

Innovationspfade für eine nachhaltige Informationsgesellschaft

Fallstudie

Digitale Langzeitarchivierung

Arbeitspapier

im Rahmen des
BMBF-Förderprogramms
"Sozial-ökologische Forschung"
Förderkennzeichen 07IFS03B

Michael Heinze

Inhaltsverzeichnis

1	Sozial-ökologische Bedeutung der digitalen Langzeitarchivierung.....	3
2	Ist-Situation und Trends	3
2.1	Praxis und Akteure der Langzeitarchivierung wissenschaftlicher Informationen	4
2.2	Öffentliches Bewusstsein	5
2.3	Informationsaufkommen	6
2.4	Technische und organisatorische Herausforderungen der digitalen Langzeitarchivierung	6
2.4.1	Limitierte Haltbarkeit von Speichermedien	8
2.4.2	Anhaltende Innovationsdynamik in der Hard- und Softwareentwicklung	9
2.4.3	Gesetzliche Rahmenbedingungen.....	10
2.5	Lösungsansätze digitaler Langzeitarchivierung	12
2.5.1	Migration und Emulation	12
2.5.2	Entwicklung von Standards	13
2.5.3	Innovative Speichertechnologien	14
3	Nationale und internationale Initiativen im Kontext der digitalen Langzeitarchivierung.....	18
3.1	Bundesrepublik Deutschland.....	18
3.1.1	Akteure und Institutionen	18
3.1.2	Projekte und Initiativen	20
3.2	Internationale Akteure und Projekte.....	21
4	Herausforderungen	23
5	Forschungsbedarf	25
6	Akteure	27
7	Literatur	31

Abbildungen

Abbildung 1:	Computer „Robotron 1715“	7
Abbildung 2:	Rosetta Disc mit Container	16
Abbildung 3:	Millipede	17

1 Sozial-ökologische Bedeutung der digitalen Langzeitarchivierung

„Digitale Speicherung ist kein Problem – digitale Konservierung schon.“

Stewart Brand: Das Ticken des langen Jetzt

Die Produktion und Verwertung von Wissen sind eine der Grundlagen hochentwickelter Gesellschaften. Wissen bildet die Basis für Innovationen und damit für den Fortschritt von Wirtschaft und Gesellschaft. Eingedenk dieser Tatsache nimmt nicht nur die Produktion und Verwertung von Wissen eine besondere Bedeutung ein, sondern ebenso die Archivierung und Bewahrung.

Mit der weltweiten Verbreitung der Informations- und Kommunikationstechnologien wurde die Produktion und Verbreitung von Wissen auf eine digitale Basis gestellt. Die wissenschaftliche Kommunikation und Verbreitung von Erkenntnissen ist ohne den Einsatz digitaler Technologien heute nicht mehr vorstellbar. Wissenschaftliche Ergebnisse werden als digitale Sekundärveröffentlichungen, rein elektronische Publikationen oder sogar ausschließlich internetbasiert veröffentlicht. Der Bestand dieser Publikationen ist in der Regel an optische Speichermedien (z.B. CD-ROM, DVD, Hologramme) oder magnetische Speicher (z.B. Festplatten, Disketten) gebunden.

Die dauerhafte Verfügbarkeit dieser Informationen für Wissenschaft und Forschung ist wichtige Voraussetzung, um den Wissenschaftsprozess voranzutreiben und die Konkurrenzfähigkeit der Wirtschaft und des Bildungs- und Wissenschaftssystems aufrecht zu erhalten (Kompetenznetzwerk Langzeitarchivierung, 19.07.2004). Gleichwohl ist die Frage nach den technischen und organisatorischen Möglichkeiten und Bedingungen ihrer Archivierung noch nicht beantwortet. „Dies gilt sowohl für die Sicherung der Datenspeicherung (Trägermedien) als auch für den zukünftigen Zugriff auf die in ihnen enthaltenen Informationen (Datenformate) und deren dauerhafte Nutzbarkeit (Erschließung)“ (Dobratz, Tappenbeck 2002, S. 257).

Wissen und der Zugang zu Informationen sind elementar für die Entwicklungsfähigkeit einer Gesellschaft – und diese wiederum steht im Zentrum der sozial-ökologischen Forschung. Welche Herausforderungen mit der Langzeitarchivierung digitaler Daten einhergehen, welche technischen und organisatorischen Probleme auftreten und welche Gestaltungs- und Forschungsaufgaben sich daraus ergeben, soll nachfolgend dargestellt werden.

2 Ist-Situation und Trends

Nachfolgend werden die zentralen Entwicklungslinien im Zusammenhang mit dem Problem der Langzeitarchivierung digitaler Daten nachgezeichnet. Dargestellt wird die aktuelle Praxis der Langzeitarchivierung sowie die bundesrepublikanische Akteurslandschaft, die zunehmende Dringlichkeit des Problems aufgrund des wachsenden Informationsaufkommens, die technischen und organisatorischen Herausforderungen der Lang-

zeitarchivierung, die derzeit gängigen Verfahren sowie zentrale nationale und internationale Projekte und Institutionen, die in dem Themenfeld aktiv sind.

2.1 Praxis und Akteure der Langzeitarchivierung wissenschaftlicher Informationen

Die Langzeitarchivierung bzw. die Dokumentation und Sicherung insbesondere der wissenschaftlichen und technischen Informationen (WTI) obliegt in Deutschland einer Vielzahl öffentlicher und privatwirtschaftlicher Institutionen. Hierzu zählen beispielsweise Bibliotheken, Archive oder privatwirtschaftliche Fachverlage. Die Langzeitarchivierung gehört zu den zentralen Aufgaben bzw. Geschäftsfeldern dieser Einrichtungen. Neben der Dokumentation und Sicherung von WTI gehört die Nutzbarmachung (Indizierung, Strukturierung, Zusammenfassung von WTI etc.), die Bereitstellung (Betrieb von Datenbanken, Distribution über Print, CD, Online-Dienste etc.) zu den Aufgabefeldern. Darüber hinaus werden Mehrwertdienste wie z.B. Recherchedienste und Qualifizierungen der Nutzer/-innen angeboten (Arthur D. Little, 2002, S. 10).

Hinsichtlich der Akteurslandschaft wissenschaftlicher Informationen lässt zwischen den Nutzer/innen und Anbietern unterscheiden: Auf der Seite der Nutzer, die sich im Zuge ihrer beruflichen Tätigkeit intensiv mit wissenschaftlich-technischen Informationen auseinandersetzen, stehen in Deutschland ca. 460.400 Wissenschaftler/-innen, von denen ca. 286.300 in der privaten Wirtschaft und ca. 174.100 in öffentlichen (universitären, außeruniversitären) Forschungseinrichtungen tätig sind. Darüber hinaus besteht bei ca. 1,8 Mio. Studenten/-innen ein Bedarf an wissenschaftlicher Information.

Die wichtigsten Einrichtungen bei der Bereitstellung wissenschaftlicher Informationen sind die öffentlichen wissenschaftlichen Bibliotheken¹. Sie bieten den Nutzer/-innen den unmittelbaren Zugriff auf lokale WTI-Bestände und über die entsprechende Infrastruktur den Zugriff auf (weltweite) digitale Informationen. An die Bibliotheken angeschlossen sind die Rechenzentren, die die entsprechende Informations- und Kommunikationsinfrastruktur betreiben sowie die Medienzentren, die den Nutzer/-innen die notwendige Medienkompetenz vermitteln. Auf überregionaler Ebene bieten z.B. Fachinformationszentren, überregional tätige Bibliotheken oder die Deutsche Bibliothek in Frankfurt, die einen zentralen Archivauftrag hat.

Neben den öffentlichen Bibliotheken verfügen auch Großunternehmen mit großen Forschungs- und Entwicklungsabteilungen über eigene Einheiten, die wissenschaftliche Informationen sammeln und archivieren. Eine ganz wichtige Rolle bei der Bereitstellung von wissenschaftlichen Informationen spielen die wissenschaftlichen Fachverlage. Diese unterliegen derzeit erheblicher Umstrukturierungen: Die Distribution ihrer Produkte läuft in wachsenden Maße über elektronische Publikationen. Gleichzeitig kommt

¹ Anm. In Deutschland gibt es ca. 284 Hochschul-/Universitätsbibliotheken (ohne Instituts- und Fachbereichsbibliotheken), 32 Regional- und 532 Spezialbibliotheken (Deutsche Bibliotheksstatistik 2000 Teil B, in: Arthur D. Little, 2002, S. 29)

es auch in diesem Marktsegment aufgrund eines intensiven Wettbewerbes zu Konzentrationstendenzen (Arthur D. Little, 2002, S. 28ff).

In der Auflistung dieser Institutionen spiegelt sich die sehr heterogene Landschaft der Institutionen wider, die sich ganz zentral oder vielleicht auch nur am Rande mit dem Problem der Langzeitarchivierung digitaler Daten befassen (müssen). Insbesondere die Bibliotheken sind per öffentlichen Auftrag dazu angehalten, auf die Wünsche und Bedürfnisse der Nutzer einzugehen. Dies bedeutet in erster Linie den ungehinderten Zugang zu digitalen Daten bereitzustellen, d.h. es müssen sowohl die entsprechenden technischen Infrastrukturen vorgehalten werden als auch die wissenschaftlichen Informationen in digitaler Form zur Verfügung stehen. Eine zentrale Einrichtung, die sich auf die Archivierung digitaler wissenschaftlicher Informationen spezialisiert hat, gibt es derzeit nicht.

2.2 Öffentliches Bewusstsein

Das öffentliche Bewusstsein über die Herausforderungen der digitalen Langzeitarchivierung ist noch vergleichsweise gering, auch wenn sich dies derzeit langsam zu ändern scheint. Vereinzelt erscheinen Medienberichte, die auf dieses Thema aufmerksam machen und eine breitere Öffentlichkeit erreichen.² In höherem Maße sensibilisiert sind Bibliothekare und Archivare, die (berufsbedingt) in zunehmendem Maße mit dem Problem konfrontiert sind. Hier sind in einschlägigen Fachpublikationen (z.B. Der Archivar, Heft 2/2003, 2/2002) diverse Artikel zu unterschiedlichen Aspekten der Langzeitarchivierung erschienen.

Von staatlicher Seite hat das BMBF begonnen Projekte zu fördern, die sich mit der Problematik der Langzeitarchivierung befassen. Beispielhaft zu nennen sind die Projekte „nestor“ und „KOPAL“ (eine ausführliche Beschreibung der Projektaktivitäten findet unter dem Kap. 3 statt). Darüber hinaus haben eine Reihe von Fachveranstaltungen stattgefunden, die Einzelthemen der digitalen Langzeitarchivierung aufgreifen und vertiefen. Hierzu zählen u.a. der Workshop „Aspekte der bundesdeutschen Strategie zur Langzeitarchivierung“ am 1.-2. Juni Oldenburg oder der Workshop „Langzeitverfügbarkeit digitaler Dokumente“, der am 29.-30.10.2002 in der Deutschen Bibliothek in Frankfurt am Main durchgeführt wurde. Trotzdem, so scheint es, findet eine Debatte, die über enge fachliche Kreise hinausgeht (noch) nicht statt. So lassen sich z.B. auf Unternehmensebene oder in Verwaltungen bislang kaum tragfähige Strategien identifizieren, die pro aktiv mit der Gefahr des Verlust digitaler Daten umgehen.

