

Vom Magnetband auf Content Addressed Storage Speichermigration im Stadtarchiv Stuttgart¹

Von KATHARINA ERNST und HEIKE MAIER

Der Beitrag befasst sich mit dem Wechsel des Langzeitspeichers im Stadtarchiv Stuttgart. Er erläutert die Gründe für den Wechsel, die Anforderungen an den neuen Speicher und beschreibt den Verlauf der Speichermigration.

Der alte Speicher

Der Langzeitspeicher ist das älteste Modul der Langzeitarchivierung im Stadtarchiv Stuttgart, ihn haben wir als erstes konzipiert und umgesetzt.² Hier will ich nur kurz rekapitulieren, wie dieser Speicher aussah und warum wir ihn so gewählt hatten. Wir benötigten sehr schnell einen Langzeitspeicher, weil uns große Mengen archivwürdiger Daten angeboten worden waren. Der Speicher sollte die Daten redundant speichern, räumlich getrennt, und auf WORM-Medien. Wir konnten damals auf eine Infrastruktur aufsetzen, die in der Landeshauptstadt Stuttgart für das Backup ohnehin gerade beschafft wurde. Als wir als zweites Modul unsere Langzeitarchivierung um ein Ingest- und Datenmanagementmodul erweitert haben, haben diese Module auf dem Bandspeicher aufgesetzt.

Die Speicherung lief bis Herbst 2011 folgendermaßen ab: Der Archivierungsserver Itaflow schob das digitale Archivgut auf den Content Storage Bus (CSB). Der CSB übergab die Daten über einen Storage-Adapter an den ITA-Server. Vom ITA-Server wurden die Daten an den Tivoli Storage Manager übergeben. Der CSB kann nicht direkt mit dem TSM kommunizieren, daher war der ITA-Server dazwischengeschaltet.³ TSM brachte die Daten dann auf Magnetbänder. Die Magnetbänder waren WORM-Bänder, nur das Stadtarchiv hat auf diese Bänder geschrieben. Sie lagen in Bandbibliotheken, in denen auch die Magnetbänder vom Backup gelesen und beschrieben wurden.

¹ Der Vortragsstil wurde für die Publikation beibehalten.

² Vgl. Heike *Maier*: Der Langzeitspeicher des Stadtarchivs Stuttgart – ein strukturintegrativer Lösungsweg. In: Erfahrungen mit der Übernahme digitaler Daten. Bewertung, Übernahme, Aufbereitung, Speicherung, Datenmanagement. Hg von Katharina *Ernst* (Veröffentlichungen des Archivs der Stadt Stuttgart Bd. 99). Stuttgart 2007. S. 52–57.

³ Seit Frühjahr 2012 ist mit der Version DOXiS4 CSB V2.3. auch eine direkte Anbindung von TSM/SSAM möglich.

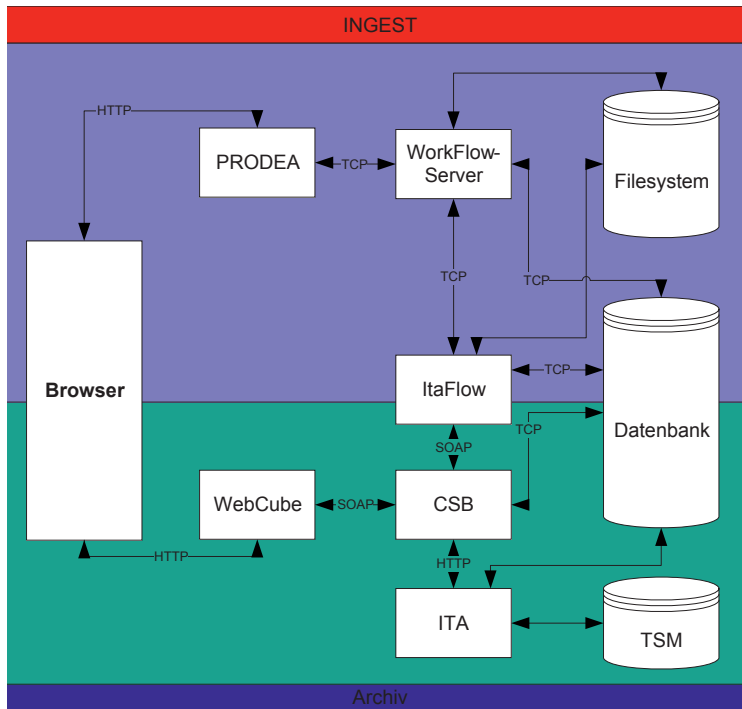


Abb. 1.: Die Architektur der Langzeitarchivierung im Stadtarchiv Stuttgart bis Herbst 2011.

