

Reinhard Altenhöner, Sabine Schrimpf

## D 4 Langzeitarchivierung

### D 4.1 Digitale Langzeitarchivierung in der Wissenschafts- und Kulturdomäne: Ausgangsbedingungen und Grundelemente

In der Folge einer immer umfassenderen Nutzung digitaler Arbeitsinstrumente in der wissenschaftlichen Information und Kommunikation, in Wirtschaft und Gesellschaft, aber auch in der privaten (Medien-)Kommunikation verändern sich sowohl die Arbeitsmittel als auch der Arbeits- und Publikationsprozess insgesamt. Ob es Datenreihen aus einer statistischen Erhebung sind, die digitale Edition eines historischen Manuskripts und eine Debatte dazu oder eine digitalisierte und aufbereitete Sammlung: Die Auseinandersetzung mit dem digital vorliegenden Material erfolgt transparenter, breiter und durchlässiger zwischen den einzelnen Veröffentlichungsstadien. Nicht nur die Ergebnisse, sondern auch Vorstufen, Diskussionen, Auswertungswerkzeuge, Visualisierungen usw. liegen digital vor und damit rückt die Frage, wie diese Daten dauerhaft verfügbar gehalten werden können und auch noch in späterer Zeit zitierfähig und unmittelbar nutzbar bleiben, stärker in den Blickpunkt. Verfügbarkeit heißt hier zweierlei: Auf der einen Seite das zumindest inhaltlich unverfälschte digitale Objekt selbst, das online vorhanden und aufrufbar sein muss, zum anderen aber eine funktionierende Arbeitsumgebung, die es erlaubt, auf die jeweilige Datei zuzugreifen (der passende *Viewer*, ggf. geeignete Softwarewerkzeuge zur Bearbeitung und Speicherung) und letztlich auch das erforderliche Wissen, um mit dem entsprechenden digitalen Objekt auch zu arbeiten (z. B. Angaben zur Entstehung des Objekts, seiner technischen oder auch persönlichen Entstehungsumgebung, eingesetzten Werkzeugen zur Aufbereitung von Daten usw.).

Alarmrufe wie die Warnung vor dem kollektiven *digitalen Alzheimer*, von dem wir alle bedroht seien, versuchen, wirksam auf die prinzipielle Gefährdung hinzuweisen. Zwar gibt es bislang nur wenige Beispiele für wirklich eingetretene schwere Datenverluste, aber es bestehen ohne Zweifel Risiken: Zunächst einmal können die digitalen Daten selbst verloren gehen oder zum Teil unbrauchbar werden. Digitale Daten werden im sog. Binärcode als eine Folge von spezifisch angeordneten Nullen und Einsen auf einem Datenträger gespeichert. Ist nun der Datenträger physisch beschädigt, können die auf ihm enthaltenen Daten nicht mehr ausgelesen werden. Zwar lassen sich mit erheblichem Aufwand oftmals Daten von beschädigten Datenträgern rekonstruieren, aber mit teilweisen Verlusten muss in diesem Fall gerechnet werden. Aber auch das Fehlen geeigneter Lesegeräte kann sich als Problem erweisen, wenn man eine Diskette eines der weniger verbreiteteren Diskettenformate unter den über 20, die bekannt sind, in den Händen hält.

Je nach Dateityp können teilweise Ausfälle bedeuten, dass bei der Anzeige zum Beispiel einer Grafikdatei Farb- oder Pixelfehler auffallen; es kann aber auch bedeuten, dass ein Programmpaket beispielsweise nicht mehr gestartet werden kann. Insofern sind Dateien unterschiedlich anfällig, aber die Tragweite der Folgen einer beschädigten Datei lässt sich nicht vorherbestimmen. Nun ist die sichere Speicherung digitaler Daten ein Themenfeld, das ganz generell im Umfeld der Informationstechnologie und der Daten- und Rechenzentren bekannt ist: Hier existieren erprobte Verfahren, die sicherstellen, dass Datenverluste im professionell betriebenen Umfeld sehr selten sind. Dennoch ist die Speicherung von Daten über sehr lange Zeiträume, also auch über die Lebenszyklen unterschiedlicher Speichersysteme hinweg, noch immer eine Herausforderung. Das liegt vor allem daran, dass die Langzeitspeicherung häufig mit einem konkreten Zeitstempel versehen ist (zum Beispiel Rechnungen, Vertragsunterlagen, Kontoinformationen), nach dessen Erreichen die betroffenen Daten gelöscht werden (können). Das bedeutet, dass es demzufolge auch ein vordefiniertes Datum gibt, zu dem IT-Systeme abgeschaltet bzw. bis zu dem sie noch aufrecht erhalten werden können, ohne dass ein Konzept für die Überführung in eine andere Technologie vorliegen müsste. Ein solches *Ablaufdatum* ist im Bereich von Wissenschaft und Technik, aber auch überall da, wo es um die kulturelle Überlieferung geht, nicht festgelegt: Hier meint *Langzeit* tatsächlich auf unbestimmte

Dauer. Vor diesem Hintergrund müssen in diesem Kontext von vornherein Generationswechsel von Systemen eingeplant werden, die einen Transfer von großen Datenmengen von einem auf ein anderes System erforderlich machen. Da solche Schritte sehr viel leichter fallen, wenn die beteiligten Technologien noch verbreitet im Einsatz sind, müssen solche Planungen frühzeitig beginnen.

Über die Risiken, die durch den Defekt oder die mangelnde Verfügbarkeit der entsprechenden Leseinheiten zu Tage treten, hinaus besteht aber auch die Gefahr, dass die für die Nutzung einer Datei erforderlichen technischen Werkzeuge (zum Beispiel der *Viewer*, der eine CAD-Datei anzeigt und über seine Funktionen nutzbar macht) nicht mehr ohne weiteres vorhanden sind oder nur in einer bestimmten Betriebssystemumgebung funktionieren, die wiederum nicht zur Verfügung steht. Unter Umständen setzt auch die Software selbst eine bestimmte Hardware (eine spezielle Grafikverarbeitung, spezielle Treiber) oder Hardwarekonfiguration voraus. Auch aus solchen Konstellation heraus können digitale Objekte unbenutzbar werden.

Das Handlungsrepertoire, das Archiven zur Verfügung steht, ist begrenzt (vgl. D 10 Archive) und lässt sich – eine kontrollierte und gesicherte Speicherumgebung einmal vorausgesetzt – im Wesentlichen auf zwei Handlungsstränge reduzieren: Zum einen die rechtzeitige und genau dokumentierte, hinreichend ausgetestete Überführung von Daten aus einem nicht mehr beherrschbaren Format in ein anderes, das von dem Archiv beherrscht wird und eine Zukunftsperspektive hat. Diese nach Möglichkeit reversibel gehaltene Aktivität wird Migration genannt. Zum anderen die sogenannte Emulation, die im Wesentlichen darauf beruht, dass in einer modernen Hard- und Softwareumgebung eine historische Umgebung von Hard- und Software in einer Weise nachgestellt wird, dass die jeweilige Datei so benutzt werden kann, als ob sie in der Umgebung liefe, für die sie einmal erstellt wurde. Beide Strategien eignen sich prinzipiell für alle digitalen Objekte und dennoch wird man sagen können, dass bei einfachen, massenhaft vorkommenden Formaten die Migration eher zum Einsatz kommen wird als bei komplexen Multimedia-Formaten, die zudem oft auch proprietär mit einer Software verknüpft sind. Wann aus diesen Strategien abgeleitete Maßnahmen greifen, obliegt der Entscheidung des Archivs; es liegt aber auf der Hand, dass die Migration sich besser für präventive, zeitlich von der Nutzung entkoppelte Verfahren (unter Umständen sogar vor der Übergabe ans Archiv im Sinne einer Normalisierung) eignet, während die Emulation *on the fly* – allerdings auf der Basis eines erprobten Verfahrens – ausgeführt wird.