² Anm. Der Norddeutsche Rundfunk hat für sein Wissenschaftsmagazin „Prisma“ eine Dokumentation mit dem Titel „Hilfe wir verschwinden – Das digitale Disaster“ (Erstsendung 11.11.2003) produziert. Darüber hinaus sind im Spiegel (Ausgabe 26/2000 „Im Dschungel der Formate“) und in der Zeit (Ausgabe 47/1999 „Das große Datensterben“) Artikel zum Thema erschienen.

2.3 Informationsaufkommen

Mit der wachsenden Zahl verschiedener Informations- und Kommunikationsmedien und deren intensiveren Nutzung hat sich das Informationsaufkommen vervielfacht. Die University of California at Berkley hat in der Studie "How much information 2003?" das weltweite Informationsaufkommen abgeschätzt und mit früheren Forschungsergebnissen aus dem Jahr 1999 verglichen. Deutlich wird, dass sich das Informationsaufkommen gerade durch die Nutzung digitaler Informations- und Kommunikationsmedien drastisch erhöht hat und dieser Trend aller Voraussicht nach weiter anhalten wird:

- Insgesamt liegen inzwischen ca. 93% der im Jahr 1999 gespeicherten Daten in digitaler Form vor.
- Im Jahr 2002 wurden auf Printmedien, Film, optischen und magnetischen Speichermedien insgesamt ca. fünf Exabytes an neuen Informationen erzeugt.³ Zum Vergleich: Fünf Exabytes entsprechen der Anzahl von 37.000 Bibliotheken der Größenordnung der US-amerikanischen „Library of Congress“, die in ihren Beständen 17 Millionen Titel führt.
- Der überwiegende Anteil (ca. 92%) der Informationen wird auf magnetischen Speichermedien gespeichert. Sieben Prozent entfallen auf den Film und lediglich 0,01% auf Papier!
- Bezogen auf die Weltbevölkerung wurden im Jahr 2002 ca. 800 MB an Informationen erzeugt.
- Im Vergleich zum Jahr 1999 hat sich der Anteil der gespeicherten Informationen binnen drei Jahren um 30% erhöht (SIMS 2003).

Die Zahlen verdeutlichen das gewaltige Wachstum von Informationen und verweisen auf zwei wichtige Aspekte, die im Zusammenhang mit der digitalen Langzeitarchivierung von Bedeutung sind: Zum einen fällt es zunehmend schwer, aus der Fülle an Informationen die wesentlichen herauszufiltern, die für die weitere Entwicklung der Gesellschaft von Bedeutung und deswegen erhaltenswert sind. Zum anderen fällt ins Auge, dass eine Fülle von Informationen inzwischen nicht mehr in analoger sondern ausschließlich in digitaler Form vorliegen und dadurch in besonderem Maße von Verlust bedroht sind.

2.4 Technische und organisatorische Herausforderungen der digitalen Langzeitarchivierung

In der Geschichte der digitalen Informationsverarbeitung lassen sich eine Reihe von Beispielen finden, in denen aufgrund unterschiedlicher Ursachen (Systemwechsel in der

³ Anm. Nicht eingerechnet in diese Angaben sind die Informationen, die über elektronische Kanäle (Telefon, Radio, Fernsehen oder das Internet) fließen. Der Umfang wird auf insgesamt 18 Exabytes geschätzt wobei 98% der Informationen auf Telefonate zurückzuführen sind.

Hard- und Software, menschliches Versagen etc.) Informationsverluste stattfinden, die negative Konsequenzen nach sich gezogen haben:

- Die NASA hat 1979 Daten, die von der Raumsonde Pioneer vom Saturn zur Erde übertragen wurden, auf vier verschiedenen Datenträgern (9-Spur-Magnetband, 7-Spur-Magnetband, Lochstreifen und Lochkarte) archiviert. Diese Daten sind 1994 nicht mehr lesbar gewesen, da die NASA keine kompatiblen Lesegeräte mehr zur Verfügung hatte (Stoll 1996).
- Die Daten der US-Volkszählung aus dem Jahr 1960, die das US Bureau of Census auf Magnetband gespeichert hatte, konnten bei der Umstellung auf ein neues Speicherformat in den 1970er Jahren gerade noch gerettet werden (Rothenberg 1995).
- Nach dem Amtsantritt durch den US-amerikanischen Präsidenten George W. Bush wurde die Homepage des Weißen Hauses komplett überarbeitet. Dies hatte zur Folge, dass eine Vielzahl von Reden und offiziellen Verlautbarungen der Clinton Regierung vom einen auf den anderen Tag verschwunden waren. Das National Archives and Records Administration (NARA) konnte zwar einen Großteil des Materials retten – eine Vielzahl von Links verwandter Seiten zu diesem Material verlief von nun an aber ins Leere (UNESCO 2002).
- Mit dem Niedergang der DDR ist auch ein Großteil der in der DDR entwickelten Computertechnologien verloren gegangen. Digitale Informationen, die nicht rechtzeitig auf andere Hard- und Softwaresysteme übertragen wurden, sind damit für nachfolgende Generationen nicht mehr verfügbar.

Abbildung 1: Computer „Robotron 1715“, der Standard-Bürorechner in der DDR



Quelle: <http://www.robotron-net.de>

Die Diskussion um die Problematik der Langzeitarchivierung von digitalen Daten ist nicht neu. Bereits Mitte der 1990 Jahre beschrieb u.a. Jeff Rothenberg, Senior Consultant der Rand Cooperation das Phänomen des „Digital Disaster“: „There is as yet no viable long-term strategy to ensure that digital information will be readable in the future. Digital documents are vulnerable to loss via the decay and obsolescence of the media on

which they are stored, and they become inaccessible and unreadable when the software needed to interpret them, or the hardware on which that software runs, becomes obsolete and is lost” (Jeff Rothenberg 1998).

Die Ursachen für die drohenden Verluste von Daten und damit von Wissen liegen somit einerseits in der begrenzten physischen Haltbarkeit der Speichermedien. Andererseits altern die Datenformate und Computer innerhalb kürzester Zeit aufgrund schnell verlaufender Innovationszyklen bei der Entwicklung neuer Datenformate und Computer.

Neben den technischen Problemen sieht Rothenberg auch organisatorische und prozessuale Probleme: „In addition to the technical aspects of this problem, there are administrative, procedural, organizational, and policy issues surrounding the management of digital material.” (Jeff Rothenberg 1998). Gemeint ist damit u.a. die Organisation des Datenmanagements, die (staatliche) Verantwortung für die Langzeitarchivierung, rechtliche Rahmenbedingungen wie (z.B. Urheberrechts) sowie die Auswahl der Daten, die archiviert werden. Die wesentlichen technischen und organisatorischen Problembereiche der digitalen Archivierung sollen nachfolgend skizziert werden.

2.4.1 Limitierte Haltbarkeit von Speichermedien

Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass Datenträger jeglicher Form eine zeitlich begrenzte Haltbarkeit haben. Faktoren, wie die physische Beständigkeit der Datenträger oder Umwelteinflüsse (z.B. Licht, Magnetfelder, chemisch-reaktive Gase), die im Laufe der Zeit die Datenträger zersetzen, limitieren die Funktionsfähigkeit der Datenträger und damit die Verfügbarkeit der gespeicherten Informationen. Die folgende Tabelle gibt einige Schätzwerte der Haltbarkeit analoger und digitaler Speichermedien wider:

Medium	Erwartete Lebensdauer
Steintafeln und Steinmalereien	mehrere tausend Jahre
Filme auf Zelluloid	mehrere hundert Jahre
Bücher	100-200 Jahre
Zeitungspapier	10-20 Jahre
CD-Rom / DVD	25-100 Jahre
Disketten	5-10 Jahre
QIC80 Magnetbänder	1-3 Jahre

Quelle: Wikipedia, http://de.wikipedia.org/wiki/Digitales_Vergessen, 15.03.2004

Digitale Informationen werden in der Regel auf magnetischen, optischen und magneto-optischen Medien gespeichert.

Magnetische Speichermedien: Die magnetische Speicherung von Information erfolgt auf magnetisierbaren Material. Dieses kann auf Bänder, Platten o.ä. aufgebracht werden. Magnetische Medien werden mittels eines Lese- bzw. Schreibkopfes gelesen und beschrieben. Zu den magnetischen Speichermedien gehören u.a. Festplatten, Disketten

und Magnetbänder. Gefährdungen bei der Haltbarkeit von Magnetbändern und Disketten gehen von Staub, Verschmutzungen, Temperaturschwankungen oder anderen magnetischen Feldern aus. Die Schädigungen werden häufig durch eine unsachgemäße Lagerung verursacht. Bei Magnetbändern kommt es häufig zu Verklebungen. Ursache ist der Verlust von Schmiereigenschaften des Schutzfilms der Bänder durch Hydrolyse. Zusätzlich können sich die Bänder durch mechanische Beanspruchung verziehen. Die Lebensdauer von magnetischen Speichermedien wird auf ein bis 10 Jahre geschätzt (s.o.).

Optische Speichermedien: Die optische Speicherung nutzt Filter-, Reflexions- und Beugungseigenschaften von verschiedenen Materialien. Die gängigsten Formate wie die CD oder die DVD nutzen die reflektiven Eigenschaften ihrer Trägermedien. Beim Beschreiben der CD werden in die Farbstoffschicht mit dem energiereichen Schreiblaser Löcher gebrannt. Diese Muster werden beim Lesevorgang mit dem Laserstrahl ausgelesen. Für die Zukunft der Langzeitarchivierung von Daten scheint die Holographie (s. Innovative Speichermedien) eine aussichtsreiche Alternative zu den herkömmlichen optischen Datenträgern zu sein. Die Haltbarkeit von CDs unter günstigen Bedingungen auf 25 bis 100 Jahre geschätzt.

