

Backupkonzept des Digitalen Monumentalbau-Archivs MonArch

Alfons Ruch, Alexander Stenzer, Burkhard Freitag

Lehrstuhl für Informationsmanagement, Universität Passau

`Alfons.Ruch@uni-passau.de`

`Alexander.Stenzer@uni-passau.de`

`Burkhard.Freitag@uni-passau.de`



Technischer Bericht, Nummer MIP-0913
Fakultät für Informatik und Mathematik
Universität Passau, Deutschland
August 2009

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	5
2	Datenbestand des DMA	5
2.1	Logischer Datenbestand	5
2.2	Physischer Datenbestand	6
3	Sicherungsstrategie	6
3.1	Sicherungskonzepte	7
3.2	Sicherungskonzept des DMA	7
4	Sicherungsablauf	8
4.1	Rollen für die Sicherung	9
4.2	Sicherung des logischen Datenbestandes	9
4.3	Sicherung des physischen Datenbestandes	10
4.3.1	MonArch DMA Backup	10
4.3.2	Installation der MonArch DMA Sicherungssoftware	10
4.3.3	Kopieren der Sicherung auf ein externes Medium	13
4.4	Rollenverteilung im MonArch-Projekt	15
4.5	Allgemeines zum Umgang mit DVDs	15
5	Maßnahmenprotokoll	15
6	Manuelle Sicherung	17
6.1	Manuelle Durchführung der Sicherungsstufe 1	17
6.2	Manuelle Durchführung der Sicherungsstufe 2	17

1 Einleitung

Das Digitale Monumentalbau-Archiv (DMA) speichert verschiedenste Arten von Dokumenten und muss den Erhalt dieser Dokumente dauerhaft sicherstellen. Um das Archivsystem vor Fehlern, z.B. Gerätefehlern oder versehentlichem Löschen, zu schützen, muss eine regelmäßige Sicherung durchgeführt werden. Dieser Bericht enthält eine Übersicht über die Sicherungsstrategie des Digitalen Monumentalbau-Archivs und eine Anleitung zum Einrichten der Sicherung.

2 Datenbestand des DMA

Der Datenbestand des DMA wird in zwei Kategorien aufgeteilt, den logischen und den physischen Datenbestand. Abbildung 1 zeigt die Aufteilung des Datenbestandes und die einzelnen Bestandteile.

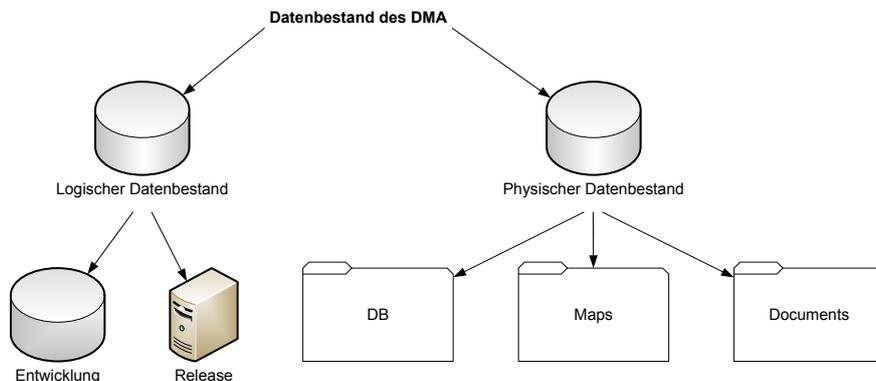


Abbildung 1: Aufteilung des Datenbestandes im DMA

2.1 Logischer Datenbestand

Unter den *logischen Datenbestand* fallen alle Daten, die notwendig sind, um die Nutzdaten des Archivs bereitzustellen.

Im Archivsystem wird der Datenbestand folgendermaßen aufgeteilt:

- **Programmversionen:** Dies sind die Releaseversionen der Archivsoftware, die den Zugriff auf den physischen Datenbestand ermöglichen. Dabei besteht eine Versionsabhängigkeit zwischen der Version der Software und der Version des physischen Datenbestandes. Bei der Programmversion wird zwischen zwei Arten unterschieden:
 1. **Entwicklungsversion:** Unter einer Entwicklungsversion versteht man eine Version der Software zu einem beliebigen Zeitpunkt. Entwicklungsversionen werden nicht operativ eingesetzt und sind auch nicht auf CD verfügbar.
 2. **Releaseversion:** Unter einer Releaseversion versteht man eine speziell getestete und für den operativen Einsatz freigegebene Version.

