



nestor Handbuch:
**Eine kleine Enzyklopädie
der digitalen Langzeitarchivierung**
12.4 Computermuseum (Hardware Preservation)

Herausgeber:

Heike Neuroth
Hans Liegmann
Achim Oßwald
Regine Scheffel
Mathias Jehn

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Im Auftrag von:

nestor – Kompetenznetzwerk Langzeitarchivierung und Langzeitverfügbarkeit digitaler Ressourcen für Deutschland
nestor – Network of Expertise in Long-Term Storage of Digital Resources
<http://www.langzeitarchivierung.de>

**Dieser Artikel ist ein Auszug aus dem
nestor Handbuch:
Eine kleine Enzyklopädie
der digitalen Langzeitarchivierung**

Dieser Artikel ist verfügbar unter der URL:
http://nestor.sub.uni-goettingen.de/handbuch/artikel/text_84.pdf

Die Online Version des Handbuches unter der URL:
<http://nestor.sub.uni-goettingen.de/handbuch/>

Kontakt:
Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen
Dr. Heike Neuroth
Forschung und Entwicklung
Papendiek 14
37073 Göttingen
neuroth@sub.uni-goettingen.de
Tel. +49 (0) 55 1 39 38 66

Der Inhalt steht unter folgender Creative Commons Lizenz:
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.0/de/>



12.4 Computermuseum (Hardware Preservation)

von Karsten Huth

Definition:

Auch wenn man die Strategie der Hardware Preservation als Methode zur Langzeitarchivierung auf keinen Fall empfehlen sollte, so ist es leider alltägliche Praxis, dass digitale Langzeitarchive auch obsolete Hardware vorhalten müssen, zumindest bis sie in der Lage sind, besser geeignete Strategien durchzuführen. Aber gerade in den Anfängen eines digitalen Archivs, wenn es noch über keinen geregelten automatisierten Geschäftsgang verfügt, werden digitale Objekte oft auf ihren originalen Datenträgern oder mitsamt ihrer originalen Hardware/Software Umgebung abgeliefert. Dies betrifft vor allem digitale Objekte, die technologisch obsolet geworden sind. Deshalb sind in der Praxis ungewollt entstandene kleinst Computermuseen eher die Regel als eine Ausnahme. Leider hat sich der Begriff "Computermuseum" im deutschen Sprachraum verfestigt. Passender wäre der Begriff "Hardware-/Software-Konservierung, denn die konservierten Computer müssen nicht unbedingt nur im Rahmen eines Museums erhalten werden. Man muss vielmehr differenzieren zwischen:

1. Hardware Preservation als Strategie zur Archivierung von digitalen Objekten: Eigentliches Ziel ist die Erhaltung der digitalen Objekte. Zu diesem Zweck versucht man die ursprüngliche Hardware/Software Plattform so lange wie möglich am Laufen zu halten.
2. Hardware Preservation im Rahmen eines Technikmuseums: Wird im ersten Fall die Hardware/Software Plattform nur erhalten, um den Zugriff auf die digitalen Objekte zu ermöglichen, so ist hier die ursprüngliche Hardware/Software Plattform das zentrale Objekt der konservatorischen Bemühungen. Während im ersten Fall Reparaturen an der Hardware einzig der Lauffähigkeit der Rechner dienen, so fallen im Rahmen eines Technikmuseums auch ethische Gesichtspunkte bei der Restauration ins Gewicht. Die Erhaltung der Funktion ist bei einer Reparatur nicht mehr das einzige Kriterium, es sollten auch möglichst die historisch adäquaten Bauteile verwendet werden. Diese Auflage erschwert die beinahe unmögliche Aufgabe der Hardware-Konservierung noch zusätzlich.

Gründe zur Aufrechterhaltung eines Computermuseums:

Bei einem technischen Museum liegt die Motivation zur Konservierung von Hardware auf der Hand. Die historische Hardware zusammen mit der originalen Software sind die Sammelobjekte und Exponate des Museums. Deswegen müssen sie solange wie möglich in einem vorzeigbaren Zustand erhalten werden. Daneben gibt es aber auch noch weitere Gründe, die für die Hardware Preservation als Archivierungsstrategie sprechen.

- Keine andere Strategie erhält soviel vom intrinsischen Wert der digitalen Objekte (Look and Feel). An Authentizität ist dieser Ansatz nicht zu übertreffen.
- Bei komplexen digitalen Objekten, für die Migration nicht in Frage kommt, und eine Emulation der Hardware/Software Umgebung noch nicht möglich ist, ist die Hardware Preservation die einzige Möglichkeit, um das Objekt zumindest für einen Übergangszeitraum zu erhalten.
- Zur Unterstützung von anderen Archivierungsstrategien kann die zeitweise Erhaltung der originalen Plattformen notwendig sein. Man kann z.B. nur durch einen Vergleich mit der

ursprünglichen Hardware/Software Plattform überprüfen, ob ein Emulatorprogramm korrekt arbeitet oder nicht.