Magneto-optische Speichermedien: Bei den magneto-optischen Speichermedien sind die Daten in Form eines magnetischen Musters gespeichert. Das Auslesen geschieht mittels eines optischen Verfahrens (Lasertechnik z.B. bei MiniDisc). Die Haltbarkeit der MiniDisc entspricht ungefähr der einer CD. Magnet-optische Speichermedien gelten als weniger sensibel gegenüber Verschmutzungen, mechanischen Belastungen, thermische und chemische Einflüsse oder externen Magnetfelder als die magnetischen Speichermedien. (Kuenzli 1998, S. 5-8; Wikipedia 07.09.2004)

2.4.2 Anhaltende Innovationsdynamik in der Hard- und Softwareentwicklung

„Jeder brandneue Rechner lässt ein Leichenfeld zurück – ausgestorbene Computer, Speichermedien, Anwendungen, Dateien [...]. Alleine bei den PCs finden sich Altair, Amiga, Amstrad, Apples I, II, III, [...], YamahaCX5M. [...] Was auf ihnen geschrieben wurde, ist längst in alle Winde zerstreut, ohne eine Spur zu hinterlassen“ (Brand 2000, S. 90). Die schnelle Folge technischer Innovationen führt dazu, dass auch intakte Daten und Datenträger nicht mehr gelesen werden können, weil die entsprechende Hard- und Software nicht mehr verfügbar ist und/ oder die Anwender mit dem entsprechenden System nicht vertraut sind.

Die Innovationsdynamik, die einen entscheidenden Einfluss auf die Produktlebenszyklen der IKT hat, lässt sich anhand des Morschen Gesetz verdeutlichen: Gemäß "Moore's Law" (nach dem Intel-Gründer Gordon Moore, der den Zusammenhang 1965 formulierte), verdoppeln sich Rechengeschwindigkeit der CPUs und die Speicherkapazität der RAMs etwa alle 18 Monate bei in etwa konstanten Preisen. "Moore's Law" gilt in guter Näherung seit fünfzig Jahren und damit über mehrere Technologiegenerationen (Röhren, Transistoren, Integrierte Schaltkreise, Computerchips) hinweg.

Ein anschauliches Beispiel für die Innovationsprozesse in der IKT liefern die Entwicklung mobiler Speichermedien: Während zur Mitte der 1990er Jahre in allen Rechnern seriell Laufwerke für 3,5''-Disketten mit einer Speicherkapazität von 1,44 MB eingebaut wurden, werden heute praktisch keine Rechner mehr produziert, die diese Laufwerke haben. Bereits 1998 entschied Apple als erster großer Computerhersteller, bei seinem iMac kein Diskettenlaufwerk mehr einzubauen. Im Frühjahr 2003 folgte Dell (Niesse 2004). Entsprechende Dateien, die (ausschließlich) auf diesen Speichermedien existieren, werden in Zukunft aufgrund der fehlenden Hardwaremodule nicht mehr lesbar sein.

Das gleiche Problem besteht auch für Betriebssysteme und Anwendungssoftware. Entsprechende Systemumgebungen zu konservieren, um den Datenzugang zu sichern wäre recht aufwändig, würde entsprechende Anwenderkenntnisse erfordern und das Umkopieren –wegen des Zerfallprozesses der Trägermedien- wäre nach wie vor notwendig.

2.4.3 Gesetzliche Rahmenbedingungen

Im Zusammenhang mit der Langzeitarchivierung digitaler Daten sind rechtliche Rahmenbedingungen von Bedeutung, die sich auf das geistige Urheberrecht (Copyright), das Patentrecht und Vereinbarungen zur Abgabe von Pflichtexemplaren (Pflichtexemplargesetz) beziehen.

Das Urheberrecht regelt das Verhältnis zwischen dem geistigen Urheber einer Idee und den weiteren Nutzern dieses Eigentums. Der zentrale Konflikt besteht zwischen den Interessen des Urhebers und den Interessen des Nutzers. Der Urheber hat das Recht auf die „Herrschaft“ über sein Werk, was sich beispielsweise in der Beteiligung an der wirtschaftlichen Verwertung ausdrückt. Geregelt werden diese Rechte unter anderem durch den Artikel 14 GG, der das Recht auf Eigentum gewährleistet und die Gemeinwohlverpflichtung des Eigentümers unterstreicht. Den Interessen des Urhebers stehen die Interessen des Nutzers gegenüber, der laut Art. 5 GG das Recht hat, sich aus allgemein zugänglichen Quellen ungehindert zu unterrichten sowie die Freiheit von Forschung und Lehre unterstreicht, das heißt, dass der Nutzer an einer ungehinderten (zustimmungs- und vergütungsfrei) Nutzung der Werke des Urhebers interessiert ist (Simon 2004). Im Zusammenhang mit der Langzeitarchivierung digitaler Ressourcen sind deshalb folgende Fragestellungen relevant:

- Welche rechtlichen Hürden bestehen, um Eingriffe in die Gestalt der elektronischen Ressourcen im Interesse der Langzeiterhaltung durchführen zu können?
- Welche Einschränkungen bestehen durch Digital Rights Management Systeme (z. B. Kopierschutz)?
- Welche Konditionen (z.B. Geschäftsbedingungen) sind beim Zugriff auf die archivierten Ressourcen und deren Nutzung zu beachten (Schwens, Liegmann, o.J.)

Die EU-Richtlinie „Urheberrecht in der Informationsgesellschaft“ aus dem Jahr 2003 greift diese Fragestellungen auf und regelt einige Grundsätze zum Urheberrecht. Derzeit

wird die Richtlinie in nationales Recht umgesetzt. Ziel des vorliegenden Gesetzesentwurfs ist, einen gerechten Ausgleich zwischen den Interessen der Urheber, der Wirtschaft und den Verbrauchern herzustellen.

Der „erste und zweite Korb“ der nationalen Umsetzung stellen klar, dass die Privatkopie eines urheberrechtlich geschützten Werks grundsätzlich zulässig ist. Dabei ist die Umgehung eines Kopierschutzes nicht legal. Verboten ist die Kopie auch dann, wenn die Vorlage rechtswidrig hergestellt wurde (z.B. bei illegalen Tauschbörsen). Weiterhin sind Geräte (z.B. PCs, Brenner) und Speichermedien, die tatsächlich und in nennenswerten Umfang für Privatkopien genutzt werden, vergütungspflichtig, d.h. das eine Teil des Anschaffungspreises über Verwertungsgesellschaften an die Urheber von geschützten Werken weitergegeben wird. Darüber hinaus können die Urheber geistigen Eigentums Verträge über zukünftige Nutzungsarten abschließen, d.h. sie bekommen eine angemessene Vergütung, wenn ihr geistiges Eigentum über eine neue Nutzungsart verwertet wird (BMJ 2004). Dieser Gesetzesentwurf ist ein erster Versuch, das Urheberrecht zu reformieren und den neuen technischen Möglichkeiten der Informations- und Kommunikationstechnologien anzupassen. Damit geben sie auch erste wichtige Leitlinien für die Archivierung digitaler Daten vor.

Neben dem Urheberrecht spielt im Zusammenhang mit der digitalen Langzeitarchivierung das Patentrecht eine wichtige Rolle insbesondere dann, wenn es um die Entwicklung von technischen Lösungen zur Datensicherung geht. So ermöglicht das Patentrecht dem Urheber das alleinige Nutzungsrecht an von ihm entwickelten Methoden und Produkten. Dieses Schutzrecht ist dann problematisch, wenn z.B. Softwarepatente die unabhängige Entwicklung von Konverter- und Migrationssoftware verhindern (Bárány 2004).

Das Pflichtexemplargesetz regelt die Dokumentation von „allen mittels eines Vervielfältigungsverfahrens hergestellten und zur Verbreitung bestimmten Texten“ (§ 1, GVBl. NRW 2001 S. 708). Mit diesem Gesetz wird versucht, die publizistische Tätigkeit in den Bundesländern zu erfassen und zu dokumentieren. Das Pflichtexemplar ist ein Exemplar einer Veröffentlichung, welches an eine bestimmte Bibliothek abgegeben werden muss.⁴ Mit Hilfe dieser Regelung konnte bislang (insbesondere im wissenschaftlichen Bereich) eine ausreichende Dokumentation und Verbreitung gewährleistet werden. Im Zuge der fortschreitenden Digitalisierung stellt sich das Problem, das bei Publikationen, die ausschließlich in digitaler Form vorliegen, unklar ist, welche technische (z.B. Datenträger, Dateiformat) oder inhaltliche Form (Pflichtangaben zu Autoren etc.) ein Pflichtexemplar haben soll. Weiterhin ist nicht klar, wie z.B. mit Publikationen umgegangen werden soll, die ausschließlich webbasiert und temporär veröffentlicht werden. Wann gelten diese Informationen z.B. als Veröffentlichungen, die unter das Pflichtexemplargesetz fallen (Bárány 2004)?

⁴ Anm.: Die in Nordrhein-Westfalen verlegten Veröffentlichungen müssen - entsprechend dem Erscheinungsort - an die zuständigen Universitätsbibliotheken Bonn, Düsseldorf oder Münster abgeliefert werden.

Antworten zu den hier gestellten Fragen sind bislang noch nicht gefunden worden. Sie verdeutlichen aber, dass die bisherigen Gesetze nicht den technischen und organisatorischen Rahmenbedingungen gerecht werden und einer Anpassung unterzogen werden müssen.

2.5 Lösungsansätze digitaler Langzeitarchivierung

Nachfolgend werden die wesentlichen technischen Lösungen für die Erhaltung digitaler Daten beschrieben. Diese zielen ab auf die Sicherstellung durch dynamische Verfahren (Migration und Emulation), die Entwicklung neuer Datenträger sowie die Entwicklung von Standards für die Gestaltung und den Umgang mit digitalen Informationen.

2.5.1 Migration und Emulation

Das gängigste Verfahren zur Langzeiterhaltung von digitalen Daten ist bislang die Migration. Die Migration von Daten wird dann notwendig, wenn Speichermedien, Rechnerarchitekturen oder Software zu veralten drohen. Die Migration verfolgt die Strategie den Erhalt der Daten durch ständige Anpassungsprozesse sicherzustellen. „Die zu erhaltenden digitalen Objekte werden, folgend den sich verändernden technischen Umgebungsbedingungen, Prozeduren unterzogen, die ihre Benutzbarkeit auch unter den neuen Bedingungen gewährleisten sollen“ (Kompetenznetzwerk Langzeitarchivierung, 15.09.2004). Migrationsverfahren sind bereits erprobt und werden vor allem angewandt, wenn Generationswechsel von Speichermedien vollzogen werden.

Der Prozess der dauernden Migration von Daten wirft allerdings sowohl technische als auch organisatorische Probleme auf:

- Durch die Konvertierung können bei den Daten Verfälschungen entstehen, die u.U. die Daten unlesbar werden lassen. Dieses Problem verschärft sich mit der Häufigkeit der Migrationen.
- Die Migration von Daten ist nicht vollständig zu automatisieren, d.h. es ist ein unvermeidliches Maß an Einsatz durch den Menschen erforderlich. Das erhöht einerseits die Wahrscheinlichkeit von Fehlern bei der Konvertierung. Andererseits wird der (zeitliche) Aufwand für die Migration in Zukunft deutlich höher eingeschätzt, was die Kosten für die Konvertierung steigen lässt
- Die Formenvielfalt der aktuell verwendeten Dateiformate erfordert ein entsprechendes Maß an Konvertern, die zu diesem Zweck entwickelt werden müssen⁵. Schwierigkeiten treten da auf, wo Dateiformate eigentümerge schützt und nicht öffentlich zugänglich sind.