Probleme des alten Speichers

Im Lauf der Zeit haben wir verschiedene Probleme mit unserem Langzeitspeicher festgestellt:

- die mangelnde Geschwindigkeit beim Zugriff
- der Zugriff war unter bestimmten Bedingungen gar nicht möglich
- die Beschränkung der AIP-Größe.

Unser Fokus lag vor sechs Jahren ganz auf der Sicherung unseres digitalen Archivguts. Dass ein reiner Bandspeicher keine besonders komfortable Nutzung zulässt, war uns von Anfang an bewusst. Ein Langzeitarchiv braucht auch nicht die Zugriffsgeschwindigkeiten, die beispielsweise ein Dokumentenmanagementsystem braucht. Aber die Aushebezeiten für digitales Archivgut müssen ebenso wie für analoges Archivgut planbar und zuverlässig sein. Wenn nun das Herunterladen von sehr großen AIPs oder einer größeren Menge von AIPs mehrere Stunden dauern kann, wird es mit der Nutzung doch schwierig. Der Zugriff war für uns gar nicht möglich, wenn auf dem betreffenden Magnetband ein Archivierungsprozess stattfand. Die Bandbibliothek wurde nicht nur für unsere Archivmagnetbänder, sondern auch bzw. insbesondere für das Backup genutzt, und wenn

sehr viele Anfragen an die IuK gingen, ein Restore vom Backup durchzuführen, dann waren auch mal alle Leseköpfe besetzt und wir konnten in dieser Zeit nicht an unsere Daten.

Die Formatmigration großer Datenmengen ist vom Magnetband aus nicht durchführbar. Wenn beispielsweise das TIFF-Format einmal obsolet zu werden droht und das Stadtarchiv Stuttgart alle TIFF-Dateien vom Speicher herunterladen muss, sie in ein Folgeformat konvertieren, neu durch den Ingest schicken und als neue Repräsentation ablegen muss, ist das mit einer reinen Magnetbandspeicherstruktur kaum darstellbar.

Ein weiterer Punkt war, dass der ITA-Server eine Beschränkung der AIP-Größe auf 2 GB mit sich brachte. Es ist zwar nicht unser Ziel, standardmäßig AIPs mit einer Größe von mehr als 2 GB zu erzeugen. Aber wir möchten die Möglichkeit dazu haben, und in bestimmten Fällen scheint es uns sinnvoll.

Anforderungen an eine neue Speicherinfrastruktur

Ein Wechsel auf einen anderen Speicher war also angezeigt. Der neue Speicher sollte folgende Anforderungen erfüllen:

Akzeptable Geschwindigkeit beim Zugriff

- Wir haben hierfür keine absolute Zeitvorgabe definiert. Das Herunterladen auch von größeren AIPs sollte sich jedoch im Minutenbereich bewegen.

Auf alle archivierten Objekte muss jederzeit zugegriffen werden können.

- Es darf nicht passieren, dass im regulären Betrieb Archivgut für uns nicht zugänglich ist, wie es früher der Fall war, wenn auf einem Magnetband ein Speicherprozess stattfand oder wenn einmal alle Leseköpfe besetzt waren.

AIPs mit einer Größe über 2 GB sollen möglich sein.

- Diese Forderung bedeutet, dass die neue Lösung ohne ITA-Server umgesetzt werden sollte.

Redundante Speicherung

- Unser digitales Archivgut muss doppelt vorhanden sein, die Kopien müssen in unterschiedlichen Gebäuden vorgehalten werden.

Integritätsschutz (WORM, CAS, ...) mindestens einer Kopie

- Um absichtliche oder unabsichtliche Veränderungen am Archivgut zu verhindern, muss eine oder alle der redundanten Kopien einen Integritätsschutz wie beispielsweise WORM oder CAS⁴ aufweisen.

⁴ WORM steht für „Write Once Read Many“, CAS für „Content Addressed Storage“. Die Nichtveränderbarkeit der Daten wird auf unterschiedliche technische Weise sichergestellt.

Von dieser Kopie aus muss Formatmigration perspektivisch möglich sein.

- Die Grundlage für künftige Migrationen muss die Kopie mit Integritätsschutz sein.

Archivierungsprotokoll

- Wenn wir neues Archivgut durch den Ingest auf den Speicher gebracht haben, benötigen wir eine Rückmeldung, dass das Archivgut dort angekommen ist.

