

H. Neuroth, A. Oßwald, R. Scheffel, S. Strathmann, K. Huth (Hrsg.)

# nestor Handbuch

Eine kleine Enzyklopädie  
der digitalen Langzeitarchivierung

Version 2.3

Kapitel 17.6

Audio

nestor Handbuch: Eine kleine Enzyklopädie der digitalen Langzeitarchivierung  
hg. v. H. Neuroth, A. Oßwald, R. Scheffel, S. Strathmann, K. Huth  
im Rahmen des Projektes: nestor – Kompetenznetzwerk Langzeitarchivierung und  
Langzeitverfügbarkeit digitaler Ressourcen für Deutschland  
nestor – Network of Expertise in Long-Term Storage of Digital Resources  
<http://www.langzeitarchivierung.de/>

Kontakt: [editors@langzeitarchivierung.de](mailto:editors@langzeitarchivierung.de)  
c/o Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen,  
Dr. Heike Neuroth, Forschung und Entwicklung, Papendiek 14, 37073 Göttingen

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek  
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen  
Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet unter  
<http://www.d-nb.de/> abrufbar.

Neben der Online Version 2.3 ist eine Printversion 2.0 beim Verlag Werner Hülsbusch,  
Boizenburg erschienen.

Die digitale Version 2.3 steht unter folgender Creative-Commons-Lizenz:  
„Namensnennung-Keine kommerzielle Nutzung-Weitergabe unter gleichen Bedingungen 3.0  
Deutschland“  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/de/>



Markenerklärung: Die in diesem Werk wiedergegebenen Gebrauchsnamen, Handelsnamen,  
Warenzeichen usw. können auch ohne besondere Kennzeichnung geschützte Marken sein und  
als solche den gesetzlichen Bestimmungen unterliegen.

URL für Kapitel 17.6 „Audio“ (Version 2.3): [urn:nbn:de:0008-20100305357](http://nbn-resolving.de/urn/resolver.pl?urn:nbn:de:0008-20100305357)  
<http://nbn-resolving.de/urn/resolver.pl?urn:nbn:de:0008-20100305357>



*Gewidmet der Erinnerung an Hans Liegmann (†), der als Mitinitiator und früherer Herausgeber des Handbuchs ganz wesentlich an dessen Entstehung beteiligt war.*

## 17.6 Audio

*Winfried Bergmeyer*

Einerseits werden Tondokumente auf alten und gefährdeten Speichertechnologien, wie Tonwalzen oder Tonbändern, digitalisiert um sie langfristig zu erhalten, andererseits werden durch die neuen Möglichkeiten der Informationstechnologie große Mengen digitaler Audiodateien von Privatpersonen über das Internet verbreitet. Neben der technischen Aufgabe archivierte Digitalaufnahmen in Bibliotheken, Archiven und Museen zu erhalten, zwingt der Umfang der aktuellen Produktion von Tondokumenten aller Art Konzepte zur Auswahl der zu erhaltenen Dokumente zu entwickeln.

Die Langzeitarchivierung von digitalen Audiodaten ist eine Herausforderung für Bibliotheken, Archive und Museen. Ob Sprachaufnahmen, Konzerte, Tierstimmen oder Geräusche, die Variabilität der Inhalte ist groß. Das Ziel der Langzeitarchivierung ist der Erhalt der akustischen Inhalte in der vorhandenen Qualität, die Sicherung der Nutzbarkeit und die Bewahrung der zugehörigen Informationen.

Die für die Speicherung auditiven Contents verwendeten Medien unterlagen in den letzten 100 Jahren einem permanenten Wandel und tun dies weiterhin. Ersten Aufzeichnungen auf Tonwalzen folgten Schellack- und Vinyl-Platten, daneben entwickelten sich die wieder beschreibbaren Medien wie Tonbänder und Kassetten unterschiedlicher Formate. Die Revolution der digitalen Aufzeichnung und ihrer Wiedergabe bediente sich ebenfalls unterschiedlicher Speichermedien wie Kassetten, CDs, Minidiscs und DVDs. Im Gegensatz zu analogen Technologien sind allerdings digitale Informationen nicht an ein bestimmtes Speichermedium gebunden. Spätestens seit der Verbreitung von Musik und Hörbüchern durch Internetportale ist diese Abhängigkeit verschwunden.