⁵ „Konverter sind Computerprogramme, die den Inhalt von Quell-Dateien eines Dateiformates in Ziel-Dateien eines anderen Dateiformats kopieren. Beim Umwandlungsprozess kann es sowohl zu Informationsverlust als auch zur Informationsanreicherung kommen.“
Vgl. <http://de.wikipedia.org/wiki/Konverter>, 15.09.2004

- Nicht zuletzt lassen sich Migrationstrategien nur unzureichend planen. So sind z.B. die Rechnerarchitekturen (s.o.) kontinuierlichen Innovationsprozessen unterworfen, so dass aktuelle technische Lösungen innerhalb kürzester Zeit schon veraltet sein können. Die Entwicklung langfristiger Strategien ist somit ausgesprochen schwierig (Bodí 2000).

Neben der Migration wird die Emulation als geeignete Strategie zur Erhaltung der Langzeitverfügbarkeit digitaler Daten diskutiert. Die Emulation sieht vor, dass die Systemvoraussetzungen, die zur Nutzung älterer digitaler Objekte notwendig sind, durch die aktuellen Systeme nachgebildet werden können. Die digitalen Objekte selbst werden dabei möglichst unverändert erhalten (Kompetenznetzwerk Langzeitarchivierung, 15.09.2004). Emulationen gibt es bereits für eine Vielzahl von frühen Computergenerationen (Atari 2600, C 64 etc.) oder Spielkonsolen. Gleiches gilt für die entsprechende Software. Im Zusammenhang mit der Langzeitarchivierung steckt die Entwicklung von Emulationen allerdings noch in der Experimentierphase (Kompetenznetzwerk Langzeitarchivierung 16.09.2004).

Der Nutzen von Emulationen für die Erhaltung von digitalen Daten ist umstritten. Im Zentrum der Diskussion steht dabei der Aufwand, der für die Emulation betrieben werden muss. Voraussetzung für den Bau von Emulationen ist der Erhalt der technischen Informationen der Systemumgebungen. Bezweifelt wird, dass es gelingt, die Baupläne und Quellcodes der entsprechenden Systemumgebungen zu bewahren, um daraus die Emulatoren zu entwickeln. Praktische Anwendungen werde es wahrscheinlich nur dann geben, wenn die entsprechenden Datenmengen so groß sind, dass sie diesen Aufwand rechtfertigen (Zimmer 1999).

2.5.2 Entwicklung von Standards

Die Probleme bei der Langzeitarchivierung digitaler Objekte können zum Teil vermieden werden, wenn bereits bei deren Entstehung Rücksicht auf die langfristige Verwertbarkeit genommen wird. Dies betrifft die verwendeten Dateiformate ebenso wie die strukturelle Beschreibung der Datei. Gut dokumentierte und klare Systemarchitekturen tragen wesentlich zur langfristigen Lesbarkeit bei.

Neben diesen allgemeinen Hinweisen wird der Entwicklung von international gültigen Standards eine erhebliche Bedeutung beigemessen. Notwendig sind diese Standards bei der Entwicklung von Dokumenten, bei der Entwicklung von Metadaten sowie für Archivsysteme, in denen digitale Dokumenten archiviert werden.

Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass die Dateien, die in weit verbreiteten Dateiformaten erstellt wurden, eine längere Lebenszeit haben, da sie durch eine entsprechend hohe Zahl von Nutzern/Archiven gelesen und dokumentiert werden können. Monopolstellungen von Softwareproduzenten und die weltweite Ausdehnung des Internet forcieren die Verbreitung und Akzeptanz von Dateistandards, da so der universelle Austausch von Informationen erheblich erleichtert wird. Kritisch gesehen werden muss, dass es sich in der Regel bei den gängigen Dateiformaten (z.B. GIF, JPEG, DOC, PDF) um

Produkte einzelner Unternehmen handelt, deren zukünftige Verbreitung vergleichsweise ungewiss ist. Abhilfe könnte die breitere Nutzung herstellerunabhängige Normstandards schaffen, wie z. B. Standard General Markup Language, (SGML, ISO 88879), eXtensible Markup Language (XML), eXtensible Style Language (XSL) und eXtensible Linking Language (XLink) und Standard-Dokumentdefinitionen (DTD) (Dobratz, Tappenbeck, 2002).

Die Grundlage für jede systematische Dokumentenarchivierung ist die Entwicklung von Metadaten also den Daten, die eine vertiefende Auskunft über das zu archivierende Objekt geben. Für die Langzeitarchivierung ist die Erhebung und strukturierte Speicherung von (technischen) Metadaten unumgänglich. Im klassischen Bibliothekswesen werden Informationen wie z.B. Dokumententitel, Autor/-in, Erstellungszeitraum usw. erfasst und erleichtern damit die Zuordnung der archivierten Objekte. Für die digitale Langzeitarchivierung müssen weitere – insbesondere - technische Metadaten erfasst werden. Dies können z.B. das Dateiformat, Informationen zur Software, dem Betriebssystem und der Hardware, mit der das Dokument erstellt wurde, sein. Aber auch Zugriffsrechte, Urheberrechte oder Informationen zu digitalen Signaturen können für die weitere Archivierung von Bedeutung sein. Ein Beispiel für einen Metadatenstandard ist das 1995 von dem offenen Forum „Dublin Core Metadata Initiative“ (DCMI) entwickelte Dublin Core Metadata Element Set (<http://dublincore.org/>). Dieses Metadatenformat besteht aus 15 Kategorien, die eine einheitliche Beschreibung verschiedener Objekttypen ermöglichen. Diese Beschreibungskategorien sind über die Bibliotheks- und Fächergrenzen hinweg anwendbar und haben bereits heute eine weltweite Akzeptanz und Verbreitung gefunden (Dobratz, Tappenbeck, 2002).

Für den Aufbau von Archiven - sowohl für digitale als auch für physische Objekte – wird das „Open Archival Information System (OAIS)“ empfohlen, welches inzwischen als ISO Standard 14721:2001 normiert wurde. In Kooperation mit internationalen Organisationen der Luft- und Raumfahrt (Council of the Consultative Committee for Space Data Systems, 2002) wurde dieses Organisationsmodell für digitale Daten entwickelt. Das OAIS beschreibt die zentralen Funktionen und Abläufe eines Archivsystems und bietet eine Terminologie und ein Strukturkonzept für Archivierungsmetadaten an (Dobratz, Tappenbeck, 2002).

Inwieweit sich die hier beschriebenen Standards auch in Zukunft behaupten bzw. durchsetzen werden, ist derzeit nicht abschätzbar. Wichtig ist jedoch, dass man bei der digitalen Langzeitarchivierung nicht auf nationale Insellösungen setzt, sondern Lösungen entwickelt, die sich in Übereinstimmung zu den internationalen Standardisierungsinitiativen befinden.

2.5.3 Innovative Speichertechnologien

Derzeit wird intensiv an physikalischen, chemischen und biologische Speichertechniken geforscht. Neben der Weiterentwicklung herkömmlicher optischer (CD, DVD) und magnetischer (z.B. Festplattentechnik) Speichertechnologien scheint für die Zukunft die Speicherung in (ungewöhnlichen) Medien wie z.B. Proteinen oder Molekülen nicht

ausgeschlossen. Marktreife Produkte sind hier aber noch nicht in Sicht. Nachfolgend werden innovative Technologien und Speichermedien vorgestellt, die sich durch ihre hohe Langlebigkeit und/oder Speicherkapazität auszeichnen.

Holographische Speichermedien

Aussichtsreich für die langfristige Archivierung von Daten und derzeit intensiv beforscht scheint die holographische Speicherung. „Ein Hologramm wird durch die Interferenz (Überlagerung) von zwei Lichtstrahlen erzeugt. Meist werden beide Strahlen durch optische Teilung aus einer gemeinsamen Laserquelle erzeugt. Ein Lichtstrahl, der Objektstrahl, enthält das darauf modulierte Abbild (Bitmuster, Seite), der andere, der Referenzstrahl, besteht aus kohärentem Licht“ (Strass 2003).

Aktuell finden sich Hologramme auf Geldscheinen, Kreditkarten oder Produktverpackungen, auf denen sie als Fälschungsschutz bzw. Identifikationsmerkmale dienen. Holographische Speicher sind grundsätzlich in der Lage, das gesamte Volumen des Speicherkörpers dreidimensional zu nutzen, d.h. dass dadurch eine hohe Speicherdichte erzielt werden kann. Als Speichermedien kommen sog. photorefraktive Materialien in Frage. Dies können z.B. Glas oder mit Eisen dotiertes Lithium-Niobat sein.

Am Institut für Mineralogie der Universität Köln ist ein Verfahren entwickelt worden, Daten auf Kristallen zu speichern. Dazu werden z.B. Buchseiten gescannt und in digitale Daten umgewandelt. Die digitalen Daten werden mit Hilfe von Lasern auf die Kristalle aufgebracht. Diese zeichnen sich durch eine hohe Langlebigkeit aus und lassen sich nach dem derzeitigen Stand der Forschung mindestens einhundert Jahre ohne Qualitätsverlust wieder auslesen. Neben der Langlebigkeit liegt ein weiterer Vorteil in dem geringen Platzbedarf, der für die Speicherung großer Datenmengen benötigt wird. Auf einem volumenholographischen Datenspeicher von der Größe eines Zuckerwürfels, lassen sich 1 Terabyte Daten unterbringen (Danz 2001, S. 102). Allerdings ist bislang eine Umsetzung der holographischen Speichertechnik in ein marktfähiges Massenprodukt nicht gelungen. Dies liegt in erster Linie an den hohen Kosten für geeignete Speichermedien.

Die Rosetta Disc

Ausgangspunkt der Entwicklung der Rosetta Disc ist das Rosetta Project. Das Rosetta Projekt ist ein weltweiter Zusammenschluss von Sprachwissenschaftlern mit dem Ziel, Sprachen für zukünftige Generationen zu archivieren (The Longnow Foundation 16.09.2004).

Getragen wird dieses in den USA angesiedelte Projekt u.a. durch private Spenden und Stiftungen wie die „Long Now Foundation“ oder die „Lazy Eight Foundation“. Zum Zweck der Archivierung wurden neben Buchveröffentlichungen und einem umfangreichen Internetarchiv die sog. Rosetta Disc durch „Norsam Technologies“ und die „Los Alamos Laboratories“ entwickelt.