In der öffentlichen Wahrnehmung ist die digitale Langzeitarchivierung oder eigentlich richtiger Langzeitverfügbarkeit digitaler Objekte in den letzten Jahren deutlich prominenter geworden. Die Vision, in der große Teile des analogen Quellenmaterials aus dem historisch gewachsenen Bereich der Kulturdomäne digital zur Verfügung stehen und unmittelbarer Teil virtuell-kollaborativer Forschungsumgebungen sind, wird zunehmend realer. Der hohe investive Aufwand, der hier betrieben wird, zieht Maßnahmen für die angemessene Sicherung des entstehenden digitalen Materials folgerichtig nach sich und beflügelt die Anstrengungen zum Aufbau einer geeigneten organisatorischen und technischen Infrastruktur. Diese Situation spiegelt sich auch in der deutlich anschwellenden Literatur, zur Orientierung sei hier auf den regelmäßig aktualisierten Überblick von C. Bailey Jr. verwiesen (Lit. 03), ferner zum Einstieg auf Borghoff (Lit. 04), zur Situation in Deutschland Altenhöner (Lit. 01), zu aktuellen internationalen Entwicklungen Giaretta (Lit. 11).

## D 4.2 Terminologische Klärungen und Abgrenzungen

Die Sicherung der Langzeitverfügbarkeit digitaler Objekte unterscheidet sich in einigen Aspekten von zum Teil ähnlich benannten Aufgaben, die bei der Speicherung digitaler Daten oder auch der Absicherung des Zugangs zu ihnen anfallen. So ist die *Archivierung* im Sinne einer besonderen Datenablage oder eines oder mehrerer Datenbackups ein gängiger Schritt in der Informationstechnik, der in vielen Umgebungen tägliche Praxis darstellt. Um den besonderen Anspruch einer unbegrenzten, nicht terminierten Archivierung aufzunehmen, wird daher gerne von *Langzeitarchivierung* gesprochen. Dieser Begriff hat sich im deutschen Sprachgebrauch durchgesetzt. Im Gegensatz zur tra-

ditionellen Bestandserhaltung spielt in der digitalen Langzeitarchivierung allerdings der Erhalt des physischen Trägermaterials keine Rolle. Dieser ist, wenn überhaupt, nur Mittel zum Zweck. Ziel der Langzeitarchivierung ist es, den in einer Datei verkörperten Inhalt auch in im Vergleich zum Produktionszeitraum veränderten technologischen Umgebungen zur Anzeige zu bringen. So wie in der digitalen Welt Original und Kopie nicht unterscheidbar sind, besteht idealerweise auch kein Unterschied zwischen einer Ursprungsversion einer Datei und einer mehrfach in aktuellere Formate migrierten Datei. Diese Aussage macht deutlich, worum es geht: An die Kernforderung, die Nutzbarkeit der Datei zu sichern, sind Anforderungen geknüpft, die sich auf eine abstrakte Größe (den in der Datei verkörperten Inhalt) richten, die mit der Datei selbst nur noch bedingt verbunden ist. Wenn aber die technische Grundlage, letztlich also der physische Bestand, der den Ausgangspunkt für das bietet, was der Nutzer als nutzbare Datei angeboten bekommt, von diesem nicht überprüft und Abweichungen nicht erkannt werden können, ergeben sich ganz andere Anforderungen an das Archiv.

Die Bewahrung der Verfügbarkeit eines digitalen Objekts beinhaltet also nicht nur konkrete Maßnahmen, sondern vor allem auch den Nachweis darüber, dass sie auch tatsächlich erfolgen. Wesentliche Stichwörter dafür, was nachgewiesen werden muss, sind aus der Perspektive der Nutzer: Die Integrität und Authentizität, also die Unversehrtheit des Objekts, das grundsätzlich nicht verändert werden darf, kann durch das Archiv garantiert werden, ebenso wie die Authentizität (es wird wirklich das Objekt vorgelegt, das sein ausgewiesener Urheber ursprünglich erzeugt hat und das an das Archiv abgegeben wurde). Aber auch die technische Interpretierbarkeit des an die Präsentationsebene übergebenen digitalen Objekts ist wesentlich, ergänzt durch den wohl entscheidenden Prüfstein für den Erfolg der Maßnahmen zur Langzeitverfügbarkeit des Objekts: seine Benutzbarkeit, zu der auch die Nachvollziehbarkeit von Informationen gehört, die der Nutzengruppe zur Verfügung gestellt werden mit dem Ziel, das Objekt in seinem historischen Kontext zu verstehen. Die Implikationen, die sich aus einer solchen zielgerichteten Ausrichtung der Maßnahmen zur Langzeitarchivierung ergeben, spielen in der Modellbildung zur Langzeitarchivierung eine große Rolle (Vgl. hierzu auch Abschnitt D 4.4).

### D 4.3 Kooperation und Arbeitsteilung, Strategische und Infrastruktur-Aspekte

Gezielte, durchaus spartenübergreifende Kooperation und arbeitsteilige Ansätze sind angesichts der Vielfalt des digitalen Materials und der Komplexität der technischen und organisatorischen Fragestellungen bei der digitalen Langzeitarchivierung unbedingt geboten. Im Sinne eines gemeinsamen Infrastrukturaufbaus müssen Zuständigkeiten geklärt und Absprachen getroffen werden. Das reicht von der klaren Aufteilung von Sammelzuständigkeiten bis zur gemeinsamen Arbeit an technischen und rechtlichen Fragestellungen und der Verständigung auf Standards.

