

KOST.07

Kolloquium "Archivtaugliche Speicherinfrastruktur"

Abschlussbericht zuhanden der Aufsichtskommission

Inhalt

1	Zusammenfassung.....	1
2	Anforderungen an eine Speicherinfrastruktur	1
3	Unterschiedliche Lösungen.....	2
4	Fazit	3
5	Ausblick	5

1 Zusammenfassung

Das KOST-Kolloquium "Archivtaugliche Speicherinfrastruktur" hat versucht, ein vertieftes Wissen über verschiedene archivtaugliche Speicherkonzepte zu vermitteln. Einleitend muss noch einmal präzisiert werden, dass es dabei einzig um die Speicherung der archivierten Unterlagen geht, also um die sogenannte *Bitstream Preservation*¹, nicht aber um die archivische Bewirtschaftung der Unterlagen (Metadatenverwaltung, Migrationen etc.).

Dieses Papier soll einerseits einen Überblick über die Inhalte des Kolloquiums bieten. Andererseits werden Erkenntnisse und Schlussfolgerungen präsentiert, welche für die weiteren Schritte hin zu einer archivtauglichen Speicherinfrastruktur in den Staatsarchiven als Leitlinien dienen sollen.

Die detaillierten Unterlagen zum Kolloquium finden sich unter http://www.kost-ceco.ch/phpwcms_1.2.5-DEV/index.php?speicherinfrastruktur_de

2 Anforderungen an eine Speicherinfrastruktur

An eine archivtaugliche Speicherinfrastruktur müssen verschiedene Anforderungen gestellt werden. Diese Anforderungen unterscheiden sich zum Teil erheblich von den Lösungen, welche die Informatikindustrie für operative Datenhaltung und Backup zur Verfügung stellt.

2.1 Archivische Anforderungen

Die archivischen Anforderungen sind die Rahmenbedingungen, innerhalb derer eine Speicherlösung als tauglich für die digitale Langzeitarchivierung (LZA) gelten kann:

¹ Die *Bitstream Preservation* ist die Sicherung der Daten auf der physischen Ebene (Datenträgermigration: Kopieren auf neue Datenträger und Anpassen an neue Speichertechnologien); sie ist die Grundlage aller weiteren Archivierungsaktivitäten.

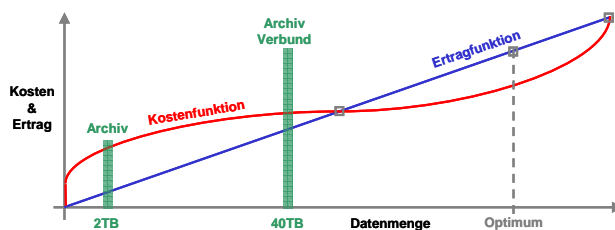
- Datenintegrität und Datensicherheit sind absolut zentral.
- Eine tiefe Verfügbarkeit ist tolerierbar: Nachts und am Wochenende können die Daten problemlos *Offline* sein; es können auch Ausfalltage verkräftet werden.
- Zugriffszeiten im Minutenbereich, wie sie *Nearline*-Speicherung² bietet, sind im Archivbetrieb akzeptabel.
- Es gibt keine Transaktionen auf den archivierten Daten, deshalb sind die *Backup*-Anforderungen einfach zu erfüllen.
- Der Zugriff auf die Daten erfolgt arbiträr; ein hierarchisches Speichermodell, d.h. verschiedene Arten von Speicherplatz mit unterschiedlichen Zugriffszeiten, macht deshalb wenig Sinn.

Es existieren kaum Speicherkonzepte und -Angebote, die auf dieses Anforderungsprofil zugeschnitten sind, und es besteht die Gefahr, die falsche Leistung einzukaufen. Das archivische Anforderungsprofil ist also das Werkzeug bei der Analyse und Beschaffung von Speicherlösungen.