Die Rosetta Discs bestehen aus mit Nickel beschichtete Siliciumscheiben und werden in verschiedenen Formen und Größen produziert. Auf die Trägermedien werden –ähnlich

dem Mikrofilm- analoge Daten (Text und Bilder) aufgebracht. Die Höhe einer gespeicherten Textzeile beträgt etwa 5 μm (=0,005 mm). Abhängig von der Größe der Disc können zwischen 540 (105mm x 148mm) und 220.000 Textseiten gespeichert werden.

Abbildung 2: Rosetta Disc mit Container



Quelle: <http://www.rosettaproject.org/live/disk>, 12.01.2005

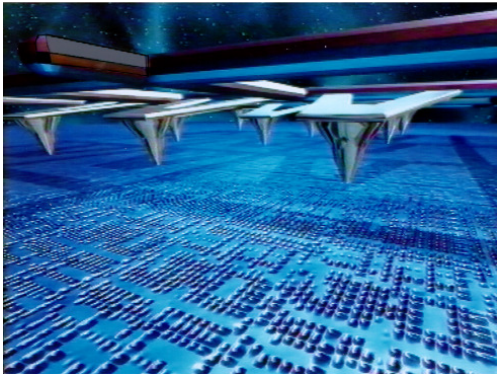
Die Vorteile dieser Disc gegenüber Speichermedien, auf denen digitale Daten gespeichert werden, liegen vor allem in der Beständigkeit gegen Umwelteinflüsse wie z.B. Temperatur, Wasser oder elektromagnetische Strahlung. Darüber hinaus können die analogen Daten mit vergleichsweise einfachen Hilfsmittel (Linsen, Mikroskop) wieder sichtbar gemacht werden und sind dadurch möglicherweise dauerhafter zugänglich als digitale gespeicherte Daten, deren Lesbarkeit in der Regel von bestimmten Hard- und Softwarekomponenten abhängig ist (Norsam Technologies 16.09.2004).

Nanomechanik

Ähnlich der holographischen Speicherung befindet sich auch der Einsatz der Nanotechnologie für die Aufzeichnung von digitalen Daten eher noch in der Forschungsphase. Ob in Zukunft marktfähige Produkte zur Verfügung stehen, kann derzeit nicht eingeschätzt werden, allerdings gibt es bereits Ansätze: IBM ist im Rahmen des Projekts "Millipede" die Speicherung von einem TBit pro Quadratzoll, das entspricht etwa 25 DVDs auf der Fläche einer Briefmarke, gelungen. Erreicht werden konnte diese extrem hohe Dichte an Informationen durch die Nutzung der Nanomechanik, die herkömmliche magnetische oder elektronische Speichertechnologie ersetzt. Die Millipede-Technologie basiert darauf, dass mit Tausenden von feinen Spitzen winzige Vertiefungen, die einzelne Bits repräsentieren, in einen dünnen Film aus Kunststoff (Polymere) aufgebracht werden. (<http://www.tecchannel.de/hardware/947/index.html>, 11.08.2003). Aktuell wird

an der praktischen Umsetzung dieser Technologie in einen Prototypen gearbeitet. Über die Lebensdauer dieser Speichertechnologie liegen keine Angaben vor. IBM hält seine Forschung aber für richtungsweisend, da die Millipede eine deutlich höhere Speicherdichte als herkömmliche Speichertechnologien aufweist.

Abbildung 3: Millipede



Quelle: <http://domino.research.ibm.com/Comm/bios.nsf/pages/millipede.html>,
12.01.2005

Die hier vorgestellten Speichermedien bzw.-technologien stellen einen Ausschnitt aktueller Forschungs- und Entwicklungsarbeit dar. Es zeichnet sich ab, dass sich neben den aktuell marktgängigen magnetischen und optischen Speichermedien in Zukunft durchaus auch andere Speichermedien durchsetzen, die nicht auf die herkömmlichen Materialien und Technologien setzen. Welche Produkte sich in Zukunft durchsetzen werden, lässt sich derzeit nicht abschätzen. Die sich abzeichnenden Trends und Entwicklungen (z.B. Zunahme an Informationen) machen aber deutlich, dass an die nächsten Generationen von Speichermedien höhere Ansprüche an die Speicherkapazität und die Langlebigkeit gestellt werden (müssen).

3 Nationale und internationale Initiativen im Kontext der digitalen Langzeitarchivierung

Nachfolgend werden die zentralen nationalen Akteure sowie ausgewählte internationale Akteure im Kontext der digitalen Langzeitarchivierung vorgestellt. Sowohl auf nationaler als auch auf internationaler Ebene gibt es eine Reihe interessanter Initiativen, die sich mit unterschiedlichen Zielsetzungen auf verschiedene Aspekte des Themas konzentrieren.

3.1 Bundesrepublik Deutschland

In Deutschland wurde das Problem der Digitalen Langzeitarchivierung von verschiedenen Institutionen und Initiativen inzwischen aufgegriffen. Zu den wesentlichen Akteuren zählt das Bundesministerium für Bildung und Forschung, die Deutsche Bibliothek in Frankfurt, eine Reihe von Bibliotheken und Archiven in den Bundesländern sowie Arbeitsgruppen verschiedener Verbände. Von diesen Akteuren werden Projekte, Veranstaltungen und Initiativen angeschoben. Die wichtigsten Akteure, Institutionen und Projekte werden nachfolgend beschrieben.

3.1.1 Akteure und Institutionen

Bundesministerium für Bildung und Forschung

Im Jahr 2002 hat das BMBF das Positionspapier „Informationen vernetzen – Wissen aktivieren“ veröffentlicht, welches die wesentlichen Ziele und Schwerpunkte ihrer Förderpolitik beschreibt.

Deutlich wird, dass die Förderung und Erhaltung der Ressource Wissen eine Schlüsselrolle für die Entwicklung des (Wirtschafts-)Standortes Deutschland beigemessen wird. Der Fokus der Zielsetzung liegt auf dem freien Zugang zu wissenschaftlichen Informationen für Jedermann, der Optimierung der Informationsversorgung im nationalen Wissenschafts- und Forschungssystem sowie dem Aufbau von Informationssystemen durch neue Dienstleistungsprodukte. Neben der Sicherstellung des ungehinderten Zugriffs auf wissenschaftliche Informationen und dem Aufbau der Nutzungskompetenz steht die Entwicklung von „intelligenten Werkzeugen und Strukturierungen“ im Mittelpunkt der Förderung. Gemeint sind damit Informations- und Managementsysteme, Verfahren zur Qualitätssicherung von wissenschaftlichen Informationen, Verfahren zur Datensicherheit sowie organisatorische Konzepte zur Langzeitverfügbarkeit und Archivierung von wissenschaftlichen Informationen (BMBF, 2002, S. 3-4).

Aufbauend auf dieser Zielsetzung und den entsprechenden Förderschwerpunkten wurden bis heute verschiedene Projekte und Institutionen gefördert. Hierzu zählen u.a. das Kompetenznetzwerk Langzeitarchivierung (nestor), das Digital Library Forum oder das Pilotprojekt KOPAL, welches den Aufbau eines Archivs für digitale Publikationen zum Ziel hat.

Mit der Betonung auf den ungehinderten Zugang auf wissenschaftliches Wissen und die damit verbundene Hoffnung, den Wirtschaftsstandort Deutschland zu fördern, hebt sich das BMBF in seiner Zielsetzung von anderen internationalen Förderinstitutionen ab. So stellt beispielsweise die UNESCO (s.u.) eher die Wahrung des kulturellen Erbes in den Mittelpunkt seiner Förderung.

Deutsche Forschungsgemeinschaft

Die Deutsche Forschungsgemeinschaft organisiert verschiedene Programme zur Verbesserung der Verfügbarkeit wissenschaftlicher Informationen. Im Mittelpunkt steht dabei vor allem die Förderung digitaler Bibliotheken. In diesem Zusammenhang wurde u.a. das Pilotprojekt „Langzeitarchivierung digitaler Publikationen“ (1999-2001) gefördert, welches von der Bayerischen Staatsbibliothek in Zusammenarbeit mit der Universität der Bundeswehr München und dem Institut für Softwaretechnologie durchgeführt wurde. Das Ziel des Projektes war die Entwicklung eines organisatorischen und technischen Konzeptes der Langzeitarchivierung für eine große Universalbibliothek.

Kompetenznetzwerk Langzeitarchivierung – nestor

Das Projekt Nestor wird im Rahmen des Aktionsprogramms "Innovation und Arbeitsplätze in der Informationsgesellschaft des 21. Jahrhunderts" seit 2003 durch das BMBF gefördert. Die Projektleitung obliegt der Deutschen Bibliothek in Frankfurt. Mitglieder des Kompetenznetzwerks sind die Bayerische Staatsbibliothek München, die Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen, der Computer- und Medienservice der Humboldt-Universität Berlin, das Institut für Museumskunde der Stiftung Preußischer Kulturbesitz in Berlin und die Generaldirektion der Staatlichen Archive Bayerns in München.

Nestor hat sich zur Aufgabe gemacht, zentrale Akteure im Feld der Langzeitarchivierung digitaler Quellen zu vernetzen und deren Wissen zu bündeln mit dem Ziel, ein nationales Konzept zur Langzeitarchivierung digitaler Daten zu entwickeln. Zu den weiteren Aufgaben gehört:

- die Erarbeitung von Kriterien für vertrauenswürdige digitaler Archive,
- die Entwicklung von Zertifizierungsverfahren für Archivserver,
- die Entwicklung von Auswahlverfahren für die Archivierung digitaler Quellen,
- die Festlegung von Grundsätzen für die Langzeitarchivierung,
- der Austausch von best-practice Informationen,
- sowie der Aufbau einer langfristigen Netzwerkstruktur zwischen den beteiligten Akteuren.

Im Zuge der Vernetzung organisiert das Kompetenznetzwerk Workshops zu verschiedenen Themen der Langzeitarchivierung (z.B. Workshop „Langzeitarchivierung“ auf dem Bibliothekskongress in Leipzig 2004, „Aspekte der bundesdeutschen Strategie zur Langzeitarchivierung“ am 1.-2. Juni Oldenburg, Workshop „Langzeitverfügbarkeit digitaler Dokumente“ am 29.-30.10.2002 in Frankfurt) und übernimmt Aufgaben in der

Gremienarbeit. Gefördert wird die Vernetzung insbesondere durch einen umfangreichen Internetauftritt. Angeboten werden eine Informations- und eine Kommunikationsplattform mit Mailinglisten, internen Arbeitsbereichen etc., die der vertiefenden Auseinandersetzung mit dem Thema dienen als auch dem Austausch der am Projekt beteiligten Partner (Kompetenznetzwerk Langzeitarchivierung, 15.01.2005).

Mit der Förderung des Kompetenznetzwerks Langzeitarchivierung wird der Versuch unternommen, wichtige deutsche Institutionen und Experten aus dem Themenfeld zusammenzuführen und gemeinsame Lösungen für die anstehenden Herausforderungen zu finden.