Während sich für die Sammlung und Archivierung physischer Objekte über Jahrzehnte und Jahrhunderte eine effiziente Aufgabenteilung zwischen Bibliotheken, Archiven und Museen und den föderalen Ebenen eingespielt hat, sind verbindliche Regelungen für eine überregionale und spartenübergreifende Aufgabenteilung bezogen auf digitale Materialien erst in Ansätzen vorhanden. Im Bibliotheksbereich wurde der gesetzliche Sammel- und Archivierungsauftrag der Deutschen Nationalbibliothek 2006 auf *unkörperliche Medienwerke* erweitert. Einzelne, aber bei weitem nicht alle Bundesländer haben in der Folge ebenfalls die Sammelaufträge ihrer Pflichtexemplarbibliotheken erweitert. Institutionelle Aufträge behalten weiterhin ihre Gültigkeit bzw. werden explizit auf digitale Objekte ausgeweitet – etwa von der Hochschule, die ihrer Bibliothek den Auftrag für die Sicherung von Publikationen erteilt oder die Sorge für Forschungsdaten, die in der Hochschule anfallen. Im Archivbereich gilt die mandatierte Zuständigkeit für alle vom Archiv als solche bewerteten archivwürdigen Unterlagen und damit implizit auch für digitale Unterlagen. Im Museumsbereich gibt es keine gesetzlichen Regelungen, aber auch hier treten digitale Objekte zunehmend in den Fokus (vgl. D 11 Museen). Absprachen zwischen den einzelnen Zuständigkeitsebenen sind zwar kontinuierlich in Gange, es sind aber längst noch nicht alle Fragen geklärt.

Beim Bestandsaufbau und der späteren Bestandserhaltung sind (lizenz-)rechtliche Fragestellungen zu beachten. Anders als bei gedruckten Publikationen wird bei digitalen Publikationen kein Werkstück erworben, sondern ein Exemplar durch den urheberrechtlichen Akt der Vervielfältigung in die Sammlung einer Einrichtung aufgenommen. Zur redundanten Speicherung und bei Migrationen müssen wiederum Vervielfältigungen angelegt werden. Urheberrechtliche Schranken reichen hier nicht aus (Lit. 24), so dass ergänzende Vereinbarungen erforderlich sind. Bibliotheken müssen z. B. prüfen, ob ihre Kauf- bzw. Lizenzverträge sie zu Langzeitarchivierungsmaßnahmen am erworbenen Exemplar ermächtigen und ggf. neu verhandeln. JISC stellt dafür einen Modellvertrag mit Archivierungsklausel zur Verfügung (Lit. 15).

Für viele Einrichtungen hat sich die Arbeitssituation erheblich verändert: Zu den konventionellen Aufgaben kommt ein neuer Arbeitsbereich hinzu, dessen Bewältigung inhaltlich, aber auch unter Ressourcengesichtspunkten gesteigerte Anforderungen stellt.

Mag der Betreuungsaufwand anfänglich überschaubar sein, steigt er für die einzelne Einrichtung aber kontinuierlich an. Die Kosten für den Unterhalt der erforderlichen IT-Infrastruktur sind laufend und aufgrund der vergleichsweise kurzen Auswechselzyklen in Form der jährlichen Belastung hoch (im Vergleich zur Ausgangsinvestition). Da der finanzielle Spielraum der öffentlich-rechtlich finanzierten, für die digitale Archivierung zuständigen *Gedächtnisorganisationen* absehbar begrenzt ist, ist es umso wichtiger, Strategien zu entwickeln, wie die vorhandenen Mittel am effizientesten eingesetzt werden können.

*Nachnutzbarkeit* und *Interoperabilität* sind in dem Kontext die zwei wesentlichen Schlagworte. Für beide spielt die Standardkonformität einmal entwickelter Archivierungslösungen eine große Rolle. Proprietäre Systeme, bei denen unklar ist, ob der Anbieter sie in einigen Jahren noch unterhalten wird, stellen für ihre Anwenderinstitutionen ein nicht unerhebliches, auch finanzielles, Risiko dar. Für Institutionen mit Langzeitsicherungsanforderungen ist es daher wichtig, sich zügig auf verwendete oder zu verwendende Komponenten und Schnittstellen zu einigen. Nur so kann Anbieterunabhängigkeit, Interoperabilität der einzelnen Archivierungslösungen und Vertrauenswürdigkeit in der Langzeitarchivierung sichergestellt werden.

Einzelne Akteure innerhalb einer wirklich umfassend gedachten Archivierungsinfrastruktur müssen der Überprüfung nach gewissen Qualitätskriterien standhalten können. Mit dem nestor-Kriterienkatalog für Vertrauenswürdige digitale Langzeitarchive, der seit 2012 als DIN 31644 auch in das deutsche Normenwerk überführt wurde (Lit. 07) liegen solche Qualitätskriterien vor. Perspektivisch werden Langzeitarchive auf Basis der DIN-Norm ihre DIN-Konformität von unabhängigen Gutachtern zertifizieren lassen können.

Insgesamt wird deutlich, dass die Bibliotheken ebenso wie andere Einrichtungen der Informationsinfrastruktur bei der digitalen Langzeitarchivierung vor einer erheblichen strukturellen Herausforderung stehen, die perspektivisch wenn nicht sogar über ihren Fortbestand und Verbleib in der Infrastruktur so doch ihre Rolle dort entscheiden.

#### D 4.4 (Kultur-)Politische Dimension

Die strategische Herausforderung, digitale Daten längerfristig nutzbar zu halten, rückte erstmals Mitte der neunziger Jahre auf die politische Agenda. In Deutschland wies die DFG 1995 im Positionspapier „Elektronische Publikationen“ erstmals auf die Verantwortung wissenschaftlicher Bibliotheken bei der Langzeitarchivierung digitaler Publikationen hin (Lit. 09). Sie forderte Pflichtexemplarregelungen für elektronische Publikationen und sah im skizzierten Strukturmodell zur Organisation der Langzeitarchivierung besonders die (damals noch) Deutsche Bibliothek (heute: Deutsche Nationalbibliothek) sowie die Staats- und Landesbibliotheken der Länder in der Pflicht. Die personal- und kostenintensive Archivierungsfunktion im Gefüge des Publikationsprozesses solle in überregionaler Zusammenarbeit kooperativ ausgestaltet werden.

Auf europäischer Ebene äußerte sich zuerst der Europäische Rat in seiner EntschlieÙung vom 25. Juni 2002 über die „Erhaltung des Gedächtnisses der Zukunft – Konservierung der digitalen Inhalte für künftige Generationen“ (Lit. 10). Dort wurde anerkannt, dass die europäische Gesellschaft und Wirtschaft zunehmend von digitalen Informationen abhängig sind, und dass diese Informationen, die einem raschen technologischen Wandel unterliegen und teils auf unbeständigen Trägermedien gespeichert sind, vom Verlust bedroht sind, wenn nicht aktive Erhaltungsmaßnahmen ergriffen werden. Bei der Erhaltung digitaler Informationen sah der Europäische Rat bei den Gedächtnisinstitutionen wie Archiven, Bibliotheken und Museen eine entscheidende Bedeutung. Die europäische Kommission bzw. die Mitgliedsstaaten wurden aufgefordert, die Entwicklung von Strategien für die Erhaltung digitaler Kulturgüter zu fördern, die entstehenden Kosten zu analysieren und geeignete Investitionsmechanismen (einschließlich *Private-Public-Partnerships*) zu prüfen. Mechanismen zum Wissensaustausch sollten mit dem Ziel, vorhandene Qualifikationen zu verbessern, geschaffen und das Feld insgesamt durch die Förderung experimenteller Anwendungen und Technologien in Forschungsprogrammen entwickelt werden.

