



Berner Fachhochschule
Haute école spécialisée bernoise
Bern University of Applied Sciences



Long Time Archive for Audio Works Master Thesis

► Institute for Human Centered Engineering HuCE



Ich darf sie begrüßen zur Präsentation meiner
Masterthesis zum Thema Langzeitarchiv für
für Audiowerke.

Long Time Archive for Audio Works

Master Thesis

Preservation of audio works like music, speeches etc. in the digital domain for future generations

Author: Christoph Zimmermann
Adviser: Daniel Debrunner
Expert: Fabian Page
Cooperation: Schweizerische Stiftung Public Domain

► [Institute for Human Centered Engineering HuCE](#)



Langzeitarchiv für digitale Audiowerke wie Musik, Reden, Hörspiele etc.

Structure of this Presentation

- ▶ Introduction
- ▶ Document Management System
- ▶ Archival storage
- ▶ Linked open data
- ▶ Demonstration

Zuerst kurz ein Überblick auf die Struktur dieser Präsentation.

Introduction

Berner Fachhochschule | Haute école spécialisée bernoise | Bern University of Applied Sciences

Gut, kommen wir zur Einführung

Background and Motivation

The Public Domain Project

This project was done in cooperation with the Swiss Foundation Public Domain.

The foundation is operating the volunteer based Public Domain Project. A digital repository for audiovisual cultural heritage to preserve it for future generations.

www.publicdomainproject.org

Berner Fachhochschule | Haute école spécialisée bernoise | Bern University of Applied Sciences

Diese Masterthesis entstand in Zusammenarbeit mit der Schweizerischen Stiftung Public Domain. Diese Betreibt das ehrenamtliche Public Domain Projekt, in dem Helfer analoge Tonträger sammeln, digitalisieren und verfügbar machen. Vergleichbar mit dem Gutenberg Projekt für Bücher oder IMSLP für Musiknoten (Scores)

Background and Motivation

Current challenges

- ▶ There is the awareness that the project is not meeting the requirements of the field of digital long time preservation
 - ▶ The processes in the project have grown into there current form
- ▶ Metadata not in a common format
 - ▶ Hard to migrate
 - ▶ Hard to reuse and therefore low interest

Berner Fachhochschule | Haute école spécialisée bernoise | Bern University of Applied Sciences

Ein solches Projekt hat viele Herausforderungen zu meistern.

Im technischen Bereich sind dies zum einen die Anforderungen, die an die Infrastruktur gestellt werden um eine vertrauenswürdige Langzeitarchivierung sicher zu stellen.

Zum Anderen besteht bei den erfassten Metadaten das Problem, dass sie nicht in einem üblichen Format vorliegen.

- Dies verhindert eine Migration
- Dies macht es schwer diese Metadaten weiterzuverwenden, was aber zu den Anforderungen der Nutzer gehört.

Results of the Preceding Semester Project

- ▶ The fundamental knowledge of digital long time preservation was acquired
- ▶ To understand the current state, the project was audited
- ▶ A new system architecture for a trustworthy archival storage was proposed

Berner Fachhochschule | Haute école spécialisée bernoise | Bern University of Applied Sciences

Wie sich einige von Ihnen erinnern, ist dieser Masterthesis eine Projektarbeit vorgegangen, die die Grundlagen der Langzeiterhaltung erarbeitet hat. Zudem wurde das Public Domain Projekt einem Audit unterzogen. Darauf aufbauend wurde eine neue Systemarchitektur vorgeschlagen.

Präsentation der Projektarbeit:

<http://pool.publicdomainproject.org/index.php/File:Pr>

Goals of this Master Thesis

- ▶ Evaluate the *Linked Data* ontologies relevant for the scope of the Public Domain Project
- ▶ Develop a unified metadata template based on this ontologies using Semantic MediaWiki
- ▶ Evaluate and implement a document management system (DMS) and enable secure login to this DMS
- ▶ Evaluate a trustworthy storage system and develop a migration strategy to implement it

Berner Fachhochschule | Haute école spécialisée bernoise | Bern University of Applied Sciences

Darauf baut nun diese Masterthesis auf.
Es wurden die hier gezeigten Ziele definiert.