Releaseversionen werden in regelmäßigen Abständen erstellt und auf CD verfügbar gemacht. Zu jeder Releaseversion wird auch eine passende Version des Datenbankschemas herausgegeben.

- **Schema der Datenbank (DB):** Bei dem Schema der DB besteht ebenfalls eine Versionsabhängigkeit zu der Programmversion.
- **Quellcode der Archivsoftware:** Darunter versteht man alle Codequellen, die für die Erstellung einer Programmversion erforderlich sind.

Zusammen bilden die Programmversionen, die Schemata und der Quellcode den logischen Datenbestand des Archivs.

2.2 Physischer Datenbestand

Unter dem *physischen Datenbestand* versteht man alle auf einem Datenträger gespeicherten Dateien, die Nutzdaten darstellen.

Im Archivsystem werden diese Dateien in verschiedene Kategorien unterteilt:

- **Dokumente (Documents):** Dokumente sind alle ins Archiv eingefügten Informationsobjekte. Ein Informationsobjekt besteht dabei aus einer Datei und den Metadaten zu dieser Datei. Das Archiv erzeugt beim Einfügen eine Kopie der Datei und speichert diese in einem separaten Dateisystemordner „Documents“. Die Metadaten werden separat gespeichert
- **Navigationskarten (Maps):** Navigationskarten sind alle Karten, die für die Navigation im Archiv Verwendung finden. Diese werden ebenfalls in einem separaten Ordner „Maps“ abgespeichert. Die Karten ermöglichen die graphische Navigation im Gebäude.
- **Datenbank (DB):** Die Datenbank besteht aus den Datenbankdateien, die die Datenbank für das Archiv beinhalten. In der Datenbank sind alle Metadaten zu den Dokumenten abgespeichert.

Zusammen bilden die Dokumente, die Navigationskarten und die Datenbank den physischen Datenbestand des Archivs.

3 Sicherungsstrategie

In dem folgenden Abschnitt wird eine Einführung in die allgemeinen Sicherungskonzepte gegeben, um dann auf das Sicherungskonzept des DMA einzugehen.

3.1 Sicherungskonzepte

Es gibt drei grundlegende Sicherungskonzepte [CVK98], die hier kurz vorgestellt werden (siehe Abbildung 2).

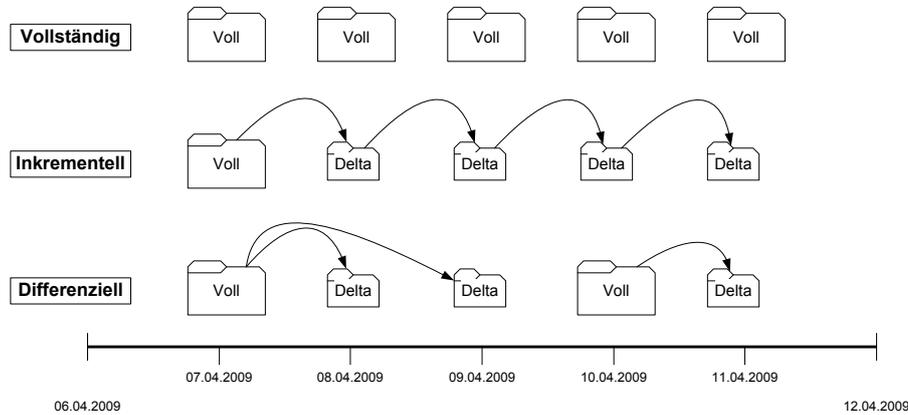


Abbildung 2: Die drei grundlegenden Sicherungskonzepte

- **Vollständige Sicherung:** Bei dieser Art der Sicherung wird zu jedem Sicherungszeitpunkt eine komplette Sicherung der Daten durchgeführt.
- **Inkrementelle Sicherung:** Bei dieser Art der Sicherung wird einmal eine vollständige Sicherung durchgeführt. Zu den nachfolgenden Sicherungszeitpunkten werden nur die Daten gesichert, die sich geändert haben.
- **Differenzielle Sicherung:** Bei der differenziellen Sicherung wird in definierten Abständen eine vollständige Sicherung durchgeführt. Zu jedem weiteren Sicherungszeitpunkt werden nur Daten gesichert, die sich, bezogen auf die letzte vollständige Sicherung, geändert haben.