Auf internationaler Ebene folgte 2003 die UNESCO-Charta zur Bewahrung des digitalen Kulturerbes (Lit. 22). Darin erkannte die UNESCO-Generalversammlung an, dass Ressourcen für Information und künstlerische Ausdrucksweisen zunehmend in digitaler Form produziert, verbreitet, genutzt und erhalten werden und dass damit ein neues Vermächtnis – das digitale Erbe – entsteht. Sie räumte weiterhin ein, „dass dieses digitale Erbe in Gefahr ist, verloren zu gehen und dass seine Erhaltung für gegenwärtige und künftige Generationen eine dringende Aufgabe von weltweiter Bedeutung ist“. Sie stellte Handlungsbedarf fest und regte die Entwicklung von universalen Strategien und Grundsätzen für den Erhalt des digitalen Erbes an. Auswahlprinzipien sollten an jeweils gegebene nationale oder lokale Besonderheiten angepasst werden. Als zentrales Element der nationalen Erhaltungspolitik wurden die Archivgesetzgebung und Pflichtexemplarregelungen gesehen. Die Mitgliedsstaaten sollten nationale Verantwortlichkeiten klären und dabei auch Urheber, Verleger, die relevanten Industrien und Institutionen des kulturellen Erbes einbeziehen. Sich selbst bot die UNESCO als Forum an, das zur Ausarbeitung von Strategien und Grundsätzen genutzt werden könne. Die UNESCO-Charta gehört zu den häufig zitierten Grundsatz-Dokumenten zur digitalen Langzeitarchivierung. Konkret hat die UNESCO den Faden im Jahr 2011 wieder aufgenommen. Seitdem wird die Aktualisierung der Charta vorbereitet.

Auf nationaler Ebene wurden seit der allgemeineren Erkenntnis, welche Dimension die Herausforderung des Erhalts digitaler Materialien bedeutet, in verschiedenen Ländern unterschiedliche Maßnahmen ergriffen. Die von EU und UNESCO geforderte Ausarbeitung nationaler Strategien wurde dabei in den seltensten Fällen angegangen. Eine Ausnahme bildet hier die USA mit ihrem „National Digital Information Infrastructure and Preservation Program“, das seit 2002 vom amerikanischen Kongress mit mehreren Millionen US Dollar gefördert wurde. Zügiger gelingt die Anpassung der rechtlichen Rahmenbedingungen: Die Mehrheit der EU-Mitgliedsstaaten hat elektronische Pflichtexemplarregelungen eingeführt bzw. ihre Archivierungsgesetzgebung hinsichtlich digitalen Materials aktualisiert. In Deutschland stellt das 2006 aktualisierte „Gesetz über die Deutsche Nationalbibliothek“, das den Sammel- und Archivierungsauftrag der Bibliothek auf „unkörperliche Medienwerke“ ausdehnt, einen Eckpfeiler für die langfristige Erhaltung eines beträchtlichen Teils des kulturellen digitalen Erbes dar. Das von Liegmann und Schwens im Jahr 2004 formulierte Ziel, eine Kooperationsstruktur zu entwickeln, die entsprechend der Strukturen im analogen Bereich die Bewahrung und Verfügbarkeit aller fachlich und kulturell relevanten Veröffentlichungen, Objekten, Daten und Archivalien in digitaler Form gewährleistet, ist bislang ein Desiderat geblieben (Lit. 21). Mit nestor, dem Kompetenznetzwerk für digitale Langzeitarchivierung gibt es allerdings eine Organisationsstruktur, die als domänenübergreifende Plattform zur Vernetzung von Institutionen und zum Wissenstransfer agiert.

## D 4.5 Methoden, Konzepte, Vorgehensmodell der digitalen Langzeitarchivierung

Methodisch müssen alle Lösungsansätze für die digitale Langzeitarchivierung berücksichtigen, dass es sich bei digitalen Objekten um vermittelte Objekte handelt. Während bei Druckwerken der Inhalt nicht vom Träger zu lösen ist und vom Rezipienten unmittelbar wahrgenommen werden kann, besteht das digitale Objekt aus einem abstrakten Datenstrom, der erst durch technische Vermittlung auf einem Bildschirm zur Anzeige gebracht werden kann. Ziel der digitalen Langzeitarchivierung ist daher auch nicht per se die unveränderte Erhaltung des originalen Datenstroms, sondern die Erhaltung der zur Anzeige gebrachten *Performance*, wie dies in einem Konzept der National Archives of Australia genannt wird. Das *Performance Model* (Lit. 18) zerlegt das Konzept des digitalen Objekts in logische Komponenten: Der als Quelle (*Source*) bezeichnete Datenstrom wird mittels eines bestimmten Prozesses von ausgeführter Hard- und Software (*Process*) angezeigt oder ausgegeben. Durch den Prozess wird die *Performance* erzeugt, die der Rezipient je nach Art des digitalen Objekts als akustische oder visuelle Signale wahrnimmt.

Das PREMIS-Datenmodell (Lit. 19) führt einige technisch unterscheidbare Zwischenebenen ein. Dort wird die Datei (*File*) als kleinste unterscheidbare Einheit des Datenstroms benannt. Aus einer bestimmten Anzahl von Dateien setzt sich eine logische Repräsentation (*Representation*) zusammen. Intellektuelle Einheiten (z. B. eine digitale Publikation) können in unterschiedlichen Repräsentationen vorliegen (z. B. einmal als PDF-Datei und einmal als HTML-Datei). Technisch beschreibbar, und damit Gegenstand von Langzeitarchivierungsmaßnahmen, sind der Datenstrom, die Datei und die Repräsentation. Die intellektuelle Einheit ist ähnlich wie die *Performance* ein abstraktes Konzept dessen, was der Rezipient wahrnimmt.

Hinter PREMIS verbirgt sich aber mehr als einfach ein Datenmodell. Das Akronym steht für „PREservation Metadata: Implementation Strategies“. Mit PREMIS besteht ein an der Library of Congress gepflegter de-facto-Standard für die Implementierung von Langzeitarchivierungsmetadaten. Diese Metadaten sind essentiell für die Planung und Dokumentation von Langzeitarchivierungsmaßnahmen. Zu ihnen gehören technische und strukturelle Informationen über die zu archivierenden Objekte, über ihre Entstehungskontexte, ihre Beziehungen und Verknüpfungen untereinander. Diese Metadaten können auf Ebene des Datenstroms, der Datei und der Repräsentation erhoben werden, nicht aber auf Ebene der Intellektuellen Einheit (vgl. B 2 Metadaten).

So wie intellektuelle Einheiten in verschiedenen Repräsentationen unterschiedlich verkörpert werden können, können durch die Wahl verschiedener Prozesse aus ein und demselben Datenstrom unterschiedliche *Performances* entstehen (z. B. die gleiche Textdatei im Texteditor anders dargestellt werden als in MS Word oder im Webbrowser). Durch die Fortentwicklung der Technik verändern sich die Prozesse zur Anzeige oder Ausgabe des Datenstroms (z. B. neue Webbrowser), so dass die ursprünglichen *Performances* der Quellen nicht auf Dauer in der einmal konzipierten Form möglich sind.