In den folgenden Minuten werde ich Ihnen nun
die Resultate dazu präsentieren.

Implementation of a Document Management System

Berner Fachhochschule | Haute école spécialisée bernoise | Bern University of Applied Sciences

Beginnen wir mit dem Dokumenten Management System

New VM with NextCloud

- ▶ New virtual machine (VM) to separate internal and public data
- ▶ Migrated the website *publicdomain.ch* to the new VM
- ▶ Synchronization client was installed on all office computers and there data was migrated into NextCloud

Berner Fachhochschule | Haute école spécialisée bernoise | Bern University of Applied Sciences

Beginnen wir mit dem Dokumenten Management System (DMS), dass zu beginn der Arbeit aufgesetzt wurde.

Ziel war es, eine Datenablage für die internen Daten der Stiftung zu schaffen um die Zusammenarbeit zu verbessern.

Dazu wurde eine neue virtuelle Maschine (VM) aufgesetzt und gleich die Webseite der Stiftung migriert.

Danach wurden die bestehenden Daten ins DMS migriert.

Secure Access over the Internet

Berner Fachhochschule | Haute école spécialisée bernoise | Bern University of Applied Sciences

Wichtig bei internen Geschäftsdaten ist natürlich die Security.

Secure Access

Implementation

- ▶ TLS with certificates issued by *Let's encrypt*
- ▶ Server enforces clients to use their most secure crypto algorithm
- ▶ HTTP Strict Transport Security (HSTS) with long duration deployed
- ▶ Webserver running in an isolated environment (chroot)

Berner Fachhochschule | Haute école spécialisée bernoise | Bern University of Applied Sciences

Dazu wurde nach aktuellem Stand die Verschlüsselung des Webservers eingerichtet. Die verwendeten Cryptoalgorithmen wurden nach aktuellem Kenntnisstand ausgewählt. HSTS wurde eingerichtet, um ein deaktivieren der Verschlüsselung zu unterbinden.

Secure Access

Test Report



[Home](#) [Projects](#) [Qualys.com](#) [Conta](#)

You are here: [Home](#) > [Projects](#) > [SSL Server Test](#) > publicdomain.ch

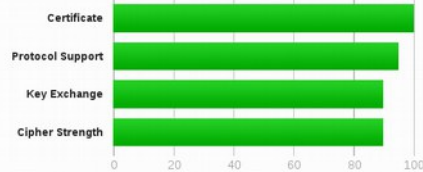
SSL Report: **publicdomain.ch** (195.176.247.106)

Assessed on: Sun, 22 Jan 2017 18:57:00 UTC | [Hide](#) | [Clear cache](#)

[Scan Another](#)

Summary

Overall Rating



Visit our [documentation page](#) for more information, configuration guides, and books. Known issues are documented [here](#).

HTTP Strict Transport Security (HSTS) with long duration deployed on this server. [MORE INFO...](#)

Berner Fachhochschule | Haute école spécialisée bernoise | Bern University of Applied Sciences