3.1.2 Projekte und Initiativen

KOPAL – Kooperativer Aufbau eines Langzeitarchivs digitaler Informationen

Das Pilotprojekt KOPAL – ebenfalls gefördert durch das BMBF - wurde im Sommer 2004 ins Leben gerufen. Das Ziel von KOPAL ist die Erprobung und Implementierung eines Langzeitarchivierungssystems für digitale Publikationen. Als Projektpartner treten die Deutsche Bibliothek, die Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen sowie IBM Deutschland auf. Der technische Betrieb ist bei der Gesellschaft für wissenschaftliche Datenverarbeitung mbH (GWDG) Göttingen angesiedelt.

Durch die Beteiligung der Bibliotheken, der GWDG und IBM soll sichergestellt werden, „dass unterschiedliche konzeptionelle Sichten und Kundeninteressen bei der Realisierung berücksichtigt werden“ (Kompetenznetzwerk Langzeitarchivierung, 20.01.2005).

Technische Grundlage für Kopal ist DIAS (Digital Information and Archiving System), welches von IBM in Zusammenarbeit mit der Nationalbibliothek der Niederlande entwickelt wurde. Dieses Archivsystem orientiert sich eng an dem internationalen Standard des Open Archival Information System (vgl. Entwicklung von Standards). Während der dreijährigen Projektlaufzeit werden dann digitale Informationen in Form von z.B. PDF, TIFF oder digitalen Videos durch die beteiligten Bibliotheken in das Archiv eingestellt. Langfristig soll das Archivsystem einem breiten Kreis von Wissenschaft, Wirtschaft und Verwaltung zur Verfügung stehen (Kompetenznetzwerk Langzeitarchivierung, 20.01.2005).

Digital Library Forum

Das Digital Library Forum bündelt Informationen zum Thema Digitale Bibliothek. Im Auftrag des BMBF und unter Beteiligung der DFG wird vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) das Portal „digital library forum“ betrieben. Entwickelt wurde das Internetportal als Kommunikationsinstrument für die Förderaktivitäten im Bereich Digitale Bibliothek. Darüber hinaus soll der Austausch zwischen politischen Entscheidungsträgern, Bibliotheken, Publikations- und Medienexperten, befördert werden. Dargestellt werden aktuelle Förderaktivitäten. Angaben zu Förderinstitutionen,

Förderprogrammen, Projekten, Ausschreibungen und Veranstaltungen auf Bundes-, Länder- und EU-Ebene (DLR, 20.01.2004).

3.2 Internationale Akteure und Projekte

Mitte der 90er Jahre formierten sich international erste Initiativen, die die Problematik der Langzeitarchivierung digitaler Daten thematisieren.

Die UNESCO berief 1996 in Oslo die erste „International Conference on Memory of the World“ ein, deren Schlusspunkt die Feststellung eines Bedarfs an regionalen und nationalen Plänen zur Erhaltung von und Zugangsmöglichkeiten zu dem Weltkulturerbe war.

Auf der 32. Generalkonferenz im Jahr 2003 verabschiedete die UNESCO die „Charta zur Bewahrung des digitalen kulturellen Erbes“. Inhalt der Charta ist die Feststellung eines grundsätzlichen Bedarfes an Strategien und Grundsätzen zur Erhaltung des digitalen kulturellen Erbes. Dazu sollen auf nationaler Ebene entsprechende Maßnahmen ergriffen werden. So soll z.B. die Zusammenarbeit zwischen Hard- und Softwareentwicklern und Informationsproduzenten auf der einen Seite sowie Archiven und Bibliotheken auf der anderen Seite verbessert werden. Darüber hinaus sollen in den Mitgliedsstaaten entsprechende rechtliche und institutionelle Rahmenbedingungen geschaffen werden, die den Schutz des digitalen Erbes sicherstellen. Die UNESCO will in diesem Prozess selbst eigene Programme entwickeln, die den Schutz des kulturellen Erbes zum Ziel haben. Weiterhin will sie als Referenzstelle für ihre Mitgliedsstaaten dienen, um gemeinsame Ziele, Grundsätze und Projekte zu initiieren sowie Richtlinien für die ethische, rechtliche und technische Standards festzulegen (UNESCO, 31.10.2003). Die UNESCO stellt

1994 wurde die **European Commission on Preservation and Access (ECPA)** gegründet. Die bei der niederländischen Akademie für Kunst und Wissenschaft angesiedelte ECPA hat sich zum Ziel gesetzt, als Diskussionsplattform für europäische Institutionen im Bereich Archivierung/Bibliothekswesen zu dienen. Gefördert werden soll die Auseinandersetzung mit Themen, die im Zusammenhang mit dem Zugang und dem Erhalt des kulturellen Erbes stehen (ECPA, <http://www.knaw.nl/ecpa/aims.html>). Zu den Aktivitäten der ECPA zählt sowohl die Verbreitung von Informationen im Themenfeld (z.B. über die „Preservation Map of Europe“) als auch die Vernetzung von Akteuren. Darüber hinaus initiiert das ECPA verschiedene Projekte z.B. das Projekt „Tape - Training For Audivisual Preservation in Europe“. Zu den Aufsichtsratsmitgliedern zählen eine Reihe von Vertretern europäischer Archive und Bibliotheken wie z.B. die portugiesische Nationalbibliothek, das schwedische Nationalarchiv oder die Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek.

Neben diesen supranationalen Initiativen gibt es insbesondere im englischsprachigen Raum eine Reihe von Institutionen, die hinsichtlich des Erhalts digitaler Informationen eine führende Rolle spielen. Da sich inzwischen sich eine Vielzahl von Einzelinstitutionen, Verbänden und Projekten mit der Thematik der digitalen Langzeitarchivierung befassen, sollen an dieser Stelle einige wenige wichtige Akteure vorgestellt werden.

Hierzu zählen die britische **Digital Preservation Coalition**, die **Library of Congress** des U.S. amerikanischen Bundesparlamentes oder die australische **National Library of Australia**.

Die **Digital Preservation Coalition** wurde im Juli 2001 von führenden britischen und internationalen Organisationen mit Sitz in Großbritannien gegründet, um sich gemeinsam den Herausforderungen der Langzeitarchivierung und dem langfristigen Datenmanagement digitaler Ressourcen zu stellen. Die DPC umfasst alle wichtigen Institutionen in Großbritannien im Bereich Bibliotheken, Archive, Verlegerorganisationen, Forschungseinrichtungen, Regierungsbüros und Dienstleister. Die DPC verfolgt folgende Ziele:

- Produktion und Distribution von Informationen über aktuelle Forschung und Praxis. Entwicklung von Fachkenntnissen der Mitgliedern in Bezug auf die Langzeitarchivierung
- Koordinierte Aktionen mit dem Ziel, Fragen des Erhalts digitaler Objekte in das Bewusstsein der Entscheidungsträger in Politik und Wirtschaft zu bringen
- Entwicklung und Koordination von Strategien zur digitalen Langzeitarchivierung in GB
- Ausbau und Förderung von Dienstleistung, Technologien und Standards für die digitale Langzeitarchivierung

Zu den Aktivitäten der DPC zählt die Organisation verschiedener thematischer Foren sowie die Verleihung eines Digital Preservation Award (DPC, 20.01.2005).

In den USA wird ein sehr umfassender und kooperativer Ansatz zum Umgang mit digitalem Wissen verfolgt. Ziel ist die Umsetzung einer Nationalen Strategie, dem „Plan for the National Digital Information Infrastructure and Preservation Program“ (NDIIPP). Die Initiative dazu ging vom U. S. amerikanischen Bundesparlament, dem U. S. Congress aus. Dieser erteilte dem Nationalarchiv, der **Library of Congress**, den Auftrag, eine entsprechende Konzeption zu entwickeln. Die Library of Congress erstellte in Kooperation mit gesellschaftlichen Akteuren aus den Bereichen Technik, Wirtschaft, Unterhaltung, Wissenschaft, Recht, und Archivwesen das National Digital Information Infrastructure and Preservation Program, welches im Oktober 2002 veröffentlicht wurde. Dieses Programm bezieht sich auf digitale Veröffentlichungen wie z.B. e-books e-journals, digital music, digital tv, digital video, web-sites und die damit verbundenen spezifischen Probleme. Das sind neben den Fragen zu den Standards für die Neuformatierung und Konservierung, sowie Systeme für die dauerhafte Sicherstellung des Zugriffs, auch Fragen nach dem Umgang mit Rechten, insbesondere Nutzungsrechten, nach der Katalogisierung und der Distribution. Wichtiger Aspekt des Programms ist die Benennung der wichtigsten Akteure sowie die Zuordnung deren Aufgaben und Verantwortlichkeiten (Library of Congress, 20.01.2005)

Die australische **National Library of Australia (NLA)** ist eine Behörde des Department of Communications, Information Technology and the Arts der Australischen Bun-

desregierung. Ihre Aufgabe ist das Bewahren des veröffentlichten und urkundlichen Erbes. Hinsichtlich des Erhaltes digitaler Quellen hat die NLA u.a. die Projekte Pandora und PADI ins Leben gerufen:

Pandora ist das Akronym für das Projekt **Preserving and Accessing Networked Documentary Resources of Australia**. Im Rahmen des Projektes werden seit 1996 Internetseiten ausgewählt und archiviert, die eine soziale, politische, kulturelle, religiöse, wissenschaftliche oder wirtschaftliche Bedeutung für Australien haben. Die archivierten Seiten werden in verschiedenen Rubriken gesammelt und können durch die Interessenten direkt aufgerufen werden (Pandora, 20.01.2005).

Das Projekt **Preserving Access Digital Information (PADI)** versteht sich als „subject gateway to international digital preservation resources“ (PADI, 20.01.2005), d.h. das Projekt übernimmt die Aufgabe einer Informationsplattform, die den Austausch zu verschiedenen Aspekten zu Themen der digitalen Langzeitarchivierung befördern soll. Darüber hinaus ist es das Ziel von PADI, Strategien und Richtlinien zur digitalen Langzeitarchivierung zu entwickeln und ein Forum für verschiedene Akteure aus dem breiten Spektrum der digitalen Langzeitarchivierung anzubieten. (PADI, 20.01.2005). Mit der Etablierung einer international besetzten Advisory Group stellt PADI sicher, dass der Austausch zu international wichtigen Archiven, Bibliotheken und Museen gewährleistet ist.