In dem Kontext kommt der Bestimmung der wesentlichen Eigenschaften eines digitalen Objekts eine große Bedeutung zu. Sie werden im *Performance Model* als *Essential characteristics* eingeführt. Später werden sie in der Literatur meist nur *noch Significant Properties* genannt. Dabei geht es um die Eigenschaften, die in jeder *Performance* enthalten sein müssen, damit das Wesen des digitalen Objekts gewahrt wird. Das kann zum Beispiel der formatierte Text eines Word-Dokuments sein, die Reihenfolge und Kolorierung der Bilder in einem PDF-Dokument oder die Tonfolge und Lautstärke in einer Audiodatei. Diese Eigenschaften gilt es über alle Veränderungen der Technik hinweg zu bewahren.

Verantwortung für die Planung und Ausführung von Langzeitarchivierungsmaßnahmen trägt die archivierende Institution, die im OAIIS-Referenzmodell (Lit. 06) normativ beschrieben ist. Das dort ausgestaltete „Offene Archiv-Informationssystem“ (OAIIS) besteht aus einer „Organisation aus Menschen und Systemen, die das Ziel verfolgen, Informationen zu erhalten und einer vorgesehenen Zielgruppe zugänglich zu machen“. Das OAIIS agiert im Zusammenspiel mit Informationsproduzenten, den Archivnutzern und dem Management, das die Zielsetzung des OAIIS verantwortet. Die Inf-

rastruktur des OAIS wird mit sechs Funktionseinheiten vorgegeben, in denen der gesamte Archivierungslebenszyklus von der Übernahme von Informationen ins Archivsystem (*Ingest*) bis zur Bereitstellung für die Endnutzer (*Access*) abgedeckt wird. Dazwischen befinden sich noch der Archivspeicher (*Archival Storage*), die Datenverwaltung (*Data Management*), die Bestandserhaltungsplanung (*Preservation Planning*) sowie die Archivverwaltung (*Administration*). Eine wesentliche Aufgabe des OAIS ist das Monitoring der für die Informationsnutzung vorgesehenen Zielgruppe, der sogenannten *Designated Community* sowie der technischen Weiterentwicklung (*Technology Watch*). Das OAIS hat zu beurteilen, ob der Zielgruppe die technischen Mittel und ausreichend Kontextwissen zur Verfügung stehen, um die archivierten Information zu benutzen.

#### D 4.6 Der Weg ins Archiv: Aspekte der Praxis

Eine sehr entscheidende Funktion eines Langzeitarchivs ist die geordnete Überführung digitaler Objekte in seine *Obhut*. Die Qualität dieses *Ingests* (um in der Terminologie des OAIS-Standards; Lit. 06 zu bleiben), also der technisch-organisatorische Ablauf in der Vorbereitung, Validierung und Charakterisierung der Objekte, bestimmt in der Folge das Maß an Möglichkeiten, die dem Langzeitarchiv für die Erfüllung seiner Aufgaben zur Verfügung stehen. Je mehr Information dabei zu den einzelnen Objekten oder ganzen Sammlungen vorhanden ist und je detaillierter das einmal eingespielte Objekt analysiert werden konnte, um so früher und zielgerichteter können im Archiv Prozesse greifen, die die Verfügbarkeit sicher stellen. Beispielsweise können aus einer großen Menge PDF-Dateien diejenigen herausgefiltert werden, die mittels eines bestimmten, im Nachhinein als fehlerhaft arbeitenden Werkzeugs erzeugt wurden. Angesichts der Tatsache, dass es eine Vielzahl solcher Werkzeuge zur Erzeugung von PDF gibt, ist dieses Problem auch nicht rein fiktiv.

Ende 2011 wurde zum Problem des *Ingests* ein Standard vorgelegt (Lit. 08), der als praktisch orientierte Anleitung für die Organisation des *Workflows* gelten kann und konkrete Vorschläge für das (planende) Vorgehen zur Einrichtung solcher kontrollierbarer Abläufe dient.

In der Praxis zeigen sich allerdings weitere Herausforderungen: Zum einen handelt es sich um erhebliche Datenmengen, die nur durch den Einsatz automatisierter und skalierender Verfahren zu bewältigen sind. Gleichzeitig ist die Zahl der potenziell relevanten Formate groß und viele von ihnen weisen einen erheblichen Komplexitätsgrad auf. Dies gilt auch für Formate, die dezidiert mit der Perspektive entstanden sind, die Langzeitarchivierung von in ihnen gespeicherten Objekten zu erleichtern, beispielsweise für die PDF/A Standard-Familie (Lit. 14). Vor diesem Hintergrund beschränken sich Archive häufig auf bestimmte Formatgruppen.

Die meisten Einrichtungen verfügen bereits vor dem Einstieg in die digitale Langzeitarchivierung über definierte Verfahren, wie digitale Objekte in ihre Infrastruktur angeliefert werden. Dies betrifft zum einen den Tausch von Metadaten zu digitalen Objekten, der in abgestimmten Standardformaten über definierte technische Lieferverfahren seit Jahrzehnten erfolgt; zum anderen aber auch Festlegungen, die sicherstellen, dass das digitale Objekt selbst korrekt übergeben wird. Die Verfahren hierfür sind noch nicht gefestigt, so dass die entsprechenden Abläufe häufig durch händische Eingriffe gekennzeichnet sind. Insbesondere die Verknüpfung zwischen Metadatum und Objekt selbst (das ja wiederum aus einer größeren Gruppe von Daten bestehen kann, die unter Umständen auch nicht nur in der Zuständigkeit eines Anbieters allein liegen) bzw. ihr Erhalt stellt eine Herausforderung dar. Praktisch kann dies bedeuten, dass es zwischen dem Metadatenset und dem zum Beispiel in einem ZIP-Ordner zusammengeführten Objekten eine stabile Verknüpfung basierend auf einem eindeutigen Identifikator gibt. Nur so ist sichergestellt, dass nach dem Transfer der Daten die Zusammenführung im Archivsystem selbst, aber auch mit den Rechercsystemen gelingt. In der praktischen Umsetzung werden häufig spezifische Vereinbarungen zwischen Liefer- und Empfängerseite getroffen, die einen hohen Pflege- und Kontrollaufwand aufweisen. Dieser Aufwand ist auch nur schwer minimierbar, weil zu viele heterogene Komponenten hineinspielen (beispielsweise spezifische Publikationssysteme). Änderungen in diesen Abläufen ziehen An-