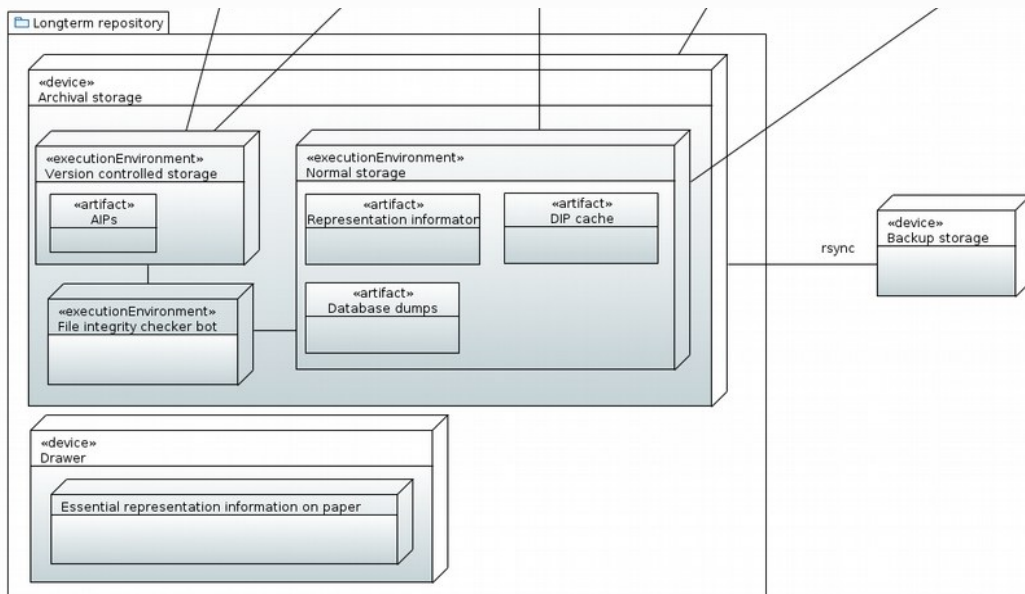
Diese Massnahmen wurden getestet mit dem Werkzeug von Qualys. Dabei konnte die sehr gute Bewertung von A+ erreicht werden.

Archival Storage System

Gehen wir nun zum Thema Archivspeicher und der vorgeschlagenen Systemarchitektur über.

Proposed Archival Storage

(Result of Project 2)



Berner Fachhochschule | Haute école spécialisée bernoise | Bern University of Applied Sciences

Die Systemarchitektur aus der Projektarbeit wurde wurde verfeinert und in ersten Teilen umgesetzt.

Evaluations

Dazu wurden verschiedene Evaluations durchgeführt.

Periodic file integrity checks

- ▶ No solution found that fulfills the needs
- ▶ Can be achieved with two scripts based on `flac -t` (integrity test), `metaflac -f` (fingerprint of a flac file) and `md5sum`

Bei einem Archivspeicher müssen regelmässig die Dateien auf Fehler überprüft werden. Die Evaluation hat gezeigt, dass dies bei Flac direkt eingebaut ist. Die dazu benutzte Checksumme, der „Fingerabdruck“ der Flac Datei, kann extrahiert und separat gespeichert werden. Diese Checksumme wird aus den Rohdaten gebildet und prüft so auch die En-/Decodierung.

Version control system for media files

- ▶ Git-annex and Fedora commons considered for practical testing

In der Systemarchitektur vorgeschlagen ist ein System um Versionen bzw. die Änderungsgeschichte (wer, was, wann, wieso) zu verwalten. Dazu wurden verschiedene Systeme und Konzepte verglichen.

Es hat sich gezeigt, dass für die Anforderungen des Public Domain Projekts sich git-annex und Fedora Commons am besten eignen könnten. Diese Systeme integrieren auch das Sicherstellen, dass mindestens zwei Kopien einer archivierten Datei existieren.

Monitoring System

Considered for practical testing:

- ▶ Sensu (handles long testing times well)
- ▶ Zabbix (lightweight)

Die dritte Evaluation betraf ein System zur kontinuierlichen Überwachung der Serverhardware.

Dadurch werden Ausfälle schnell erkannt oder es kann schon vorher eingegriffen werden.