Die neue Speicherinfrastruktur

Wie schon im Jahr 2006 traf es sich, dass unsere Wünsche – zumindest teilweise – mit dem zusammentrafen, was die Abteilung Information und Kommunikation (IuK) der Landeshauptstadt Stuttgart ohnehin plante. Aus verschiedenen Stellen der Stadtverwaltung war der Wunsch nach einem so genannten *revisionssicheren* Speicher an die IuK herangetragen worden. Die IuK der Landeshauptstadt Stuttgart hatte daher bereits die Anschaffung eines CAS ins Auge gefasst, als wir uns im Jahr 2011 mit unserem Problem an sie wandten. Sie hat dann das CAS-System *Silent Cubes* beschafft. An zwei Standorten in der Stadtverwaltung stehen die Silent Cubes, die jeweils über mehrere Speichereinheiten verfügen. Jede Speichereinheit besteht aus 12 Disks, von denen bis zu vier gleichzeitig ausfallen können, ohne dass ein Datenverlust entsteht. Sollte ein Standort oder die Verbindung zu einem Standort ausfallen, greifen wir auf den zweiten Standort zu. Die Daten werden mit einem internen Prozess täglich bitgenau überprüft. Auf den Silent Cubes ist das Stadtarchiv ein Mandant, wir verfügen über Platz für 10 TB Daten auf virtuellen Volumes. Von archivischer Seite aus waren wenige Konfigurationsentscheidungen notwendig: Silent Cubes sieht verschiedene Arten von Volumes vor: einfaches WORM, WORM mit Versionierung, WORM mit Lebensdauer und verschiedene Kombinationen dieser Parameter. Die virtuellen Volumes des Stadtarchivs sind einfache WORM-Speicher ohne Versionierung und ohne Begrenzung der Lebensdauer der Daten. In PADUA konnte nun der ITA-Server wegfallen, der CSB wurde von einem ITA-Storageadapter auf einen Filesystem-Storageadapter umgestellt.

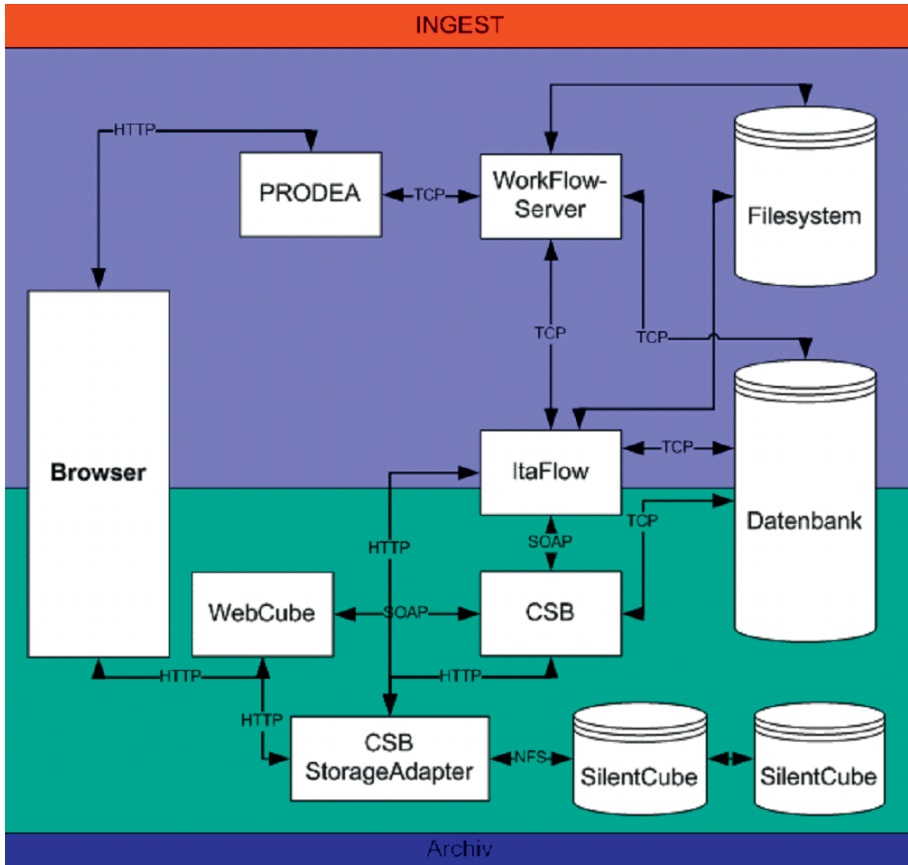


Abb. 2.: Die Architektur der Langzeitar Archivierung im Stadtarchiv Stuttgart seit Herbst 2011.