2.2 Datenvolumen

Was das Datenvolumen betrifft, welches auf die Staatsarchive zukommt, sind wir auf Schätzungen angewiesen. Wir können aber folgende Rechnung anstellen: Die wenigsten kantonalen Verwaltungen haben heute insgesamt mehr als 1 TB Daten online. Diese Daten stammen aus Geschäftsverwaltungssystemen und Fachanwendungen, vor allem aber aus Datei-Ablagen. Daraus folgern wir, dass eine Systemauslegung von 1-10 TB pro Archiv vorläufig genügt.

Gerade die Datenspeicherung unterliegt einem Skaleneffekt; deshalb sind sich alle Experten einig, dass die Langzeitarchivierung ein Gemeinschaftsprojekt der Staatsarchive sein muss:



² *Nearline*-Speicherung ist zwischen *Online* (Sofortzugriff, hohe Kosten) und *Offline* (ausgelagert, günstig) angesiedelt; in der Regel handelt es sich dabei um Systeme, die auf *Tape-Libraries* basieren.

2.3 Organisatorisch-rechtliche Aspekte

Die Datenmengen, die bei einzelnen Staatsarchiven in den nächsten zehn Jahren zu erwarten sind, liegen unter der kritischen Masse, die bei verschiedenen Lösungen für einen wirtschaftlichen Betrieb nötig wäre. Eine interkantonale oder auch eine innerkantonale Zusammenarbeit ist deshalb unbedingt zu prüfen. Zwar könnte eine interkantonale Lösung im Konflikt mit heutigen rechtlichen Vorgaben stehen, diese Hindernisse müssen aber in einem politischen Prozess überwunden werden. Zu beachten sind daneben mögliche "psychologische" Probleme, die mit der Datenspeicherung ausserhalb der physischen Kontrolle des Archivs oder der kantonalen Verwaltung verbunden sind.

2.4 Kosten

Die Kosten für die digitale Langzeitarchivierung befinden sich im Fluss und variieren sehr stark zwischen den Anbietern. Es ist deshalb nicht einfach, längerfristig verbindliche Prognosen aufzustellen. Immerhin lässt sich sagen, dass die digitale Speicherung nicht grundsätzlich teurer sein wird als die konventionelle Archivierung. Aber es handelt sich um wiederkehrende Kosten, die das Budget der Archive zusätzlich belasten.

Ein Kostenvergleich zwischen *Bitstream-Preservation*-Anbietern zeigt erstaunliche Unterschiede:

- Verbindliches Angebot eines kantonalen Informatikdienstleisters (30 Fr./GB/Jahr bei 10 Jahren Laufzeit) => 30'000 Fr./TB/Jahr
- Kostenangaben BAR (30 TB für 600'000 SFr/Jahr beim BIT) => 20'000 Fr./TB/Jahr
- Kauf einer Blackbox (Pauschalpreis 100'000 €/8TB/3Jahre für Kauf und Unterhalt) => 6'850 Fr./TB/Jahr
- Kauf von zwei Tape-Systemen (2 mal Server, Tape Library, Software = 140'000 Fr. ergibt bei der Annahme von 25% Hardwarekosten an den Gesamtkosten 560'000 Fr./40TB/3Jahre) => 4'800 Fr./TB/Jahr
- Günstigster Anbieter von archivtauglichem Speicherplatz in unserem Kolloquium (0.23 Fr./GB/Monat, 5 Jahre Laufzeit) => 2'760 Fr./TB/Jahr
- Amazon S3 Speicherdienst (0.20 Fr./GB/Monat) => 2'400 Fr./TB/Jahr

3 Unterschiedliche Lösungen

Im Rahmen des KOST-Kolloquium "Archivtaugliche Speicherinfrastruktur" haben wir fünf unterschiedliche Lösungen für die reine *Bitstream-Preservation* betrachtet.