passungsbedarf im Bereich der Workfloworganisation für die Belieferung des Langzeitarchivs nach sich, müssen umgesetzt, kommuniziert und dokumentiert werden. Kontinuierlich kommen neue Produzenten von digitalen Objekten hinzu, entstehen neue Datenformate, können neue optimierte Schnittstellentechnologien genutzt werden. Vor diesem Hintergrund wird deutlich, dass Anlieferungsprozesse im Bereich der Langzeitarchivierung einem ständigen Anpassungsdruck unterliegen. In vielen Fällen mag es sich um einmalige Übergaben handeln, in denen die produzierende Stelle alle Verantwortung an das Archiv überträgt. In anderen Fällen aber gibt es ein Interesse der produzierenden oder kuratierenden Stelle, nutzbare Versionen des Objekts ihren Kunden anbieten zu können. Auch kann es sehr hilfreich für das Archiv sein, auf die Expertise der Produzenten weiter zugreifen zu können. In der Folge bedeutet dies, dass eine objektbasierte Kommunikations- und Austauschverknüpfung bestehen sollte, die maschinengestützt den Transfer von Information sicherstellt. Insgesamt sind die hier zu leistenden Aufwände hoch. Die Verfügbarkeit von technisch und organisatorisch flexibel anpassbaren Methoden ist eine wichtige Voraussetzung für die erfolgreiche Umsetzung von Maßnahmen der Langzeitarchivierung. Die Fähigkeit zur Übernahme solcher Aufgaben setzt also die Verfügbarkeit von kompetentem Personal oder Dienstleistern voraus, vor allem aber gut etablierte Prozesse zur störungsfreien Bewältigung einer Vielzahl von Einzelfällen.

Eine bestätigte erfolgreiche Übernahme von Objekten mit dem Ziel ihrer Aufnahme ins Archiv setzt über die korrekte technische Abwicklung des Datentransfers weitere Aktivitäten voraus: Die digitale Langzeitarchivierung macht die Analyse der Objekte und die Erhebung differenzierter Informationen zu ihnen zwingend erforderlich. Hierzu gehören die Untersuchung der technischen Validität und Ladbarkeit der Objekte, die Abklärung, dass sie frei von Zugriffsbeschränkungen sind, die die Durchführung von Maßnahmen im Archiv behindern, die Verfügbarkeit von Informationen zu den technischen Entstehungsbedingungen (die üblicherweise für den *Upload* von Dokumenten für ein *Repository* keine Bedeutung haben) und schließlich die Bestimmung der technischen Betriebsumgebung, die vorausgesetzt wird sowie auch Informationen zum Entstehungs- und Nutzungskontext eines digitalen Objekts – all das sind wichtige Daten, die erhoben und maschinenlesbar im Rahmen des *Ingest*-Prozesses dokumentiert werden. Treten Probleme oder Klärungsbedarf auf, muss dies im Dialog mit dem Produzenten oder Ablieferer aufgearbeitet werden bis zu dem Zeitpunkt, an dem das fragliche Objekt oder auch eine ganze Sammlung vom Archiv übernommen und verantwortlich betreut werden kann.

Vor diesem Hintergrund ist deutlich, dass in Einrichtungen, die die Aufgabe der Langzeitarchivierung übernehmen, schon in der mittelfristigen Perspektive eine durchgreifende Anpassung wenn nicht komplette Transformation des Workflowgefüges erforderlich ist.

In der Praxis befindet sich die Langzeitarchivierung in einem Übergangstadium. IT-Systeme zur Langzeitarchivierung wurden bislang häufig weder technisch noch organisatorisch im Workflow integriert. Außerdem sind sie bislang häufig in ihrer Leistungsfähigkeit begrenzt und skalieren schlecht.

## D 4.7 Tools und Werkzeuge, Dienste

Die Umsetzung funktionaler Anforderungen zur digitalen Langzeitarchivierung erfordert geeignete IT-gestützte Werkzeuge in sehr unterschiedlichen Bereichen. Teilweise bestehen auch Überschneidungen zu den Anforderungen aus ganz anderen Themenfeldern, beispielsweise ist die Validierung von Metadaten auf ihre syntaktische Korrektheit hin auch im Umfeld des reinen Metadatenaustauschs erforderlich. Werden Daten-Transferschnittstellen in vielen Anwendungsbereichen genutzt, ist das Suchen von Daten oder auch eine *Workflow-Engine* zur Steuerung eines Ablaufprozesses in vielen Anwendungen erforderlich. Damit verschiedene Werkzeuge in einen IT-gestützten Prozess eingebunden werden können, müssen standardisierte und offen dokumentierte Schnittstellen sowohl für die technische Übermittlung der Objekte als auch für die semantisch korrekte und *verständene* Übergabe zur Verfügung stehen. Und trotz einiger Anstrengungen fehlen bislang breit akzeptierte Konventionen im Bereich der Interoperabilität von Langzeitarchiven, konkret: Der Austausch von

Objekten und der ggf. an sie geknüpften Versionshistorie, in der die über einen Zeitraum von vielen Jahren durchgeführten Aktivitäten dokumentiert sind, ist bislang nur in ersten Ansätzen realisiert, beispielsweise im von der DFG geförderten LuKII-Projekt (Lit. 13).

Die ersten dezidierten Systeme zur Langzeitarchivierung digitaler Objekte entstanden etwa ab dem Jahr 2000, als Maßstäbe setzend ist hier das Digital Information Archive System (DIAS) der Fa. IBM zu nennen, das im Auftrag der niederländischen Nationalbibliothek mit dem Anspruch entwickelt wurde, eine Komplettlösung zur Abbildung aller im OAIS-Modell benannten Funktionsbereiche inkl. aller Schnittstellen nach außen darzustellen (Lit. 20, Lit. 02). Der solitäre Ansatz von DIAS wurde in den nächsten Jahren durch wesentliche Erweiterungen aufgebrochen und wirkte prägend für eine Reihe von weiteren Entwicklungen, insbesondere die Software Rosetta der Firma ExLibris oder auch die Lösung SDB der britischen Firma Tessella. Kennzeichnend für diese Systeme, die gewissermaßen noch Vertreter einer ersten Generation von Systemen im Bereich der Langzeitarchivierung sind, ist, dass sie jedenfalls zunächst als geschlossene Gesamtlösung konzipiert wurden. Inzwischen haben sich aber auch bei diesen Systemen andere Konzepte durchgesetzt, die sich durch einen modularen Aufbau, eine höhere Integrationsfähigkeit in existierende Systemlandschaften und ganz generell durch die Nutzung verteilter IT-Infrastrukturen charakterisieren lassen. Diese Entwicklungstendenzen prägen die Aktivitäten der jüngsten Vergangenheit: Implementierungsleistungen erfolgen für bestimmte Arbeitsbereiche der Langzeitarchivierung, streng genommen lassen sicher hierzu auch Bemühungen rechnen, existierende Systeme zur Speicherung und Bereitstellung digitaler Objekte schrittweise um zusätzliche technische Komponenten zur Langzeitarchivierung anzureichern. Gut zehn Jahre nach den ersten Systementwicklungen ist das Angebot grundsätzlich breiter und vielfältiger geworden, gleichzeitig aber auch unübersichtlicher.