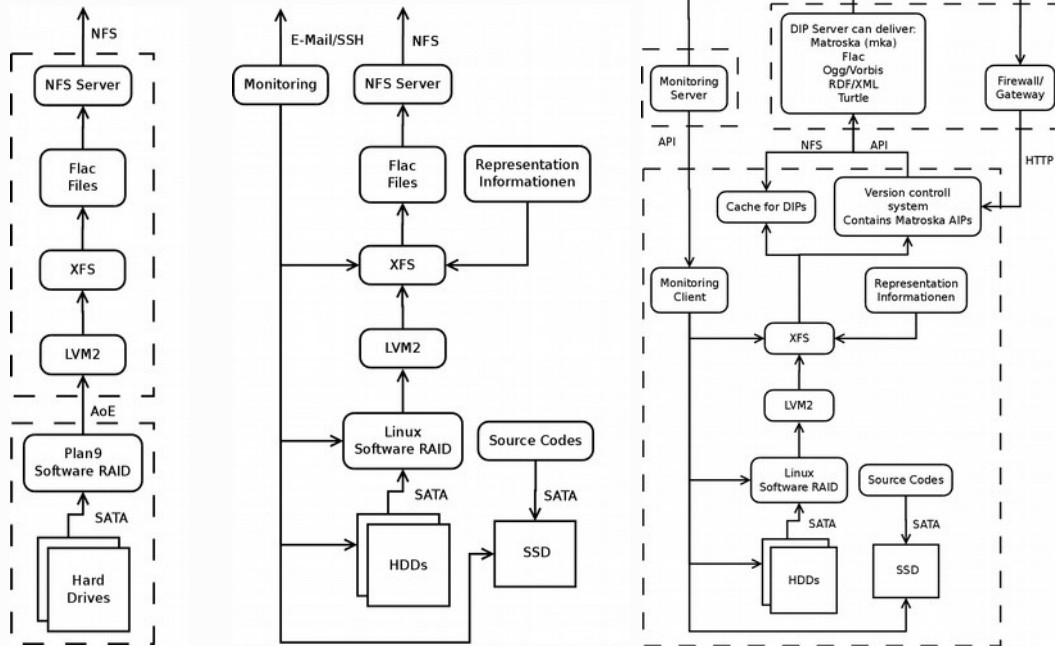
In die engere Auswahl kam hier Ssensu, weil seine Architektur es erlaubt, dass Tests eine lange Zeit beanspruchen, wie das bei Dateiprüfungen der Fall ist.

Migration Towards the New Structure

Berner Fachhochschule | Haute école spécialisée bernoise | Bern University of Applied Sciences

Eine weitere Aufgabe bestand darin, einen Migrationsplan zu erstellen, wie die verfeinerte Architektur erreicht werden kann.

Migration Steps



Berner Fachhochschule | Haute école spécialisée bernoise | Bern University of Applied Sciences

Hier sind drei Schritte daraus aufgezeichnet. Die bestehende Struktur bot ein grosses Risiko, durch das hier eingesetzte Software RAID vom Betriebssystem Plan 9. Darum wurde der erste Schritt so definiert, dass auf ein System migriert wird, bei dem bis auf Bit-Ebene alle Repräsentationsinformationen vorhanden sind. Das dritte Bild zeigt das Ziel, die verfeinerte Architektur.

First Migration Step is Done

Before

VM hosts
Storage
controller
(small Debian)
Disc shelf
(Plan9)



After

VM hosts
Monitoring
server
(full Debian)
Archival
storage
(Gentoo,
IPMI card)

Berner Fachhochschule | Haute école spécialisée bernoise | Bern University of Applied Sciences

Der erste Migrationsschritt hin zur Struktur aus dem mittleren Bild, war Bestandteil dieser Masterthesis.

Wir sehen hier die alte und neue Struktur, wie sie im Serverraum eingebaut ist.

Archival storage

- ▶ Hardware upgrade
 - ▶ Remote management card installed (IPMI)
 - ▶ More RAM (9 instead of 1 GiB) and faster CPU
 - ▶ 60 GiB SSD instead of 32 MiB flash module
- ▶ Gentoo GNU/Linux installed
 - ▶ Monitoring of drives with smartd and mdadm
 - ▶ Archived files are write protected after 30 days

Berner Fachhochschule | Haute école spécialisée bernoise | Bern University of Applied Sciences

Der Archivserver wurde mit Gentoo GNU/Linux neu aufgesetzt, damit werden nun die Festplatten überwacht und bei Fehlern werden die Administratoren per E-Mail informiert.

Preservation of Representation Information

Berner Fachhochschule | Haute école spécialisée bernoise | Bern University of Applied Sciences

Gentoo Linux hat die Eigenschaft, dass alle
Source Codes vorhanden sind.
Diese Repräsentationsinformation reicht aber
noch nicht aus.