3.1 Speicherplatz mieten

Das Archiv mietet den benötigten Speicherplatz bei einem (kommerziellen oder öffentlichen) Anbieter. Der dabei ins Auge gefasste Zeithorizont ist üblicherweise und realistischweise etwa 5 Jahre. Der Anbieter ist für die Datenpersistenz verantwortlich; das Archiv hat damit nichts zu tun. Die Anforderungen des Archivs werden in einem *Service Level Agreement (SLA)*³ festgehalten. Die kommerziellen Angebote sind sehr unterschiedlich gestaltet und müssen deshalb auf Archive massgeschneidert werden. Zwar bieten gewisse Firmen Speicherplatz als "Click-and-go" an. Im Normalfall werden jedoch eine genaue Situationsanalyse und eine massgeschneiderte Lösung anzustreben sein. Dies verteuert den Speicherplatz bei kleinem Volumen.

3.2 Speicherzentrum

Ein Speicherzentrum ist ein Rechenzentrum, das primär Dienstleistungen im Bereich der Datenspeicherung und Langzeitarchivierung erbringt. Vier Punkte sind zu beachten:

- Der Aufbau eines Speicherzentrums setzt ein minimales Datenvolumen voraus und darf in seiner Komplexität nicht unterschätzt werden.
- Vom Neuaufbau eines Rechenzentrums ist grundsätzlich abzuraten. Das Mieten bestehender Rechenzentrumsinfrastruktur scheint sinnvoller.
- Das Beherrschen der Hardwaremigrationszyklen ist eine der grössten Herausforderungen für ein Rechenzentrum im Bereich der Langzeitarchivierung.
- Eine klare Trennung von Speichermanagement im Speicherzentrum und Archivsoftware unter Aufsicht des Archives ist unerlässlich.

3.3 Blackbox

Unter einer Blackbox verstehen wir eine Speicherbox, d.h. ein physisch greifbares Gerät, das im Archiv selber oder bei einem Raumanbieter stehen kann. "Black" deshalb, weil die interne Funktionsweise dieser Box unbekannt und irrelevant ist. Wichtig ist, dass der Benutzer mit der Box über ein API (Application Programming Interface [Programmierschnittstelle]⁴, meist proprietär) kommunizieren kann, um Daten abzuspeichern und wieder anzufordern. Die Datenpersistenz wird vom Hersteller garantiert; vom Anwender muss alle paar Jahre nur die Migration auf eine neue Box gelöst werden. Ein Hauptvorteil der Blackbox ist der relativ geringe Administrationsaufwand im laufenden Betrieb. Ein weiterer, vielleicht eher psychologischer Vorteil kann die physische Kontrolle über die Speicherinfrastruktur sein.

³ Ein Service-Level-Agreement (SLA) oder eine Dienstgütevereinbarung (DGV) legt fest, mit welchen Leistungseigenschaften (Ausfallzeit, Reaktionszeit, Geschwindigkeit etc.) eine wiederkehrende Leistung angeboten wird.

⁴ Siehe <http://de.wikipedia.org/wiki/Programmierschnittstelle>.

3.4 Datenauslagerung

Die digitalen Daten werden auf ein langzeitstabiles Speichermedium umkopiert und in dieser Form aus der operativen Informatikinfrastruktur ausgelagert. Während der Phase der Auslagerung fallen nur die Kosten für die Lagerung des Trägermediums an. Diese Lösung wird schon länger diskutiert und eingesetzt, z.B. bei der COLD Archivierung (*Computer Output to Laser Disk*), erlangt aber mit dem Einsatz von Mikrofilm als Trägermedium eine neue Dimension bezüglich Auslagerungszeitraum (> 100 Jahre).