Vergrößert wird dieses *Angebot* noch durch eine große Zahl von häufig aus Forschungsprojekten resultierenden Ansätzen und *Tools*, zum Beispiel zur Validierung von Objekten oder zur Emulation einzelner Betriebsumgebungen. Kooperative Arbeitsstrukturen wie die Sammlung und Bereitstellung von Informationen zu Formaten und zu potenziell nutzbaren *Viewern* für diese Formate werden zu einem Element einer sich etablierenden Infrastruktur. Da nämlich ein großer Teil der Langzeitarchive überlappende Dateiformatbestände vorhalten wird, darunter die besonders weit verbreiteten Formate wie PDF, JPG, TIFF, HTML, ist ein zentraler, kooperativ gepflegter Nachweis von Formatinformationen naheliegend. Mit PRONOM und UDFR existieren zwei solcher *File Format Registries*, die von der *Community* mit Informationen angereichert und zur Langzeitarchivierungsplanung genutzt werden können (Lit. 12, Lit. 23).

Der sich diversifizierende *Markt* an Anwendungen, der offensichtliche Bedarf an individuellen Lösungen, die besondere Charakteristik der Anforderung, eine langfristig stabile Lösung zu erhalten, die noch nicht erfolgte Ausprägung eines Marktes (zwischen Goldgräberstimmung und erheblichen Unsicherheiten und auch Abbrüchen), dazu (forschungs-)politische Interessen und Aktivitäten lassen insgesamt eine Gemengelage entstehen, in der die fachlich-technische Orientierung für eine einzelne Einrichtung ebenso schwierig ist wie die Entscheidung zur Inanspruchnahme verlässlicher und vor allem langfristig verfügbarer technischer Services. Unabhängig von der Frage, welche Software- und darauf aufsetzend Supportstruktur letztlich gewählt wird, wie also das System weiter entwickelt oder gepflegt wird, muss der Archivbetreiber sicherstellen, dass er auf die Anpassung/Erweiterung des Systems Einfluss nehmen kann. Das klingt zunächst banal, muss aber vor dem Hintergrund der besonderen Verantwortung für archivierte Materialien in anderer Weise abgesichert werden als sonst: In einer Situation, in der der Markt aus den genannten Gründen hinsichtlich Flexibilität und Anpassungsfähigkeit Beschränkungen aufweist, und in der gleichzeitig eine Langfristperspektive angelegt wird, muss bei Systementscheidungen sichergestellt sein, dass diese Aspekte besonders berücksichtigt werden – zum Beispiel durch die Vereinbarung von technischer *Notausstieg*, durch offene und vollständige Dokumentation und durch die getestete Verfügbarkeit transparenter Programmierschnittstellen (APIs).

Nur in hohem Maß kooperativ angelegte und technisch modular umgesetzte Systemarchitekturen sind am Markt auf Dauer überlebensfähig, und nur sie sind in der Lage, erforderliche Innovati-

onen oder auch bloße Anpassungen an Anforderungen in angemessenen Weiterentwicklungszyklen zu implementieren. Dies gilt gleichermaßen für kommerziell getriebene Lösungen als auch für Ansätze, die grundsätzlich auf *Open Source Software* (OSS) basieren und damit einen prinzipiell für die Aufnahme weiterer Entwicklungspartner offeneren Ansatz verfolgen. Für viele der Ansätze im OSS-Umfeld gilt allerdings, die sie sich auf bestimmte Funktionsbereiche wie zum Beispiel die performante Speicherung und Verteilung von Daten konzentrieren (Lit. 05), so dass andere Funktionsbereiche wie zum Beispiel das Metadatenhandling weniger intensiv verfolgt werden. Der Bedarf, die Einführung von Langzeitarchivierungsdiensten in einzelnen Einrichtungen zu unterstützen, spiegelt sich auch an der zunehmenden Zahl von Entscheidungstools wider, die helfen, in strukturierter Weise notwendige Festlegungen systematisch aus einer Sammlung von relevanten Merkmalen herauszuarbeiten (Lit. 16).

In einer Perspektive von fünf bis zehn Jahren kann erwartet werden, dass die verschiedenen heute durchaus parallelen oder gegeneinander laufenden Angebote sich arrondieren werden. Schon jetzt ist erkennbar, dass sich ein Trend zum Angebot von spezifischen Diensten für die Langzeitarchivierung wie zum Beispiel Speicherplatz mit einer definierten Qualität verstärkt und die dahinter stehenden Möglichkeiten zur Verteilung von IT-Infrastruktur und dem ortsunabhängigen Angebot von Services eine zunehmend wichtigere Rolle spielen. Dahinter steht vielleicht letztlich auch die Einsicht, dass die Relevanz der eigentlichen Softwareentwicklung schwindet gegenüber der Erkenntnis, dass Einführung und betriebliche Umsetzung der Langzeitarchivierung in integrierten Prozessen in einer Einrichtung und ein darauf aufsetzendes systematisches Risikomanagement die wesentlich aufwändigere Seite darstellen.

## D 4.8 Berufsbild, Aus-, Fort-, Weiterbildung

Die Anforderungen der digitalen Langzeitarchivierung bleiben nicht ohne Folgen für die Qualifikationsprofile, die Einrichtungen der Informationsinfrastruktur benötigen (vgl. A 2 Professionalisierung in der Informationsarbeit). Da das Anwendungsfeld der digitalen Langzeitarchivierung multidisziplinär ist und sich aus Teilbereichen der Informatik, Computerwissenschaft, der Bibliotheks- und Informationswissenschaft, des Archiv- und Dokumentationswesens, der Wirtschaftswissenschaft und der Sozialwissenschaft zusammenfügt, ist es schwierig, das Berufsbild des *digitalen Archivars* scharf zu definieren. Bislang jedenfalls spielt das in der Praxis angesammelte Erfahrungswissen die entscheidende Rolle bei der professionellen Profilbildung.

Immerhin werden aber die Kompetenzen, die für die Planung von Langzeitarchivierungsmaßnahmen benötigt werden und die ggf. von einem Team von Personen abgedeckt werden sollten, bereits 2006 als Ergebnis der ersten Projektphase des *nestor*-Projekts benannt: Neben grundlegenden Kenntnissen im Bereich der digitalen Langzeitarchivierung sind dies allgemeine IT-Kenntnisse und besonders Kenntnis von Datensicherungs-, Datenrettungs- und Langzeitsicherungsstrategien, Wissen zu einschlägigen Standards, Kenntnis der rechtlichen Aspekte, der Kostenaspekte und der allgemeinen Rahmenbedingungen wie Strategien, Infrastruktur und *Policies* (Lit. 17). Diese Inhalte finden auch zunehmend Eingang in die einschlägigen Ausbildungs- und Studienordnungen im informationswissenschaftlichen Bereich. Hilfreich ist im deutschsprachigen Raum sicher die Qualifizierungsinitiative von *nestor*, die in dieser Form international einmalig ist. Hier haben sich zwölf Hochschulen per *Memorandum of Understanding* zusammengeschlossen und arbeiten auf ein abgestimmtes Curriculum hin. Außerdem machen diese Einrichtungen Fortbildungsangebote, die sich an Berufstätige richten und daher der berufsbegleitenden Qualifizierung dienen. Hervorzuheben ist hierbei besonders die *nestor school*, ein jährlich stattfindendes ca. dreitägiges Blockseminar mit Vorträgen und Praxisübungen zur Thematik. Trotz einiger Anstrengungen und sichtbarer Erfolge auf dem Gebiet der Professionalisierung der Aus- und Fortbildung bleibt hier noch erheblicher Ausbaubedarf: Die Etablierung und Verstetigung eines verlässlichen Qualifikationsniveaus verschafft nicht nur unmittelbar Personal einstellenden Einrichtungen ein besseres Potenzial, sondern sie

spart letztlich Ressourcen und sorgt auch dafür, dass über gemeinsame Sprache und Ausbildungsstand vorhandene Ansätze zur spartenübergreifenden Kooperation und verstärkten technischen und organisatorischen Interoperabilität erfolgreicher greifen können.