Mit diesem Medien- und Formatspektrum sowie den z. T. umfangreichen Datenmengen wird die Langzeitarchivierung zu einer technologischen Herausforderung. Stehen wir bei den analogen und digitalen Speichermedien vor dem Problem der physischen Zerstörung und der selten werdenden medienspezifischen Abspielgeräte, so muss man bei digitalen Daten zusätzlich den Dateiformaten eine besondere Beachtung schenken.

## **Digitalisierung analoger Aufnahmen für eine dauerhafte Bewahrung**

Eine Speicherung auf einem Medium gleichen Typs ist bei vielen Technologien heute kaum mehr möglich, da die Medien und die Aufnahme- und Abspielgeräte kaum noch zur Verfügung stehen werden. Audio-Material auf älteren Tonträgern wie Walzen oder Schellackplatten wurden daher vor dem digitalen Zeitalter zur Archivierung auf Tonbänder aufgenommen. Diese für die dauerhafte Konservierung gedachten Tonbänder sind aber mehreren Verfallsmechanismen ausgeliefert (Entmagnetisierung, Ablösung der Trägerschichten, Sprödigkeit, Feuchtigkeitsbefall etc.) und damit stark gefährdet. Zudem gibt es weltweit zur Zeit (2009) nur noch zwei Produzenten dieser Bänder und nur noch wenige Hersteller von Abspielgeräten. Die Zukunft der Konservierung von Audio-Objekten ist die Übertragung in digitale Computerdaten. Digitale audiovisuelle Archive, wie sie von Rundfunk- und Fernsehanstalten geführt werden, sind heute so organisiert, dass sie das gesicherte Material in definierten Zeitabständen in einem neuen und damit aktuellen Format sichern. Sogenannte *DMSS* (Digital-Mass-Storage-Systems) beinhalten Sicherheitsmechanismen, die die Datenintegrität bei der Migration sicherstellen.

Zur Digitalisierung analogen Materials benötigt man einen Analog-to-Digital-Converter (ADC), der in einfachster Form bereits in jedem handelsüblichen PC in Form der Soundkarte vorhanden ist. Professionelle Anbieter von Digitalisierungsmassnahmen verfügen allerdings über technisch anspruchsvollere Anlagen, so dass hier ein besseres Ergebnis zu erwarten ist. Es gibt mittlerweile zahlreiche Anbieter, die auch spezielle Aufnahmegeräte für die einzelnen Technologien bereitstellen, so z.B. für die Digitalisierung von Tonwalzen-Aufnahmen.

Die Qualität der Digitalisierung vorhandener analoger Objekte ist neben der Qualität des technischen Equipments von der Abtastrate und der Abtasttiefe abhängig. Erstere bestimmt die Wiederholungsfrequenz, in der ein analoges Signal abgetastet wird, letztere die Detailliertheit der aufgezeichneten Informationen. Wurde lange Zeit CD-Qualität (Red Book, 44.1 kHz, 16 bit) als adäquate Archivqualität angesehen, so ist mit der technischen Entwicklung heute Audio DVD-Qualität (bis zu 192 kHz und 24 bit) im Gebrauch. Hier sind zukünftige Weiterentwicklungen zu erwarten und bei der Langzeitarchivierung zu berücksichtigen. Auf Datenkompression, die von vielen Dateiformaten unterstützt wird, sollte verzichtet werden, da es um das möglichst originäre Klangbild geht. PCM (Pulse-Code-Modulation) hat sich als Standardformat für den unkomprimierten Datenstrom etabliert. Eine Nachbearbeitung (Denoising und andere Verfahren) zur klanglichen Verbesserung des Originals ist nicht vorzunehmen,

da sonst das originäre Klangbild verändert würde. Eine Fehlerkorrektur ist hingegen zulässig, da es bestimmte, durch die Aufnahmetechnik bedingte, Fehlerpotentiale gibt, deren Korrektur dem Erhalt des originären Klangs dient. Bei „Born digital“-Audiodaten ist allerdings abzuwägen, ob das originale Dateiformat erhalten werden kann oder ob auf Grund der drohenden Obsoleszenz eine Format- und Medienmigration vorzunehmen ist.