Mit den heutigen Methoden können auf einen 35-mm Film von 600m Länge (entspricht etwa einer Rolle von 40 cm Durchmesser) ungefähr 250 GB Nutzdaten geschrieben werden. Eine Standardisierung, sowohl was das Format auf dem Mikrofilm betrifft als auch der notwendigen Prozesse, hat bis jetzt noch nicht stattgefunden. Die aktuellen Auslagerungsprojekte sind kundenspezifisch und befinden sich eigentlich noch im Experimentierstadium. Ein Richtwert für die Ausbleichung von 1 TB auf Film ist i.A. 25'000 €

3.5 Speichern im Netzwerk

Diesen Begriff verwenden wir für die verteilte Speicherung in Peer-to-Peer-Netzwerken. Das Prinzip ist allgemein bekannt und bewährt (beispielsweise bei Tauschbörsen im Internet)⁵; Hauptcharakteristikum ist die sehr grosse Ausfallsicherheit, die mit dem Fehlen eines zentralen Verwaltungspunktes einhergeht. Das Konzept ist im archivischen Umfeld weder bekannt noch verbreitet. Im Bibliotheksbereich wird es jedoch seit einigen Jahren erfolgreich für die Archivierung von e-journals angewendet.

Das Konzept beruht auf einem Verbund einzelner Computer (Server), die über ein Netzwerk (privat oder verschlüsselt über das Internet) miteinander verbunden sind. Ein Protokoll sorgt für die nötige Redundanz und Datenintegrität: Inhalte werden von einem Knoten eingespielen, durch das Protokoll kopiert und verteilt und laufend miteinander abgeglichen.

Aus archivischer Sicht sind zwei Varianten dieses Konzepts denkbar, nämlich ein Verbund mehrerer Archive oder ein internes Netzwerk. Beide sind interessant und würden eine nähere Betrachtung rechtfertigen. Interessant sind vor allem die geografische Redundanz und die intellektuelle Kontrolle über die vom Träger getrennte Speicherlogik. Allerdings ist dieses Konzept für Staatsarchive im Moment nicht anwendungsreif: Es existiert keine Lösung, die einfach implementiert werden könnte.

4 Fazit

4.1 Innovation

Betrachten wir die fünf Lösungen aus Sicht des Innovationspotentials und der Entwicklungsmöglichkeit, ist *Speichern im Netzwerk* wahrscheinlich die innovativste Lösung, es besteht aber noch keine im eigentlichen Sinne archivtaugliche Variante. Weitere Forschung scheint nötig, welche auch herkömmliche, in der Praxis bewährte P2P-Netzwerke einbeziehen sollte.

Datenauslagerung besitzt ebenfalls ein hohes Innovationspotential und könnte in standardisierter Form langfristig die Archive finanziell entlasten, indem die Bewirtschaftungskosten für Teile der Bestände gesenkt werden können.

4.2 Best Practice

Speicherplatz mieten und *Blackbox*-Lösungen sind die aktuellen Angebote der Informatikindustrie:

Blackbox-Lösungen können heute als ausgereift betrachtet werden und lassen dem Archiv viel Gestaltungsfreiraum. Im Einsatz sind solche Systeme vornehmlich im KMU-Bereich, bei Firmen und Institutionen, die sich auf Grund ihrer Grösse kein eigenes Rechenzentrum leisten können, dennoch aber einen digitalen Archivierungsbedarf haben.

Speicherplatz mieten verursacht wenig Aufwand im Archiv, schafft aber externe Abhängigkeiten. Diese Lösung ist erst seit kurzer Zeit wieder am Markt, nachdem die ersten Versuche in diese Richtung Ende der 1990er Jahre gescheitert waren.

Das *Speicherzentrum* (Rechenzentrum) ist die klassische Lösung für die digitale Archivierung, ohne besonderes Entwicklungspotential, aber mit viel Erfahrungshintergrund. In der Regel ist es für kleinere Datenvolumen sehr teuer.

4.3 Speichermedien

Betrachten wir die Lösungen aus Sicht der eingesetzten Speichermedien, können wir folgendes Fazit ziehen:

- Für Datenbestände von 1 bis 20 TB, wie wir sie für die nächsten fünf Jahre bei Staatsarchiven erwarten, sind *spinning*

*Disk*⁶ das Medium der Wahl.

- Für Datenbestände >20 TB muss aus ökonomischen und ökologischen Überlegungen *Tape* als Medium gewählt werden.



EMC CLARiiON



SDSC Tim Mcnew

⁵ Siehe dazu auch <http://de.wikipedia.org/wiki/Peer-to-Peer>.