## Literatur

- 01 Altenhöner, Reinhard; Brantl, Markus; Ceynowa, Klaus: Digitale Langzeitarchivierung in Deutschland – Projekte und Perspektiven. ZFBF, H. 3/4, 2011, 184-196
- 02 Altenhöner, Reinhard; Steinke, Tobias: „Kopal: cooperation, innovation and services: digital preservation activities at the German National Library“. Library Hi Tech, Vol. 28, No. 2, 2010
- 03 Bailey, Charles W., Jr.: Digital Curation and Preservation Bibliography. Houston: 2010-2011 (<http://www.digital-scholarship.org/dcpb/dcpb.htm>; Zugriff am 28.9.2012)
- 04 Borghoff, Uwe M: Langzeitarchivierung: Methoden zur Erhaltung digitaler Dokumente. Heidelberg: 2003
- 05 Caplan, Priscilla; Chou, Carol: DAITSS Grows Up: Migrating to a second generation preservation system. Proceedings of IS&T Archiving 2011, Salt Lake City, Utah: May 2011, 101-104
- 06 CCSDS: Open Archival Information System (OAIS) (2002) (<http://public.ccsds.org/publications/archive/650x0b1.pdf>; zuletzt geprüft am 29.9.2012)
- 07 DIN 31644:2012:04 (D) Information und Dokumentation – Kriterien für vertrauenswürdige digitale Langzeitarchive. Berlin: 2012
- 08 DIN 31645:2011-11(D) Information und Dokumentation – Leitfaden zur Informationsübernahme in digitale Langzeitarchive. Berlin: 2011
- 09 DFG: Elektronische Publikationen im Literatur- und Informationsangebot wissenschaftlicher Bibliotheken. Hrg. vom Bibliotheksausschuss der Deutschen Forschungsgemeinschaft, 1995 ([http://www.dfg.de/download/pdf/dfg\\_im\\_profil/reden\\_stellungnahmen/download/epub.pdf](http://www.dfg.de/download/pdf/dfg_im_profil/reden_stellungnahmen/download/epub.pdf); zuletzt geprüft am 29.9.2012)
- 10 Europäischer Rat: Entschließung des Rates vom 25. Juni 2002 über die Erhaltung des Gedächtnisses der Zukunft – Konservierung der digitalen Inhalte für künftige Generationen. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften, 6.7.2002 (<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:C:2002:162:0004:0005:DE:PDF>; zuletzt geprüft am 29.9.2012)
- 11 Giaretta, David: Advanced Digital Preservation. Berlin, Heidelberg: 2011
- 12 Goethals, Andrea: The Unified Digital Formats Registry. Information Standards Quarterly 22 (2010) 2, 26-29
- 13 Hein, Stefan; Schmitt, Karlheinz; Werb, Virginie: LuKII – LOCKSS und kopal Infrastruktur und Interoperabilität. Dialog mit Bibliotheken 23 (2011) 1, 51-53
- 14 ISO 19005-1:2005, Document management – Electronic document file format for long-term preservation – Part 1: Use of PDF 1.4 (PDF/A-1), ISO 19005-2:2011, Document management – Electronic document file format for long-term preservation – Part 2: Use of ISO 32000-1 (PDF/A-2)
- 15 JISC: The Model NESLi2 Licence for Journals. Hrg. von Join Information Systems Committee (JISC), 2012 (<http://www.jisc-collections.ac.uk/nesli2/NESLi2-Model-Licence-/>; zuletzt geprüft am 29.9.2012)
- 16 Kulovits, Hannes; Becker, Christoph; Kraxner, Michael; Motlik, Florian; Stadler, Kevin; Rauber, Andreas: Plato: A Preservation Planning Tool Integrating Preservation Action Services. Lecture Notes in Computer Science 5173 (2008) 413-414
- 17 Neuroth, Heike: Qualifizierung im Themenbereich „Langzeitarchivierung digitaler Objekte. Nestor Handbuch: Eine kleine Enzyklopädie der digitalen Langzeitarchivierung. Hrg. v. H. Neuroth, A. Oßwald, R. Scheffel, S. Strathmann, K. Huth (Version 2.3), Göttingen, 2010 (urn:nbn:de:0008-20100617364 = <http://nbn-resolving.de/urn/resolver.pl?urn:nbn:de:0008-20100617364handbuch/index.php>; zuletzt geprüft am 29.9.2012)
- 18 NLA: National Archives of Australia: An Approach to the Preservation of Digital Records. Canberra, 2002 ([http://www.naa.gov.au/Images/An-approach-Green-Paper\\_tcm16-47161.pdf](http://www.naa.gov.au/Images/An-approach-Green-Paper_tcm16-47161.pdf); zuletzt geprüft am 29.9.2012).
- 19 PREMIS Data Dictionary for Preservation Metadata version 2.2. Hrg. von PREMIS Editorial Committee, 2012 (<http://www.loc.gov/standards/premis/v2/premis-2-2.pdf>; zuletzt geprüft am 29.9.2012)

- 20 Ras, Marcel: The KB e-Depot: Building and Managing a Safe Place for E-journals. LIBER Quarterly: The Journal of European Research Libraries 19 (2009) 1, 44-53 (<http://liber.library.uu.nl/publish/articles/000276/article.pdf>)
- 21 Schwens, Ute; Hans Liegmann: Langzeitarchivierung digitaler Ressourcen. Rainer Kuhlen, Thomas Seeger, Dietmar Strauch (Hrsg.): Grundlagen der praktischen Information und Dokumentation. 5., völlig neu gefasste Ausgabe. München: 2004, 567-570 (<http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0008-2005110800>; zuletzt geprüft am 29.9.2012)
- 22 UNESCO: Charta zur Bewahrung des digitalen Kulturerbes. Paris, 2003 (<http://www.unesco.de/444.html>; zuletzt geprüft am 29.9.2012)
- 23 Unified Digital Formats Registry (UDFR) (<http://www.udfr.org/>; zuletzt geprüft am 29.9.2012)
- 24 nestor-AG Recht: Digitale Langzeitarchivierung als Thema für den 3. Korb zum Urheberrechtsgesetz. Urheberrechtliche Probleme der digitalen Langzeitarchivierung. nestor-Stellungnahme. Ohne Ort: Februar 2011 ([http://files.dnb.de/nestor/berichte/nestor-Stellungnahme\\_AG-Recht.pdf](http://files.dnb.de/nestor/berichte/nestor-Stellungnahme_AG-Recht.pdf); zuletzt geprüft am 11.10.2012)