Zugriff auf Silent Cubes haben wir über die Such- und Zugriffsfunktion von PADUA, den Webclient Webcube.⁵

Verlauf der Migration

PADUA ist ein sehr flexibles System, was die Anbindung von Speichern angeht: eine simple Umkonfigurierung der Storage-Adapter bindet ein anderes Speichersystem an. Diese Umkonfigurierung musste im Produktivsystem und im Testsystem vorgenommen werden, so dass zu

⁵ Alternativ besteht die Möglichkeit, über einen CIF-Share direkt auf die Platten zu schauen. Die Daten sind dort nach Archivierungsdatum abgelegt, es ist also kein Blick auf die Daten, wie man ihn von seinem Explorer aus gewohnt ist.

archivierende Daten nicht mehr über den ITA-Server zum TSM liefern, sondern vom CSB aus direkt auf Silent Cubes. Das geschah am 14. und 15. November 2011, und schon am 15. November konnten wir neue Lieferungen mit PADUA durch den Ingest schicken und auf Silent Cubes ablegen. Die Anbindung war also problemlos erfolgt.

Nun mussten noch 3698 AIPs vom Magnetband auf die neuen Platten übertragen werden.⁶ Die Übertragung des Archivguts sollte fast vollautomatisch laufen: Der CSB verfügt über einen Replikationsmechanismus, mittels dessen die AIPs direkt von LTO auf Silent Cubes übertragen werden sollten. Die Integrität der AIPs wird dabei über Hashwerte geprüft.

Eine Datenmigration von einem Speicher auf einen anderen ist in der Welt der Datenverarbeitung vielleicht nicht eine tägliche Routine, aber doch ein immer wieder vorkommendes Ereignis, und eigentlich hätte gar nichts Unerwartetes passieren dürfen.

Die Übertragung der AIPs gestaltete sich aber nicht so problemlos. Immer wieder traten Timeouts auf und unterbrachen den Übertragungsprozess. Verschiedene Maßnahmen wie ein Update der CSB-Version brachten nicht den gewünschten Erfolg. Schließlich wurde entschieden, Festplatten – normale Festplatten, kein CAS – zwischen die Magnetbänder und die Silent Cubes zu schieben, um die Daten zunächst von den Bändern auf diese Festplatten zu holen und von diesen Festplatten dann auf die Silent Cubes zu replizieren. Diese temporären Platten wurden Mitte Dezember installiert.

Von den Magnetbändern ließen sich die AIPs damit problemlos herunterladen. Die Replikierung von den temporären Platten auf die Silent Cubes stieß jedoch weiterhin auf Probleme. Die AIPs wurden in Paketen repliziert, der Schreibvorgang auf Silent Cubes wurde initiiert, aber in unregelmäßigen Abständen lief er auf Exceptions, d.h. der Zugriff auf das Dateisystem wurde verweigert und der betreffende Schreibvorgang abgebrochen. Diese Art von Fehler war auch für die Kollegen von den Firmen HP und SER eine Premiere: dass einem Prozess während des Schreibens ins Filesystem die Rechte dafür abhandenkommen, war ihnen noch nicht passiert. Normalerweise hat ein Prozess die Berechtigung, Daten zu schreiben, oder er hat sie nicht.

Nach intensiver Diagnostik wurde ein Timeout in Silent Cubes als Problem identifiziert. Wenn eine Datei auf ein CAS geschrieben wird, darf diese Datei während des Schreibprozesses noch nicht schreibgeschützt sein, sondern erst, wenn sie komplett auf das Medium geschrieben wurde. Silent Cubes löst das über eine Zeitbegrenzung: wenn eine gewisse Zeit (und diese Zeit ist konfigurierbar) nichts geschrieben wird, wird die Datei als fertig angesehen und mit einem Schreibschutz versehen. Bei der Replikation konnte es aber durchaus einmal passieren, dass über einen kurzen Zeitraum kein Schreiben auf Silent Cubes erfolgte und damit der voreingestellte Zeitraum überschritten wurde. Als der Prozess dann weiterschreiben wollte, blockte Silent Cubes das ab, weil es das als unzulässigen Manipulationsversuch an existierenden, geschützten Dateien ansah. Als das Problem einmal erkannt war, war es schnell gelöst: dieser Timeout wurde von 60 Sekunden auf 10 Minuten hochgesetzt und dann konnte die Replikation ohne weitere Probleme von statten gehen.

⁶ Das Stadtarchiv Stuttgart verfügt über wesentlich mehr Archivgut, es waren aber noch nicht alle Lieferungen durch den Ingest gelaufen. Die Lieferungen, die noch nicht durch den Ingest gelaufen sind, waren in die Speichermigration natürlich nicht einbezogen. Sie sind auf Magnetband doppelt gesichert und werden von uns nach und nach durch den Ingest auf den neuen Speicher gebracht.