Representation Information

Available from Gentoo GNU/Linux:

- ▶ Source codes of every installed software
- ▶ Software documentation if available (USEFLAG “doc”)
- ▶ Source code examples if available (USEFLAG “examples”)
- ▶ Manually fetched MySQL source code

Gentoo wurde so konfiguriert, dass, wenn vorhanden, auch die Dokumentation und Beispiele installiert werden.

Representation Information

Available in the DMS:

- ▶ Linux RAID Superblock Format
- ▶ XFS
- ▶ NFS
- ▶ PNG
- ▶ FLAC
- ▶ tar
- ▶ gz and bz2
- ▶ Unicode
- ▶ PDF 1.7 (converted to txt)
- ▶ MD5
- ▶ C Standard

Not available:

- ▶ SATA and ATA standard (not freely available)
- ▶ On-disc format of HDDs (trade secret of manufacturer)

Berner Fachhochschule | Haute école spécialisée bernoise | Bern University of Applied Sciences

Zusätzlich wurde zu den eingesetzten Techniken die Spezifikationen bzw. Standards abgelegt.

Representation Information

Should be made available on paper:

- ▶ English dictionary
- ▶ ASCII table, number format description
- ▶ C standard, x86/AMD64 instruction reference
- ▶ SATA and ATA standard
- ▶ Linux RAID, LVM2, XFS specification
- ▶ Linux folder structure and general concepts
- ▶ List of passwords

Die in der Projektarbeit vorgeschlagene Schublade mit den essentiellsten Informationen auf Papier konnte aus Zeitgründen nicht eingerichtet werden. Hier ist aufgelistet, was sicher in dieser Schublade vorhanden sein muss.

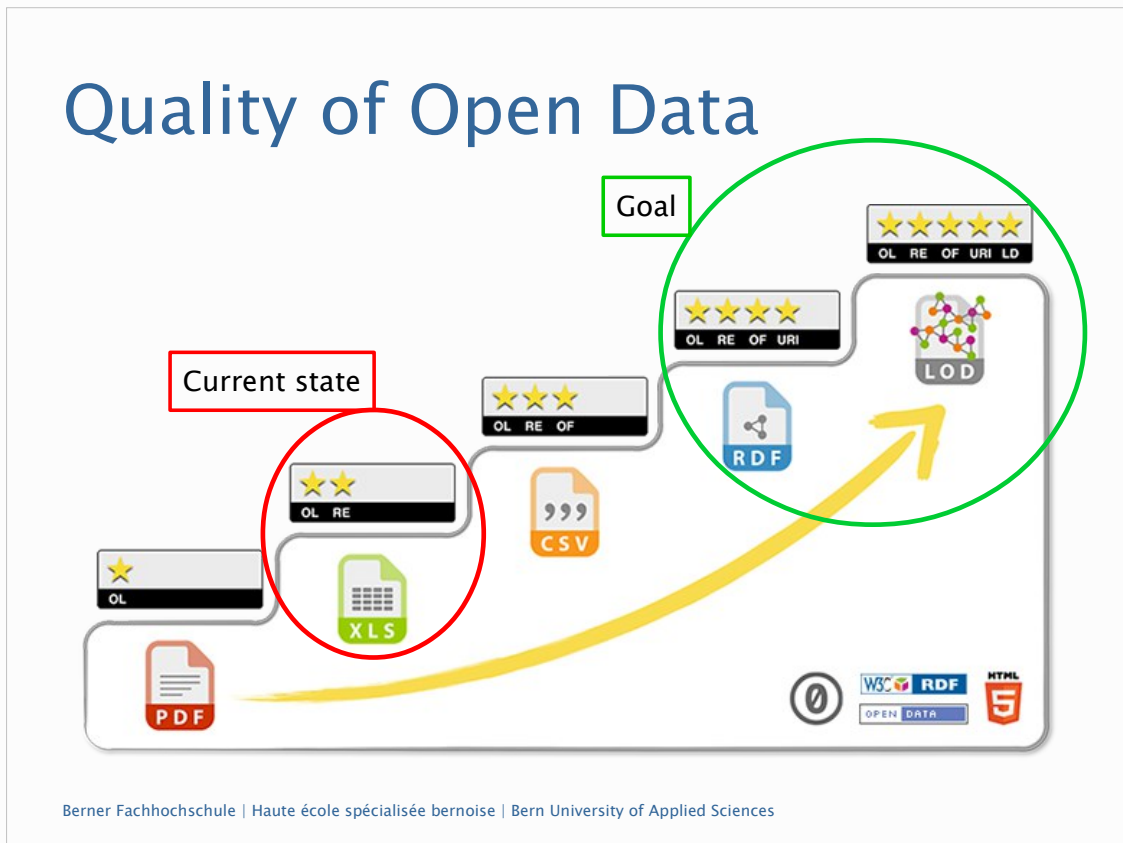
Linked Open Data for the Public Domain Project