## Maßnahmen zur Langzeitarchivierung

Die permanente Weiterentwicklung von Aufnahme- und Abspielgeräten sowie die Entwicklung der für die Verfügbarkeit, vor allem über das Internet oder für Mobilgeräte, verwendeten Dateiformate erfordert eine dauerhafte Überwachung des Technologiemarktes. Datenmigration in neue Datenformate und Speichermedien wird deshalb zum grundlegenden Konzept der Langzeitarchivierung gehören müssen. Musikarchive, die sich die Archivierung von kommerziell vertriebenen Audio-CDs zur Aufgabe gemacht haben, stellen mittlerweile bereits erste Verluste durch Zersetzung der Trägerschichten fest. Auch hier wird ein Wechsel der Speichermedien und die Migration der Daten in Zukunft nicht zu vermeiden sein.

In den letzten Jahren wurde die Archivierung von Tondokumenten in Form von digitalen Audiodateien zur gängigen Praxis. Als Containerformat hat sich das WAVE<sup>37</sup>-Format als de-facto-Standard durchgesetzt. Zudem findet das AIFF-Format<sup>38</sup> des MacOS -Betriebssystems breite Anwendung. Beide können als stabile und langfristig nutzbare Formate gelten. Als Sonderformat für den Rundfunkbereich wurde das BWF-Format (Broadcast-Wave-Format) von der European Broadcasting Union erarbeitet. Dieses Format wird vom Technischen Komitee der *International Association of Sound and Audiovisual Archives* offiziell empfohlen (vgl. IASA-TC 04, 6.1.1.1 und 6.6.2.2).<sup>39</sup> Das Format ist WAVE-kompatibel, beinhaltet aber zusätzliche Felder für Metadaten. Ein ambitioniertes Beschreibungsformat ist MPEG-21 der Moving Pictures Expert Group, das ein Framework für den Austausch und die Weitergabe multimedialer Objekte durch unterschiedliche Benutzer bildet. Es findet bereits in einigen audiovisuellen Archiven Anwendung.<sup>40</sup>

---

37 Zum Wave-Format siehe: <http://www.it.fht-esslingen.de/~schmidt/vorlesungen/mm/seminar/ss00/HTML/node107.html> und <http://ccrma.stanford.edu/courses/422/projects/WaveFormat/>

38 <http://www.digitalpreservation.gov/formats/fdd/fdd000005.shtml>

39 Weitere Informationen zu diesem Format unter: <http://www.sr.se/utveckling/tu/bwf/> und <http://www.iasa-online.de/>

40 Beispielsweise in der Los Alamos National Laboratory Digital Library: <http://www.dlib>

Die Bereitstellung des digitalen Materials für den Zugriff kann auch über Formate mit verlustbehafteter Datenkompression erfolgen, wie dies bei der Nutzung über das Internet in Form von Streaming-Formaten (z.B. Real Audio) oder bei MP3-Format der Fall ist. Diese Formate eignen sich jedoch nicht für die Langzeitarchivierung.<sup>41</sup>

Neben der Sicherung der Nutzung des Audio-Datenstromes erfordert eine effektive und erfolgreiche Langzeitarchivierung die Verfügbarkeit von Metadaten aus unterschiedlichen Bereichen.<sup>42</sup> *Inhaltliche* Metadaten betreffen die Beschreibung des Inhaltes, beispielsweise des Genres oder den Namen des Komponisten.<sup>43</sup> Für die Erhebung *technischer* Metadaten stehen Programme zur Verfügung, die diese aus den Dateien auslesen können. Der Digitalisierungsvorgang sollte ebenfalls in den technischen Metadaten abgelegt werden und Informationen zum originalen Trägermedium, seinem Format und dem Erhaltungszustand sowie zu den für seine Wiedergabe notwendigen Geräten und Einstellungs-Parametern beinhalten. Zusätzlich sind die Parameter des Digitalisierungsvorganges und die verwendeten Geräte zu dokumentieren. *Administrative* Metadaten beinhalten die rechtlichen Informationen, *strukturelle* Metadaten Zeitstempel, SMIL-Dokumente<sup>44</sup> u.a. Informationen zur Struktur des Tondokumentes. Für die Kontrolle der Integrität des Datenstroms sind Prüfsummen zu sichern.