Ein einziges AIP widersetzte sich allen Versuchen, es von den Zwischenfestplatten auf Silent Cubes zu replizieren. Ein Vergleich der Kopie des AIPs auf den Zwischenfestplatten und der ursprünglichen Kopie auf Magnetband zeigte, dass dieses AIP fehlerhaft auf die Zwischenfestplatten kopiert worden war. In der Ausgangskopie befanden sich vier WAV-Dateien und unsere Metadaten-XML-Datei LHSArchiv⁷, die Kopie auf Festplatte enthielt nur eine WAV-Datei und kein XML.

Das fehlerhafte AIP zeigte, und dies ist positiv zu werten, dass die automatische Qualitätskontrolle durch den Replikationsmechanismus des CSB funktionierte: Der CSB weigerte sich zu Recht, dieses AIP auf die Silent Cubes zu spielen, weil die Datei beschädigt war. Negativ ist allerdings, dass nicht festgestellt werden konnte, wodurch die Kopie beschädigt worden war. Das AIP wurde erneut vom Magnetband heruntergeholt und die fehlerfreie Kopie auf Silent Cubes gebracht.

Ergebnis der Speichermigration

Inwieweit sind unsere Anforderungen an einen neuen Speicher nun erfüllt worden?

Akzeptable Geschwindigkeit beim Zugriff

Das Herunterladen auch großer Dateien erfolgt jetzt innerhalb von Sekunden oder Minuten.

Auf alle archivierten Objekte muss jederzeit zugegriffen werden können.

Der Zugriff ist für uns jederzeit möglich.

AIPs mit einer Größe über 2 GB sollen möglich sein

Es gibt keine technische Komponente mehr, die die AIP-Größe auf 2 GB beschränkt.

Redundante Speicherung, Integritätsschutz

Das CAS-System Silent Cubes und die Art und Weise, in der es von der IuK der Landeshauptstadt Stuttgart betrieben wird, erfüllen diese Anforderungen.

Von der Kopie mit Integritätsschutz aus muss Formatmigration perspektivisch möglich sein

Beide Kopien haben die gleiche Qualität; die Geschwindigkeit und Handhabung der Silent Cubes machen eine Formatmigration technisch möglich.

Archivierungsprotokoll

Das Stadtarchiv erhält nach Beendigung eines Ingest-Prozesses eine E-Mail über die vollständige Übergabe aller AIPs an den Archivierungsprozess, der sie auf Silent Cubes bringt. Nach der

⁷ Vgl. zum Metadatenchema LHSArchiv den Beitrag von Katharina Ernst und Heike Maier: PADUA. Produktivsystem für die Archivierung digitaler Unterlagen im (Stadt)-Archiv Stuttgart. In: Entwicklung in den Bereichen Records Management/Vorarchiv – Übernahme – Langzeitarchivierung. Dreizehnte Tagung des Arbeitskreises "Archivierung von Unterlagen aus digitalen Systemen" vom 27./28. April. St. Gallen 2009. S. 89–97, hier S. 95f.

Speicherung der AIPs auf den Silent Cubes prüft ein Prozess *Check.Archive*, ob alle AIPs auf dem CSB vorhanden sind und abgerufen werden können. Diese Prüfung dient dazu, die Vollständigkeit der Lieferung im Archiv zu garantieren. Sie wird nicht mehr gesondert protokolliert. Die Anforderung *Archivierungsprotokoll* wird also durch unsere neue Infrastruktur nur teilweise erfüllt. Die Übergabe der AIPs an den Archivierungsprozess wird protokolliert, nicht aber die Speicherung auf Silent Cubes. Alle anderen von uns formulierten Anforderungen sind erfüllt worden.

Nachteil eines CAS ist, dass es nicht nur das Archivgut vor Löschungen schützt, sondern auch den Datenmüll, den wir uns während der Speichermigration eingehandelt haben, denn die abgebrochenen Schreibversuche haben eine substantielle Menge an Daten hinterlassen: ca. 130 GB Datenschrott befindet sich auf dem Langzeitspeicher. So routinemäßig die Datenmigration vorab also auch schien, wäre im Nachhinein eine Teststellung sinnvoll gewesen, bei der man das Problem dieses Timeouts hätte identifizieren können.

Dem Stadtarchiv Stuttgart ermöglicht der neue Speicher durch den schnellen Zugriff, digitales Archivgut zeitnah bereitzustellen. Es hat die Voraussetzungen dafür geschaffen, ein Konvertierungsmodul zu implementieren und in die Konzeption der Nutzung unseres digitalen Archivguts einzusteigen.