Berner Fachhochschule | Haute école spécialisée bernoise | Bern University of Applied Sciences

Kommen wir zum letzten Arbeitspaket dieser Masterthesis.

In diesem Teil geht es um die Überführung der Metadaten von MediaWiki Syntax in verlinkte maschineninterpretierbare Daten.

Quality of Open Data



Was muss man sich darunter vorstellen?

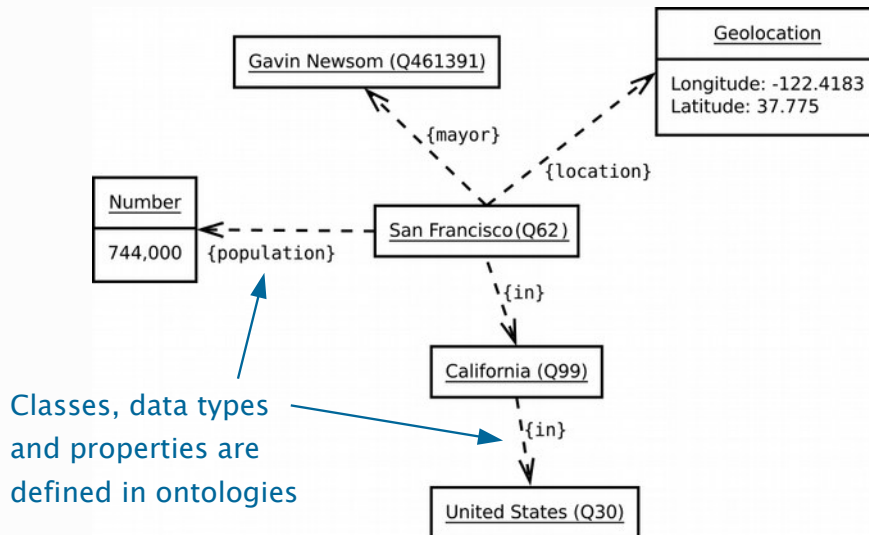
Es geht darum, die Wiederverwendbarkeit und Interpretierbarkeit zu erhöhen.

Das abgebildete Modell zeigt fünf Qualitätsstufen für Daten.

Es beginnt mit einem gescanntem Bild, geht über strukturierte Daten in einem nicht verbreiteten Dateiformat, dann in einem verbreiteten Format und weiter zu maschineninterpretierbaren verlinkten Daten wie sie vom Semantic Web gefordert werden.

Linked Open Data

Graphs and ontologies



Berner Fachhochschule | Haute école spécialisée bernoise | Bern University of Applied Sciences

Mehrere solche Triple bilden den „Knowledge Graph“, der sich über viele Webseiten erstrecken kann.

Damit diese Information interpretiert werden kann, muss man Bedeutungen definieren. Dies geschieht durch Ontologien, vergleichbar mit Wörterbüchern.

Quelle:

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Linked_Data

Ontologies Used For The Implementation

- ▶ Dublin Core (Dc, Dcterms)
- ▶ Schema.org (Schema)
- ▶ Music Ontology (Mo)
- ▶ Creative Commons (Cc)
- ▶ Dbpedia (Dbo)
- ▶ Logistics Core (LogiCO)

Berner Fachhochschule | Haute école spécialisée bernoise | Bern University of Applied Sciences

Nach einer langwierigen Evaluation, die in der Projektarbeit begonnen wurde und in der Masterthesis weitergeführt wurde, kommen beim Public Domain Projekt nun die hier präsentierten Ontologien zum Einsatz.