Probleme der Hardware Preservation:

Ob man ein Hardware-Museum aus dem ersten oder dem zweiten Grund führt, in beiden Fällen hat man mit den gleichen schwerwiegenden Problemen zu kämpfen. Zum einen ergeben sich auf lange Sicht gesehen große organisatorische und zum anderen rein technische Probleme der Konservierung von Hardware und Datenträgern.

1. Organisatorische Probleme:

- Die Menge an zu lagerndem und zu verwaltendem Material wird stetig wachsen. Da nicht nur die Rechner sondern auch Peripheriegeräte und Datenträger gelagert werden müssen, steigt der Platzbedarf und der Lagerungsaufwand enorm an. "Selbst heute schon erscheint es unrealistisch, sämtliche bisher entwickelten Computertypen in einem Museum zu versammeln, geschweige denn dies für die Zukunft sicher zu stellen." <s. Borghoff u.a., 2003>
- Techniker und Experten, die historische Computer bedienen und gegebenenfalls reparieren können, werden über kurz oder lang nicht mehr zur Verfügung stehen. Mit wachsendem Bestand müssten die Mitarbeiter des Museums ihr Fachwissen ständig erweitern, oder der Bedarf an Technikexperten und neuen Mitarbeitern würde ständig wachsen. <s. Dooijes, 2000>
- Die Nutzung der digitalen Objekte ist nur sehr eingeschränkt möglich. Da die obsoleten Computersysteme von der aktuellen Technologie abgeschnitten sind, könnte der Nutzer nur im Computermuseum auf die Objekte zugreifen. <s. Rothenberg, 1998>

2. Technische Probleme:

- Die technischen Geräte und Bausteine haben nur eine begrenzte Lebenserwartung. Da für obsolete Systeme keine Ersatzteile mehr produziert werden, ist die Restaurierung eines Systems irgendwann nicht mehr möglich. <s. Borghoff u.a., 2003>
- Neben der Hardware muss auch die originale Softwareumgebung erhalten und archiviert werden. Diese muss natürlich auf den entsprechenden Datenträgern vorgehalten werden. Da Datenträger ebenso wie die Hardware nur eine begrenzte Lebensdauer haben, müssen die Software und die Daten von Zeit zu Zeit auf neue, frischere Datenträger des gleichen Typs, oder zumindest auf passende Datenträger des gleichen Computersystems umkopiert werden. Da jedoch Datenträger eines obsoleten Systems nicht mehr hergestellt werden, stößt diese Praxis zwangsläufig an ihre Grenze, und Software und Daten gehen verloren. <s. Rothenberg, 1998>

Auftretende Schäden bei der Lagerung:

Es gibt wenig Literatur über die in der Praxis auftretenden Schäden. Der folgende Abschnitt bezieht sich auf eine Umfrage in Computermuseen. Diese Umfrage war Teil einer Abschlussarbeit an der San Francisco State University im Fach Museum Studies. Die folgende Aufzählung ist eine vorläufige Rangliste der auftretenden Probleme. <s. Gibson, 2006>

- *Zerfall von Gummiteilen:* Gummi wird für viele Bauteile der Hardware verwendet. Riemen in Motoren, Rollen in Magnetbänderlaufwerken, Lochkartenleser und Drucker, um nur einige Beispiele zu nennen. Gummi ist anfällig für Oxidation. Harte Oberflächen werden

durch Oxidation weich und klebrig. Mit fortschreitendem Zerfall kann der Gummi wieder verhärten und dabei brüchig werden.