Eine Kombination dieser drei grundlegenden Sicherungskonzepten ist möglich.

3.2 Sicherungskonzept des DMA

Um das DMA zu sichern, muss eine Sicherungsstrategie sowohl den physischen als auch den logischen Datenbestand sichern. Die für die Sicherung des DMA entwickelte Sicherungsstrategie trennt die Sicherung des physischen und des logischen Datenbestandes.

Die Sicherung des physischen Datenbestandes stellt dabei für jede DMA Installation sicher, dass eine Wiederherstellung der ins Archiv eingepflegten Daten, zu jedem beliebigen Sicherungszeitpunkt möglich ist.

Die Sicherung des logischen Datenbestandes stellt im Gegensatz dazu sicher, dass eine defekte DMA Installation wiederhergestellt werden kann.

Bei einer Beschädigung der Nutzdaten reicht somit die Sicherung des physischen Datenbestandes aus, um eine Wiederherstellung durchzuführen. Bei einem Kompletverlust des Archivs, z.B. durch eine defekte Platte, kann mit Hilfe der Sicherung des logischen und des physischen Datenbestandes das Archiv vollständig und konsistent wiederhergestellt werden.

Für die Sicherung des physischen Datenbestandes setzt das Archivsystem eine differenzielle Sicherung ein. Damit wird nicht für jeden Sicherungsvorgang Speicherplatz im Umfang des gesamten Archivs benötigt. Es ist aber trotzdem zu jeder Zeit möglich, das Archiv wiederherzustellen.

In den folgenden Abschnitten wird auf die notwendigen Schritte eingegangen, welche für die Datensicherung der logischen und physischen Datenbestände durchgeführt werden müssen. Zusätzlich werden Rollen definiert, die die Sicherung durchführen und überwachen.

Die hier vorgestellte Sicherung stellt keine Langzeitspeicherung oder Langzeitarchivierung des Archivs dar. Informationen zur Langzeitarchivierung der Daten sind in [Ru09] zu finden.

4 Sicherungsablauf

Dieser Abschnitt beschreibt im Detail, wie ein Sicherungsschema eingerichtet und durchgeführt wird. Dabei wird, wie in Abschnitt 3 eingeführt, zwischen dem logischen und dem physischen Datenbestand unterschieden. Die Aufgaben werden den entsprechenden Rollen zugewiesen. Abbildung 3 stellt die einzelnen Schritte der Sicherung schematisch dar.

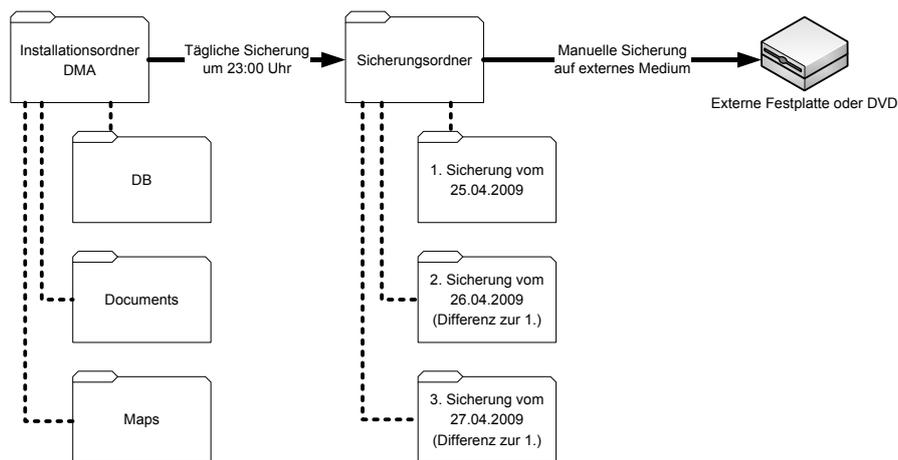


Abbildung 3: Sicherung des DMA

4.1 Rollen für die Sicherung

Die einzelnen Sicherungsaufgaben werden an verschiedene Rollen verteilt. Dabei ist die Person, die eine Rolle inne hat, verantwortlich für die Durchführung der jeweiligen Aufgabe. Folgende Aufteilung der Rollen gibt es:

- **DMA Installation:** Diese Rolle ist für die Installation des DMA verantwortlich.
- **DMA Administration:** Diese Rolle ist für den Betrieb des DMA verantwortlich.
- **DMA Entwicklung:** Diese Rolle ist für die Entwicklung des DMA verantwortlich.
- **DMA Entwicklung-Administration:** Diese Rolle ist für die Administration der Entwicklungsumgebung, der Versionsverwaltung und der Releasemedien verantwortlich.