4 Herausforderungen

Die Ressource Wissen hat für die Entwicklung des Wissenschafts- und Technologiestandort Deutschland eine entscheidende Bedeutung. Wissenschaftler, Studenten und Unternehmen benötigen für ihre Arbeit einen reibungslosen Zugriff auf wissenschaftliche Informationen. Der reibungslose Zugriff beinhaltet vor allem den schnellen, ungehinderten Zugang zu relevanten wissenschaftlichen Informationen unabhängig von Ort und Zeit. Die Informationen sollten dem individuellen Bedarf entsprechen, qualitativ abgesichert sein und ohne Schnittstellen in die individuelle Arbeitsumgebung einbezogen werden können. Aus Nutzersicht wäre darüber hinaus - nach dem Prinzip alles aus einer Hand - eine Vernetzung der verschiedensten Anbieter wissenschaftlicher Informationen wünschenswert, um die Nachfrage so leicht wie möglich zu gestalten und möglichst viele Ressourcen wissenschaftlicher Informationen zu erschließen. Neben den zu schaffenden technischen, organisatorischen und rechtlichen Voraussetzungen für die Vernetzung ist aus Nutzersicht die (zielgruppenspezifische) inhaltliche Aufbereitung und Zuverlässigkeit der wissenschaftlichen Informationen von Bedeutung.

Hinsichtlich der digitalen wissenschaftlichen Informationen heißt das, dass sie trotz schnell verlaufender Innovationszyklen der Hard- und Software auch für nachfolgende Wissenschaftlergenerationen verfügbar bleiben müssen. Dafür gilt es, für die einzelnen Problemfelder der digitalen Langzeitarchivierung Lösungen zu finden.

Aus organisatorischer Sicht wird der Aufbau einer geeigneten Struktur für ein Archiv im Vordergrund stehen. Dafür sind neben den institutionellen Verantwortlichkeiten,

eine Reihe von Fragen zu klären, wie z.B. nach welchen Kriterien digitale Objekte als archivierungswürdig eingeschätzt werden und wer diese Kriterien ausarbeitet.

Analog zu der Archivierung gedruckter Publikationen, wo die Deutsche Bibliothek mit der Aufnahme von Pflichtexemplaren betraut ist, müssen für die Archivierung digitaler Ressourcen Institution beauftragt werden, digitale Publikationen auszuwählen, zu erfassen und zu archivieren. Mit der Förderung des Projektes Kopal, welches den Aufbau eines Archivs für digitale Informationen erprobt, ist ein wichtiger Schritt unternommen worden, eine solche Organisationsstruktur aufzubauen. Der Projekterfolg wird zeigen, ob die Zusammenstellung der einzelnen Partner geeignet ist, ein tragfähiges Konzept für ein digitales Archiv zu entwerfen. Die zukünftige Herausforderung wird darin liegen, die internationale Vernetzung mit anderen digitalen Archiven aufzubauen, um eine möglichst breite Vielfalt von Informationen anbieten zu können.

Neben den institutionellen Verantwortlichkeiten, müssen entsprechende rechtliche Grundlagen geschaffen werden bzw. das bestehende Recht angepasst werden. So müssen die entsprechenden Archive mit einem gesetzlichen Auftrag (ähnlich der Deutschen Bibliothek in Frankfurt) versehen werden, der diese berechtigt, die digitalen Quellen zu sammeln und zu archivieren (Sammelauftrag). Darüber hinaus müssen die bestehenden gesetzlichen Grundlagen zur Abgabe von Pflichtexemplaren um entsprechende Regelungen zu digitalen Quellen ergänzt werden. Berührt wird auch das Urheberrecht z.B. bei Vervielfältigung digitaler Quellen zum Zweck der Archivierung. Dies ist bislang ohne die Einwilligung des Urheberrechtsinhabers nicht zulässig. Das Urheberrecht regelt auch den öffentlichen Zugang zu geschützten Werken, d.h. ein Archiv kann ohne das Einverständnis des Rechteinhabers die archivierten Quellen z.B. nicht über das Internet der Öffentlichkeit frei zugänglich machen.

Eine weitere wesentliche Herausforderung für die Langzeitverfügbarkeit ist die Substanzerhaltung der digitalen Daten. Voraussetzung dafür ist, dass die aus unterschiedlichen Quellen stammenden und auf unterschiedlichen Trägermedien gespeicherten Daten in ein einheitliches Speichersystem überführt werden sollten. Zu diesem Zweck müssen entsprechende Soft- und Hardware-Lösungen entwickelt werden, die den dauerhaften Erhalt der Daten gewährleisten. Gleichzeitig wird die Migration der Datenbestände auf neue Generationen von Speichermedien eine Daueraufgabe für die digitalen Archive. Neben dem Erhalt des Datenbestandes gilt es, die entsprechenden Systemumgebungen (Hard- und Software) zu erhalten, um die Daten auch für nachfolgende Generationen verfügbar zu halten. Hier bietet die Emulation von Systemumgebungen einen möglichen Ansatz.

Weitere Herausforderungen ergeben sich bei der Entwicklung von technischen Dateistandards für die Langzeitarchivierung. So sollten alle für die Langzeitarchivierung vorgesehenen digitalen Objekte mit einem sog. Persistent Identifier ausgestattet sein, der Informationen zu den technischen Metadaten (Autor, Titel, Systemvoraussetzungen etc.) enthält. Ebenso müssen möglichst international verbindliche technische Standards für den Aufbau digitaler Archive festgesetzt werden, um Insellösungen zu vermeiden und eine möglichst breite Vernetzung der digitalen Archive zu erreichen. Nicht zuletzt

sollte die Verbreitung herstellerunabhängiger Standards für Dateiformate unterstützt werden, um so möglichst unabhängig von betriebswirtschaftlichen Entscheidungen der großen Softwarehersteller zu sein.

5 Forschungsbedarf

Aus den geschilderten Herausforderungen ergeben sich eine Reihe weiterführender Forschungsbedarfe. Dem entsprechend werden nachfolgend drei Forschungsbausteine skizziert, die einen Beitrag für die zukünftige Bewältigung der Herausforderungen der digitalen Langzeitarchivierung leisten können.

Nach wie vor sind die übergeordneten organisatorischen, technischen und rechtlichen Rahmenbedingungen für die Langzeitarchivierung digitaler Daten nicht gelöst sein. Derzeit befinden sich nationale wie internationale Pilotprojekte in der Umsetzung, die verschiedene organisatorische und technische Lösungen erproben und unter verschiedenen rechtlichen Rahmenbedingungen arbeiten.

Ergänzend zu den (nationalen) Pilotprojekten scheint eine projektbegleitende bzw. abschließende Evaluation sinnvoll. Im Mittelpunkt sollte dabei die Frage stehen, inwieweit sich die technischen und organisatorischen Lösungen bewährt haben. Des Weiteren sollte die Funktionalität der aufgebauten Archive durch einen intensiven Praxistest geprüft werden. Darüber hinaus sollte eine Roadmap entwickelt werden, die Auskunft gibt, welche mittel- und langfristigen technischen, rechtlichen und organisatorischen Trends sich abzeichnen und welche Wirkungen diese auf die Entwicklung zukünftiger digitaler Archive haben. Nicht zuletzt sollte im Zuge der weiteren Auseinandersetzung mit dem Thema geprüft werden, inwieweit das Thema digitale Langzeitarchivierung auch für Unternehmen relevant ist. Aus den beschriebenen Themenfeldern ergeben sich für die weitere Begleitung dieses Themas folgende Forschungsbausteine:

- Fachgespräch „Notwendigkeit und Praxis der digitalen Langzeitarchivierung in Unternehmen“

Das Thema digitale Langzeitarchivierung wurde bislang vor allem aus der Perspektive des Erhalts wissenschaftlicher Informationen bzw. der Erhaltung des kulturellen Erbes betrachtet. Eine Recherche bei einschlägigen Branchenverbänden (BITKOM e.V., BVDW e.V.) ergab, dass das Thema Digitale Langzeitarchivierung in seiner Gesamtheit bislang keine Rolle spielt. Z.T. werden Einzelaspekte wie das „Information Lifecycle Management“ diskutiert.

Ziel dieses Fachgesprächs soll sein, das Thema digitale Langzeitarchivierung aus der Sicht von Unternehmen zu betrachten.⁶ Dabei sollen die Schnittstellen herausgearbeitet,

⁶ „Die Archivierung von Dokumenten ergibt sich aus den Erfordernissen von Geschäftsprozessen, aus Gesetzen sowie sonstigen Vorschriften und nicht zuletzt aus Gründen der Beweissicherung bei Haftungsfragen für Produkte oder Verantwortlichkeiten“. (Hässig 2004)

die möglichen Problemdimensionen erörtert und die entsprechenden Forschungs- und Unterstützungsbedarfe für die Unternehmen ausgelotet werden. Dazu soll in einem ersten Schritt ein Überblick über die gegenwärtige unternehmerische Praxis der Archivierung unternehmensrelevanter Daten geschaffen werden. In einem zweiten Schritt sollen die sich daraus ergebenden technischen und organisatorischen Probleme identifiziert werden. Abschließend sollen Lösungsstrategien gesammelt und erörtert werden. Die Teilnehmer eines solchen Fachgespräches sollten Unternehmensvertreter und Branchenverbände sowie Vertreter der wissenschaftlichen Community sein.

- Roadmapping

Ziel des Roadmapping ist die Analyse und Bewertung der aktuellen technischen, organisatorischen und rechtlichen Entwicklungen die im Zusammenhang mit der digitalen Langzeitarchivierung stehen. Die Roadmap sollte interdisziplinär in Zusammenarbeit mit Bibliothekaren/Archivaren, Technikern und Juristen entwickelt werden. Die Ergebnisse sollten als Informationsgrundlage in entsprechende Pilotprojekte eingespeist werden.

- Evaluation von Pilotprojekten

Die laufenden nationalen und internationalen Pilotprojekte sollten begleitend oder nach Abschluss von unabhängiger Seite evaluiert werden, um zu überprüfen, ob sie den Anforderungen der entsprechenden Nutzergruppen (z.B. WissenschaftlerInnen, Studenten) gerecht werden. Im Vordergrund sollte dabei die Prüfung der Praxistauglichkeit stehen. Darüber hinaus wäre die Beobachtung fortgeschrittener Projekte im europäischen oder angelsächsischen Sprachraum interessant, um daraus Rückschlüsse für die Umsetzung in Deutschland zu generieren.

6 Akteure

Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht über nationale Schlüsselakteure im Forschungsfeld der digitalen Langzeitarchivierung wieder.