Work Process

- ▶ A prototype with Logistics Core was built
 - ▶ Handles storage boxes, shelf locations etc. to manage the archive with the analog records
- ▶ The currently used Templates were extended to make their data public as RDF
- ▶ New templates and associated forms were developed → Simpler editing, fewer errors

Berner Fachhochschule | Haute école spécialisée bernoise | Bern University of Applied Sciences

Die Umsetzung erfolgte mit Hilfe von Semantic MediaWiki, einer umfangreichen Erweiterung für MediaWiki.

Zuerst wurde als Einarbeitung ein Prototyp gebaut. Dieser dient der Verwaltung von Lagerkisten mit Schallplatten darin.

Danach wurden die bisher eingesetzten Templates so erweitert, dass sie die Metadaten so gut es geht als RDF bereitstellen.

Im dritten Schritt wurde auf Basis all dieser Erfahrung neue Templates erstellt und dazugehörige Formulare zur vereinfachten Dateneingabe und Fehlervermeidung.

Semantic MediaWiki Statistics

- ▶ Number of forms: 4
- ▶ Number of properties: 148
- ▶ New templates: 37
- ▶ Modified templates: 41
- ▶ New categories: 26

Berner Fachhochschule | Haute école spécialisée bernoise | Bern University of Applied Sciences

Hier ein statistischer Überblick, was im Semantic MediaWiki umgesetzt wurde. Es wurden 148 Eigenschaften angelegt es sind aber gerade mal vier Formulare nötig um diese zu erfassen oder zu ändern.

Demonstration

Diesen Teil der Masterthesis möchte ich Ihnen kurz demonstrieren:

Ich beginne die Demonstration mit dem Stand vor der Masterthesis. Bestehende Platte mit Properties zeigen, danach Lied zeigen. Zeigen wie aufwändig das Editieren ist.

Jetzt zeige ich ihnen auf dem Testserver die neu entwickelten Templates und Formulare. Demo des Prototyp, Kiste mit Formular und Properties.

Demo der Properties des erweiterten Lied und RDF export. Neue Platte mit Formular, graue Inline Templates, abfragen von Downloadlinks

Demo des neuen Albums

Demo des neuen Lieds mit Formular und Linked Data zu MusicBrainz.

Conclusion

Kommen wir zur Zusammenfassung

Conclusion

Results

- ▶ Metadata is now understandable for a global community and easier to migrate
- ▶ The archived digital data is preserved in a more trustworthy way
 - ▶ It still needs a off site backup (> 150 km)
- ▶ Most of the representation information is available on site

Mit der hier präsentierten Arbeit sind die Metadaten nun für einen viel gröösseren Anwenderbereich nutzbar.

Die Archivierung der digitalen Audiodateien konnte wesentlich verbessert werden und es ist fast alle Repräsentationsinformation lokal vorhanden.

Conclusion

Audit improvements

- ▶ Of the 108 normative metrics the final status is the following:

Masterthesis	Not fulfilled	Minor shortfalls	Fulfilled
before	77	15	16
after	73 (-4)	15 (+1/-1)	20 (+4)

- ▶ Four metrics with minor shortfalls got improved
- ▶ Most not fulfilled metrics require written policies and procedures. Defining policies is not in the scope of a master thesis in engineering.

Berner Fachhochschule | Haute école spécialisée bernoise | Bern University of Applied Sciences

Dies bringt auch Verbesserungen im Audit mit sich.

Ein Versionsverwaltungssystem wie es evaluiert wurde, würde hier nochmals etwa vier Prüfpunkte erfüllen.

Thank you for your attention

For further questions you can contact me by e-mail:

nuess0r@pdproject.org

Berner Fachhochschule | Haute école spécialisée bernoise | Bern University of Applied Sciences



Ich danke für ihre Aufmerksamkeit und stehe für ihre Fragen zur Verfügung.