⁶ Festplatten im Onlinebetrieb; Festplatten können im Prinzip auch als Auslagerungsmedium verwendet werden.

- Mikrofilm, Rosetta Disk⁷, Hologramme etc. sind noch weitgehend exotische Medien für die digitale Archivierung.

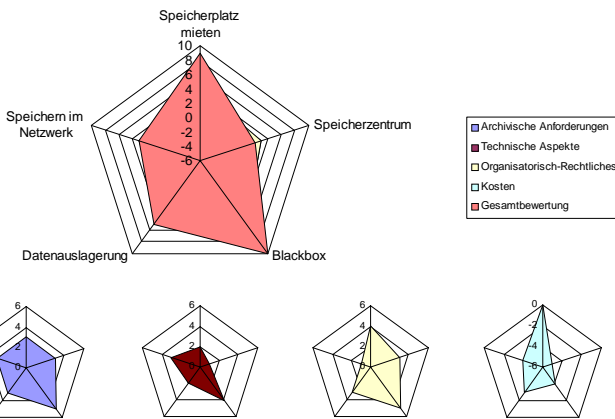


Imaging & Media Lab

4.4 Entscheidungsmatrix

Eine Entscheidungsmatrix vergleicht die fünf Speicherkonzepte aufgrund der oben besprochenen Kriterien (die Skala 0-3 ist im Fall der Kosten invertiert):

Alternativen	Speicherplatz mieten	Speicherzentrum	Blackbox	Datenauslagerung	Speichern im Netzwerk
Archivische Anforderungen					
• Archivbetrieb	2	2	3	0	1
• Langzeitarchivierung	1	1	2	3	2
Technische Aspekte					
• Innovationspotentials	0	0	1	2	3
• Best Practice	2	1	3	0	0
Organisatorisch-Rechtliches					
• Organisatorisches	3	1	2	1	1
• Rechtliches	1	2	3	2	0
Kosten					
• Investitionen	0	-3	-3	-2	-1
• Administration	0	-2	-1	-1	-3
Bewertung	9	2	10	5	3



Die Matrix zeigt nicht ganz unerwartet, dass die Speicherkonzepte "Blackbox" und "Speicherplatz mieten" die besten Resultate erhalten. Im Detail sehen wir, dass Speicherplatz mieten vor allem bei den Kosten vorne liegt.

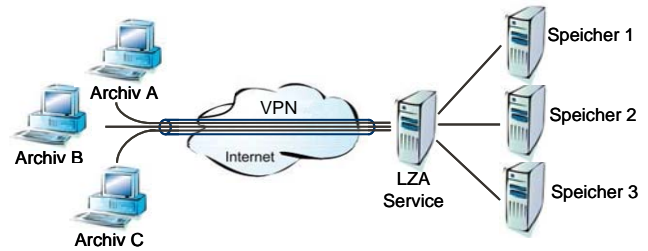
4.5 Speicherszenarien

In drei Szenarien möchte die KOST vorstellen, wie eine gemeinsame Speicherstrategie der Staatsarchive auf Grund der in den fünf Kolloquien gewonnenen Einsicht aussehen könnte.

4.5.1 Speicherplatz mieten

1. Einige Archive geben der KOST den Auftrag zur Langzeitarchivierung (LZA) von minimal je einem TB. Als Zielgrösse für die Speicherkosten werden 4'500 Fr./TB/Jahr festgelegt (basierend auf der SDSC Studie⁸, die von 1'500 Fr./TB/Jahr für eine Kopie ausgeht).

2. Die KOST spezifiziert für den LZA-Bereich eine Speicherschnittstelle (Amazon S3 API⁹ oder dCache¹⁰) und bestimmt einen *Service Level* für den Dienst (dreifache Redundanz, periodischer Integritätscheck, Mandantenfähigkeit).
3. Die KOST holt Offerten bei kommerziellen oder öffentlich-rechtlichen Anbietern ein, allenfalls in Form einer WTO-Ausschreibung (BAR, Phonothek, Swisscom, etc.).
4. Die KOST übernimmt Auditing und Inkasso für die gewählte Lösung.