## Ausblick

Eine neue Herausforderung für die langfristige Sicherung unseres Kulturgutes ist das sich immer stärker als Distributionsweg etablierende Internet. Der Verkauf, aber auch der Tausch und die kostenlose Bereitstellung von digitalen Tondokumenten über das Web erreichen explosionsartig zunehmende Ausmaße. Die neuesten Songs werden über Internetportale und Internetshops per

---

[org/dlib/november03/bekaert/11bekaert.html](http://org/dlib/november03/bekaert/11bekaert.html)

- 41 Umfangreiche Beispiele von Konzepten zur Langzeitarchivierung digitaler Tondokumente findet man bei Schüller, Dietrich (2008) oder bei Casey, Mike/Gordon, Bruce (Hrsg.) (2007).
- 42 Das Probado-Projekt der Bayerischen Nationalbibliothek ist ein Beispiel für die Definition von Metadatenschemata im Rahmen der Langzeitarchivierung. Diet, Jürgen/Kurth, Frank (2007): The Probado Music Repository at the Bavarian State Library. In: 8th International Conference on Music Information Retrieval, September 23rd-27th 2007. 8th International Conference on Music Information Retrieval, September 23rd-27th 2007
- 43 Casey, Mike/Gordon, Bruce (2007) empfehlen hierfür die Metadatenschemata MARC oder MODS. Casey, Mike/Gordon, Bruce (Hrsg.) (2007), S. 62.
- 44 SMIL (Synchronized Multimedia Integration Language)



Download erworben oder im Internetradio mitgeschnitten. Selbstproduzierte Aufnahmen der Nutzer werden getauscht oder einer breiten Öffentlichkeit in entsprechenden Portalen angeboten. Podcasts werben für Politiker, Fahrzeuge, aber auch für den Besuch von Museumsausstellungen. Die Möglichkeiten der neuen Produktions- und Informationsmedien verändern unseren Umgang mit der auditiven Ware.

Für die kulturbewahrenden Institutionen bedeuten diese neuen Produktions- und Verteilungswege, dass bewährte Zuliefer- und Ingestverfahren überarbeitet und den neuen Anforderungen angepasst werden müssen. Neben der Notwendigkeit neue Auswahlkriterien für die zu archivierenden Daten zu definieren, gibt es zusätzliche Hindernisse in Form der zunehmenden Verbreitung technischer Schutzmaßnahmen. Durch immer neue Kopierschutzmechanismen versuchen die Musikverlage ihre Rechte zu sichern. Die daraus erwachsenden technischen wie auch rechtlichen Auswirkungen müssen bei der Langzeitarchivierung berücksichtigt werden. Leider gibt es keine generelle Sonderregelung für Institutionen, die für den Erhalt unseres kulturellen Erbe zuständig sind. Sogenannte „Schrankenregelungen“ im Urheberrechtsgesetz ermöglichen allerdings Institutionen aus kulturellen oder wissenschaftlichen Bereichen individuelle Regelungen mit den Branchenvertretern zu vereinbaren. Hier könnten auch die besonderen Aspekte in Bezug auf die Langzeitarchivierung geregelt werden.

## Literatur

- Block, Carsen et. al. (2006): *Digital Audio Best Practice*, Version 2.1. CDP Digital Audio Working Group. In: <http://www.bcr.org/dps/cdp/best/digital-audio-bp.pdf>
- Breen, Majella (2004): *Task Force to establish selection criteria of analogue and digital audio contents for transfer to data formats for preservation purposes*. International Association of Sound and Audiovisual Archives (IASA). In: <http://www.iasa-web.org/downloads/publications/taskforce.pdf>
- Schüller, Dietrich (2008): *Audiovisual research collections and their preservation*. TAPE (Training for Audiovisual Preservation in Europe). [http://www.tape-online.net/docs/audiovisual\\_research\\_collections.pdf](http://www.tape-online.net/docs/audiovisual_research_collections.pdf)
- Casey, Mike/Gordon, Bruce (Hrsg.) (2007): *Sound Directions. Best Practices for Audio Preservation*. In: <http://www.dlib.indiana.edu/projects/sounddirections/bestpractices2007/>