Akteure	Bemerkungen	Ansprechpartner
<p>Bundesministerium für Bildung und Forschung</p>	<p>Das Thema Digitale Langzeitarchivierung wird im BMBF unter dem Thema Digitale Bibliothek eingeordnet.</p> <p>Die förderpolitischen Strategien sind im Positionspapiers "Information vernetzen - Wissen aktivieren" dargelegt</p> <p>Förderpolitisch eingebettet ist das Thema in das:</p> <p>Förderprogramms Informations- und Kommunikationstechnik "IT-Forschung 2006"</p> <p>Aktionsprogramms "Informationsgesellschaft Deutschland 2006" (Seite 45-48)</p> <p>Aktionsprogramms der Bundesregierung "Innovation und Arbeitsplätze in der Informationsgesellschaft des 21. Jahrhunderts" (Kap. 4.3 / "Digitale Bibliothek")</p>	
<p>Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR)</p> <p>Projektträger „Neue Medien in der Bildung + Fachinformation“</p>	<p>Das DLR fungiert als Projektträger für das BMBF und übernimmt die wissenschaftlich-technische und verwaltungsmäßige Projektbegleitung, Mitarbeit bei der Programmentwicklung und Programmbeglei-</p>	<p>DLR</p> <p>Dr. Franz Walch</p> <p>Telefon: 06151 869-726</p> <p>Telefax: 06151 869-740</p> <p>Dolivostraße 15</p> <p>64293 Darmstadt</p>

	<p>tung. Der PT-NMB+F ist Anlaufstelle für die Antragsteller aus Wissenschaft und Wirtschaft</p>	
<p>Projekt nestor</p>		
<p>nestor – Kompetenznetzwerk Langzeitarchivierung</p>	<p>Ziel des Projektes ist es, ein Kompetenznetzwerk aufzubauen, durch welches sichergestellt werden kann, dass digitale Quellen in Deutschland langfristig archiviert, gesichert und zur Verfügung gestellt werden können.</p>	<p>Die Deutsche Bibliothek Hans Liegmann Adickesallee 1 60322 Frankfurt am Main</p>
<p>Bayerische Staatsbibliothek</p>	<p>Projektpartner beim Vorläuferprojekt zu nestor „Langzeitarchivierung digitaler Publikationen“</p> <p>Veranstalter eines Expertengesprächs zum Thema "Langfristarchivierung digitaler Publikationen"</p> <p>Rolle innerhalb nestor ist unklar</p>	<p>Helmut Hägele M.A. Ludwigstraße 16 Tel: 089 28638-0 80539 München</p>
<p>Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek</p>	<p>An der SUB Göttingen wird im Rahmen des Projektes eine Informationsdatenbank (Subjekt Gateway) zu allen deutschsprachigen, die Archivierung digitaler Ressourcen betreffenden Quellen erstellt. Dieses Angebot wird auch eine Veranstaltungsdatenbank und eine Expertendatenbank umfassen.</p>	<p>Dr. Heike Neuroth Platz der Göttinger Sieben 1 Tel: 0551/39-3866 37070 Göttingen</p>

Humboldt Universität zu Berlin		Computer- und Medienservice Unter den Linden 6 10099 Berlin Tel:030 2093-7010/2261 Fax: 030 2093-2959
Staatliche Archive Bayern	Aktiv in Vorläuferprojekt „Archivierung digitaler Unterlagen der Verwaltung“	Generaldirektion der Staatlichen Archive Bayerns Schönfeldstr. 5 80539 München
Institut für Museumskunde		Staatliche Museen zu Berlin - Preußischer Kulturbesitz In der Halde 1 Tel: 030 - 8301 460 14195 Berlin
Projekt KOPAL		
KOPAL – Kooperativer Aufbau eines Langzeitarchivs digitaler Informationen	Ziel ist die Erprobung und Implementierung eines Langzeitarchivierungssystems für digitale Publikationen	Die Deutsche Bibliothek Reinhard Altenhöner - Projektleiter Adickesallee 1 Tel: 069-1525-1700 60322 Frankfurt
Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek		Frank Klapproth Platz der Göttinger Sieben 1 Tel: 0551/39-5228 37070 Göttingen

IBM Deutschland GmbH	Ist für die Technische Umsetzung des Projektes zuständig	Irmgard Kurth Godesberger Allee 115 Tel: 0228/881686 53175 Bonn
Gesellschaft für Wissenschaftliche Datenverarbeitung mbH Göttingen		Dagmar Ullrich Am Fassberg 11 Tel: 0551/201-1827 37077 Göttingen
Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e.V. - BITKOM	Keine integrierte Betrachtung des Themas. Verfügt aber über verschiedene Arbeitskreise, die sich mit Teilfragen der digitalen Langzeitarchivierung befassen (z.B. AK Speichertechnologien, AK Intellectual Property)	Albrechtstraße 10 10117 Berlin Postfach 640144 10047 Berlin Te: 0 30 / 2 75 76-0
Bundesverband Digitale Wirtschaft – BVDW e.V.	Ebenfalls keine integrierte Betrachtung des Themas. Verfügt über eine Fachgruppe, die sich mit dem Thema „Digital Rights Management“ befasst.	Bundesverband Digitale Wirtschaft (BVDW) e.V. Kaistraße 14 40211 Düsseldorf

7 Literatur

Arthur D. Little GmbH und Gesellschaft für Innovationsberatung mbH: Zukunft der wissenschaftlichen und technischen Information in Deutschland, Bonn 2002

Bárány, Balázs: Informationsverlust durch Digitalisierung, Diplomarbeit an der an der Fakultät für Sozialwissenschaften der Universität Wien, 2004

Bodí, Dominik: Emulation als Methode zur Langzeitarchivierung digitaler Dokumente, schriftliche Ausarbeitung eines Vortrags im Rahmen des Seminars „Digitale Bibliotheken“ an der Universität der Bundeswehr München, 24.05.2000

Brand, Stewart: Das Ticken des langen Jetzt, Frankfurt am Main, 2000

Bundesministerium für Bildung und Forschung: Information vernetzen – Wissen aktivieren, Strategisches Positionspapier, Bonn 2002

Bundesministerium der Justiz: Urheberrecht in der Wissensgesellschaft - ein gerechter Ausgleich zwischen Kreativen, Wirtschaft und Verbrauchern, Pressemitteilung vom 09.11.2004

Council of the Consultative Committee for Space Data Systems: Reference Model for an Open Archival Information System (OAIS), January 2002, <http://www.ccsds.org/documents/650x0b1.pdf>

Danz, Cornelia: 3D-Datenspeicher mit Potenzial, in iX, 2001

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt: Portal Digital Library Forum, http://www.dlr.de/pt_nmbf/dig_lib_forum, 20.01.2005

Digital Preservation Coalition: <http://www.dpconline.org/graphics/index.html> 20.01.2005

Dobratz, Susanne; Tappenbeck, Inka: Thesen zur Zukunft der digitalen Langzeitarchivierung in Deutschland, in Bibliothek 26. 2002, Nr. 3

Hässig, Hartmut: Rechtliche Rahmenbedingungen für Information Lifecycle Management, http://www.emc-special.de/isd04/downloads/EMC_Rechtl_Rahmenbed_ILM.pdf, 2004

Kompetenznetzwerk Langzeitarchivierung: Langzeitarchivierung digitaler Ressourcen, <http://www.langzeitarchivierung.de/modules.php?op=modload&name=News&file=article&sid=5&mode=thread&order=0&thold=0>, 19.07.2004

Kompetenznetzwerk Langzeitarchivierung: Emulation, <http://www.langzeitarchivierung.de/index.php?module=Encyclopedia&func=displayterm&id=6&vid=1>, 15.09.2004

Kompetenznetzwerk Langzeitarchivierung: Migration, <http://www.langzeitarchivierung.de/index.php?module=Encyclopedia&func=displayterm&id=8&vid=1>, 15.09.2004

Kompetenznetzwerk Langzeitarchivierung: Langzeitarchivierung digitaler Ressourcen, <http://www.langzeitarchivierung.de/modules.php?op=modload&name=News&file=article&sid=5>, 16.09.2004

Kompetenznetzwerk Langzeitarchivierung: Kopal – Kooperativer Aufbau eines Langzeitarchivs digitaler Informationen, <http://www.langzeitarchivierung.de/modules.php?op=modload&name=News&file=article&sid=25>, 20.01.2005

Kompetenznetzwerk Langzeitarchivierung: Kompetenznetzwerk Langzeitarchivierung, <http://www.langzeitarchivierung.de/index.php>, 15.01.2005

Kompetenznetzwerk Langzeitarchivierung: Flyer zum Projekt Kopal, http://www.langzeitarchivierung.de/downloads/Kopal_Flyer_2004_10_06.pdf, 20.01.2005

Kuenzli, Hansjoerg: Über die Haltbarkeit digitaler Daten, Rundbrief Fotografie, Sonderheft 3, 1998

Library of Congress: National Digital Information Infrastructure and Preservation Program, <http://www.digitalpreservation.gov>, 20.01.2005

Niese, Mark: Der langsame Tod der Computerdiskette, Spiegel Online, <http://www.spiegel.de/netzwelt/technologie/0,1518,318046,00.html>, 15.09.2004

Norsam Technologies: HD-Rosetta Archival Preservation Technologies and Services, <http://www.norsam.com/rosetta.html>, 16.09.2004

Preserving Access Digital Information (PADI): <http://www.nla.gov.au/padi>, 20.01.2005

Preserving and Accessing Networked Documentary Resources of Australia (Pandora): Australias Web Archive: <http://pandora.nla.gov.au/index.html>, 20.01.2005

Rothenberg, Jeff: Die Konservierung digitaler Informationen. In: Spektrum der Wissenschaft, September 1995

Rothenberg, Jeff: Avoiding Technological Quicksand, Finding A Viable Technocal Foundation for Digital Preservation, Council on Library and Information Resources, 1998, Internet <http://www.clir.org/pubs/reports/rothenberg/preface.html>

Schwens, Ute; Liegmann, Jens: Langzeitarchivierung digitaler Ressourcen, <http://www.langzeitarchivierung.de/downloads/digitalewelt.pdf>, o.J.

Simon, Hartmut: Rechtliche Probleme der Langzeitarchivierung und –zugänglichkeit, Vortrag auf dem Workshop „Aspekte einer bundesdeutschen Strategie zur digitalen Langzeitarchivierung“ Göttingen, 1. und 2. Juni 2004

Strass, Hermann: Grundlagen Holographischer Speichertechnik, <http://www.tecchannel.de/hardware/1197/index.html>, 11.07.2003

School of Information Management and Systems (SIMS), University of California at Berkley: How much information 2003? <http://www.sims.berkeley.edu/how-much-info-2003>

Stoll, Clifford: Die Wüste Internet. Geisterfahrten auf der Datenautobahn. Frankfurt am Main 1996

The Longnow Foundation: The Rosetta Project, <http://www.rosettaproject.org>, 16.09.2004

UNESCO: Digital Information Poses Problems For Conservationists, UNESCO Feature No.2002-10, 06.12.2002, http://portal.UNESCO.org/ci/en/ev.php-URL_ID=2235&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html

UNESCO: UNESCO Charter On The Preservation Of The Digital Heritage, http://portal.UNESCO.org/ci/en/ev.php-URL_ID=13366&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html, 31.10.2003

Wikipedia: Digitales Vergessen, http://de.wikipedia.org/wiki/Digitales_Vergessen, 15.03.2004

Wikipedia: Speichermedium, <http://de.wikipedia.org/wiki/Speichermedien>, 07.09.2004

Zimmer, Dieter E.: Das große Datensterben, Die Zeit, 47/1999