- *Zerfall von Schaumstoffisolierungen:* Schaumstoff wird hauptsächlich zur Lärmisolierung und Luftfilterung in Computern verwendet. Vor allem Schaumstoff aus Polyurethan ist sehr anfällig für eine ungewollte Oxidation. Das Material verfärbt sich zunächst und zerfällt dann in einzelne Krümel.
- *Verfärbung von Plastikteilen:* UV-Licht verändert die chemische Zusammensetzung der Plastikgehäuse. Die Funktion des Geräts wird dadurch zwar nicht beeinträchtigt, aber die Farbe des Gehäuses verändert sich merklich ins Gelb-bräunliche.
- *Schäden durch Staub:* Staub greift sowohl das Äußere der Hardware als auch ihr Innenleben an. Staub ist nur eine grobe Umschreibung für eine Vielzahl an Schadstoffen, wie z.B. Ruß, Ammoniumnitrat, Ammoniumsulfat und Schwefelsäure. Mit dem Staub lagert sich Salz und Feuchtigkeit an den Bauteilen ab. Dadurch wird die Anfälligkeit für Rost oder Schimmel erhöht. Lüfter zur Kühlung von Prozessoren ziehen den Staub mit ihren Ventilatoren in das Gehäuse des Rechners.
- *Zerfall der Batterien:* Leckende Batterien können das Innenleben eines Rechners zerstören. Batterien sind Behälter bestehend aus Metal und Metaloxid eingetaucht in eine Flüssigkeit oder ein Gel aus Elektrolyten. Batterien sind sehr anfällig für Rost. Bei extrem unsachgemäßer Behandlung können sie sogar explodieren. Austretende Elektrolyte können Schaltkreise zersetzen.
- *Rost:* Metall ist ein häufiger Werkstoff in elektronischen Geräten. Anfällig für Rost sind Eisen, Stahl und Aluminium. Metall wird vor allem für das Gehäuse sowie für Klammern, Schrauben und Federn verwendet.
- *Beschädigte Kondensatoren:* Ähnlich wie bei einer Batterie ist ein Elektrolyt wesentlicher Bestandteil eines Kondensators. Das Elektrolyt kann eine Flüssigkeit, eine Paste oder ein Gel sein. Problematisch wird es, wenn das Elektrolyt austrocknet, da dann der Kondensator nicht mehr arbeitet. Trocknet das Elektrolyt nicht aus, besteht die Gefahr, dass der Kondensator leckt und das austretende Elektrolyt ähnlichen Schaden anrichtet, wie eine kaputte Batterie. Kondensatoren, die lange ungenutzt bleiben, können explodieren.
- *Zerfall des Plastiks:* Plastik löst sich über einen längeren Zeitraum hinweg auf. Der sogenannte Weichmacher, ein chemischer Stoff, der bei der Produktion hinzugegeben wird, tritt in milchartigen Tropfen aus dem Material aus. Bei bestimmten Plastiksorten riecht die austretende Feuchtigkeit nach Essig. Der Prozess beeinträchtigt auch die Haltbarkeit von anderen Materialien, die mit dem zerfallenden Plastik verbunden sind.
- *Schimmel:* Bei einigen Monitoren aus den siebziger und achtziger Jahren kann Schimmel an der Innenseite der Mattscheibe auftreten.

Stark gefährdete Geräte und Bauteile:

Von den oben genannten möglichen Schäden sind die folgenden Bauteile am häufigsten betroffen:

- Schaltkreise die auf Dauer ausfallen.
- Kondensatoren die ausfallen oder explodieren.
- Ausfall von batteriebetriebenen Speicherkarten und EPROMS und ein damit einhergehender Datenverlust.
- Zerstörte Kartenleser und Magnetbandlaufwerke durch kaputte Gummirollen.
- Verstaubte und verschmutzte Kontakte.
- Gebrochene oder verlorengegangene Kabel.

<vgl. Doojies, 2000>

Gesundheitsschädliche Stoffe und Risiken:

Zu beachten ist, dass Restauratoren mit gesundheitsgefährdenden Stoffen am Arbeitsplatz in Kontakt kommen können. Welche Stoffe in Frage kommen, hängt vom Alter und der Bauart der Hardware ab. Dokumentiert ist das Auftreten von:

- Quecksilber
- Blei (auch bleihaltige Farbe)
- Polychlorierten Biphenylen (PCB)
- Thorium u. anderen radioaktiven Substanzen
- Asbest
- Cadmium

Besondere Vorsicht ist beim Umgang mit Batterien (vor allem defekten, leckenden Batterien) und Kondensatoren geboten. Abgesehen davon, dass Kondensatoren oft gesundheitsgefährdende Stoffe enthalten, können sie auch in stillgelegtem Zustand über Jahre hin eine hohe elektrische Spannung aufrecht halten. Wenn Kondensatoren nach längerer Zeit wieder unter Strom gesetzt werden, können sie explodieren. <s. Gibson, 2006>

Empfehlung zur Lagerung und Restauration:

Die Hardware sollte bei der Lagerung möglichst vor Licht geschützt werden. Ideal ist ein Helligkeitswert um 50 Lux. Fensterscheiben sollten die UV-Strahlung herausfiltern. Dadurch wird der Zerfall von Plastik und Gummi verlangsamt. Eine möglichst niedrige Raumtemperatur, unter 20°C, sowie eine relative Luftfeuchtigkeit von unter 50% ist ratsam. Beides verlangsamt den Zerfall von Gummi und Plastik, die niedrige Luftfeuchtigkeit verringert die Wahrscheinlichkeit von Rost. Vor der Inbetriebnahme eines Rechners sollte abgelagerter Staub durch vorsichtiges Absaugen entfernt werden. Dabei ist erhöhte Sorgfalt geboten, damit keine elektrostatische Energie die Schaltkreise beschädigt und keine wichtigen Teile mit eingesaugt werden. Mit einer zuvor geerdeten Pinzette können gröbere Staubknäuel beseitigt werden. Batterien sollten während der Lagerung möglichst aus der Hardware entfernt werden. Weit verbreitete Batterietypen sollten nicht gelagert werden. Wenn die Hardware in Betrieb genommen wird, werden frische Batterien des betreffenden Typs eingesetzt. Seltene, obsolete Batterietypen sollten separat gelagert werden. Alle genannten Maßnahmen können den Zerfall der Hardware jedoch nur verlangsamen, aufzuhalten ist er nicht. Defekte Bauteile werden oft durch das Ausschichten von Hardware gleicher Bauart ersetzt. Dabei werden alle intakten Teile zu einer funktionierenden Hardwareeinheit zusammengefügt. Natürlich stößt dieses Verfahren irgendwann an seine Grenzen. Bereits eingetretene Schäden sollten durch Restaurationsarbeiten abgemildert werden. Auslaufende Flüssigkeiten aus Kondensatoren oder Batterien sollte man umgehend mit Isopropanol-Lösung entfernen.

Dokumentation:

Ein Computermuseum kommt natürlich um die korrekte Verzeichnung seiner Artefakte (Hardware und Software) nicht herum. Zusätzlich werden Informationen über den Betrieb, die Bedienung und die verwendete Technik der Hardware und Software benötigt. Des Weiteren sollten Informationen über den Erhaltungszustand und potentiell anfällige Bauteile der Hardware erhoben und gesammelt

werden. Wie bei anderen Erhaltungsstrategien fallen auch hier Metadaten an, die gespeichert und erschlossen werden wollen. Schon bei der Aufnahme eines obsoleten Systems in das Archiv sollte darauf geachtet werden, dass die notwendigen Zusatzinformationen verfügbar sind (z.B. Betriebshandbücher über die Hardware/Software, technische Beschreibungen und Zeichnungen usw.). Da diese Informationen bei älteren Systemen meistens nur in gedruckter Form vorliegen, sollte auch hier Raum für die Lagerung mit einkalkuliert oder eine Digitalisierung der Informationen erwogen werden. <s. Dooijes, 2000>

Beispieldaten des Computerspiele Museums Berlin:

Die Softwaresammlung umfasst zurzeit 12.000 Titel über eine Zeitspanne von 1972 bis heute. Die Software wird getrennt von der Hardware in normalen Büroräumen gelagert und hat einen Platzbedarf von ca. 70 qm.

In der Hardwaresammlung des Computerspiele Museums befinden sich augenblicklich 2180 Sammlungsstücke. Sie sind in einer Datenbank inklusive Foto erfasst und inventarisiert. Die Sammlung besteht aus Videospieleautomaten, Videospiele Konsolen, Heimcomputer, Handhelds, technische Zusatzteile (Laufwerke, Controller, Monitore etc.) Des weiteren besitzt das Museum eine umfangreiche Sammlung gedruckter Informationen wie Computerspiele Magazine und Handbücher. Diese sind in einer gesonderten Datenbank erfasst. Die Hardwaresammlung ist auf ca. 200 qm an der Peripherie Berlins untergebracht. Der Hauptgrund dafür ist, die günstigere Miete für die Räume als das in zentralerer Lage möglich wäre. Die Räume sind beheizbar und entsprechen größtenteils ebenfalls Bürostandard.

Literatur:

Langzeitarchivierung : Methoden zur Erhaltung digitaler Dokumente / Uwe M. Borghoff; Peter Rödiger; Jan Scheffczyk; Lothar Schmitz - 1. Aufl.. - Heidelberg : dpunkt-Verl., 2003: S. 16-18

Jones, Maggie; Beagrie, Neil: Preservation Management of Digital Materials: A Handbook – London : The British Library: Im Internet: <http://www.dpconline.org/text/orgact/storage.html> (letzter Zugriff 21.03.2006)

Dooijes, Edo Hans: Old computers, now and in the future – 2000: Im Internet: www.science.uva.nl/museum/oldcomputers_dec2000.pdf (letzter Zugriff 21.03.2006)

Gibson, Mark A.: The conservation of computers and other high-tech artifacts : unique problems and long-term solutions: Thesis M.A. – San Francisco : San Francisco State University, 2006

Rothenberg, Jeff: Avoiding Technological Quicksand: Finding a Viable Technical Foundation for Digital Preservation: A Report to the Council on Library and Information Resources – Washington D.C.: Council on Library and Information Resources, 1998: S. 12-13 Im Internet: <http://www.clir.org/pubs/reports/rothenberg/inadequacy.html> (letzter Zugriff 21.03.2006)

Lange, Andreas: E-Mail Korrespondenz vom 08.03.2006

Computerspiele Museum Berlin: Im Internet: www.computerspielemuseum.de (letzter Zugriff: 22.3.2006)