4.5.2 Speicherbox teilen

1. Grundsätzlich gleiches Szenario wie bei Speicherplatz mieten, aber es findet sich kein Anbieter von Speicherplatz mit einer hinreichend interessanten Offerte. Mögliche Ursache dafür sind das kleine Datenvolumen oder zu spezielle *Service-Level-Anforderungen*.
2. Die KOST kauft eine Speicherinfrastruktur vom Typus Blackbox mit entsprechender Redundanz und lässt diese in einem Rechenzentrum betreiben.
3. Die KOST evaluiert Software für die Speicherschnittstelle (Amazon S3 API oder dCache), die Replikation und den Integritätscheck.
4. Die KOST übernimmt das Inkasso.

4.5.3 Archivnetzwerk

1. Die interessierten Archive kaufen je eine eigene Blackbox-Lösung und betreiben diese bei sich im Archiv oder bei ihrem jeweiligen Informatikdienstleister.
2. Die Archive stellen 2/3 ihrer Speicherkapazität anderen Archiven als *Dark Archive* zur Verfügung.
3. Die KOST evaluiert eine Softwarelösung für die Replikation der Daten von Archiv zu Archiv über VPN.
4. Die KOST organisiert die Struktur des Netzwerks und eine Lösung für die sichere Übertragung der Daten via VPN.

⁷ <http://www.rosetta-project.org/about-us/disk/concept>

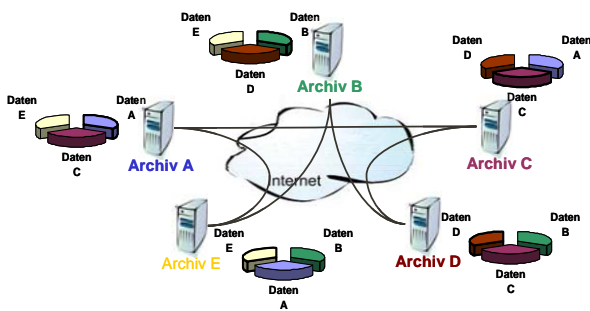
⁸ IS&T Archiving Conference 2007: *Disk and Tape Storage Cost Models*, Richard L. Moore et al, University of California San Diego (USA)

<http://www.imaging.org/store/physpub.cfm?seriesid=28&pubid=765>

⁹ <http://docs.amazonwebservices.com/AmazonS3/2006-03-01/gsg/>

¹⁰ <http://www.dcache.org/>

5. Der Datenzugriff wird vertraglich zwischen den beteiligten Archiven geregelt.



5 Ausblick

Das Kolloquium hat einen Überblick über die aktuelle Lage auf dem Gebiet der archivtauglichen Speicherinfrastruktur geboten. Es ist sinnvoll, diese Erkenntnisse

jetzt zu nutzen und die weiteren Schritte zu überlegen. Die KOST schlägt deshalb vor, die skizzierten Speicherlösungen zur Realisationsreife auszuarbeiten, so dass die Lösungen auch finanziell verbindlich vorgestellt werden können. Auf dieser Grundlage soll dann eine Umfrage unter den Mitgliedsarchiven stattfinden. Die Archive werden befragt, ob sie daran interessiert sind, sich an einer gemeinsamen Lösung gemäss Szenario 1 "Speicherplatz mieten" (oder ersatzweise Szenario 2, "Speicherbox teilen") zu beteiligen, oder ob sie eher eine föderale Lösung gemäss Szenario 3, "Archivnetzwerk", realisieren möchten.

Details und Modalitäten dieser Umfrage wird die KOST mit dem Steuerungsausschuss klären. Die Ergebnisse einer solchen Umfrage werden dann gegebenenfalls in ein neues Projekt 2009 münden, das sich mit der Realisierung eines Szenarios befasst.