4.2 Sicherung des logischen Datenbestandes

Der logische Datenbestand des Archivsystems wird in zwei Schritten gesichert.

1. Die Sicherung der Programmversionen:

Die verschiedenen Programmversionen werden mit Hilfe einer Versionsverwaltungs-Software (im MonArch Projekt SVN [Cor09]) verwaltet. Die somit in der Versionsverwaltungs-Software enthaltenen Entwicklungsversionen müssen täglich zusammen mit der Versionsverwaltungs-Software z.B. auf Magnetbänder gesichert werden. Dies stellt sicher, dass alle existierenden Entwicklungsversionen des DMA archiviert und rekonstruierbar sind. Zusätzlich werden die Releaseversionen auch auf einer Installations-CD des DMA gesichert. Für die Speicherung der Entwicklungsversionen in der Versionsverwaltungs-Software ist die Rolle „DMA Entwicklung“ zuständig. Für die Einrichtung und Überprüfung der täglichen Sicherung ist die Rolle „DMA Entwicklung-Administration“ verantwortlich. Ebenfalls übernimmt diese Rolle die Erstellung der Installations-CD und deren sichere Aufbewahrung.

2. Die Sicherung des Datenbankschemas:

Die unterschiedlichen Versionen des Datenbank-Schemas können ebenfalls mit der Versionsverwaltungs-Software verwaltet werden. Die erstellten Installations-CDs mit den Releaseversionen des DMA enthalten auch die SQL-Anweisungen zum Erstellen des passenden Datenbankschemas. Dies stellt sicher, dass alle Versionen des Datenbankschemas gesichert und zu jedem Zeitpunkt wiederherstellbar sind. Die Versionskompatibilität zwischen Datenbankschema und Programmversion ist durch die gemeinsame Speicherung auf der Installations-CD sichergestellt.

Als Konsequenz aus der Tatsache, dass in die regelmäßige Sicherung des logischen Datenbestandes nur Rollen der Entwicklung involviert sind, müssen alle MonArch-Installationen nur den physischen Datenbestand sichern. Der logische

Datenbestand kann jederzeit durch das Entwicklungsteam und die Entwicklungsadministration zur Verfügung gestellt werden. Um eine schnelle Wiederherstellung eines Archivs zu gewährleisten, bietet es sich an, neben der Sicherung der physischen Datenbestände immer auch eine Installations-CD des DMA mit der dazugehörigen Version aufzubewahren.

4.3 Sicherung des physischen Datenbestandes

Um den physischen Datenbestand des Archivs zu sichern, kann prinzipiell entweder die Archiv-Sicherung in eine bestehende lokale Sicherungsstrategie integriert oder das im Folgenden beschriebene Verfahren angewendet werden.

Die hier vorgestellte Sicherung des DMA ist eine differenzielle „kalte“ Sicherung. Kalte Sicherung bedeutet in diesem Fall, dass das Archiv zum Zeitpunkt der Sicherung nicht verfügbar ist.

Die Sicherung des Digitalen Monumentalbau-Archivs erfolgt in zwei Stufen. Dabei wird der Datenbestand in der ersten Stufe automatisch jeden Tag gesichert und zusätzlich in der zweiten Stufe zu einem späteren Zeitpunkt auf ein externes Medium übertragen.

Bevor eine tägliche oder manuelle Sicherung durchgeführt werden kann, muss das Sicherungsschema eingerichtet werden.

Für das Einrichten des Sicherungsschemas ist die Rolle „DMA Installation“ verantwortlich. Die Rolle „DMA Administration“ übernimmt die manuelle Sicherung auf ein externes Medium.

Der folgende Abschnitt beschreibt, wie das Sicherungsschema installiert und eingerichtet wird.

4.3.1 MonArch DMA Backup

Für die Sicherung des DMA ist die spezielle Sicherungssoftware *DMA Backup* entwickelt worden. Diese Sicherungssoftware sichert in Form einer differenziellen Sicherung den physischen Datenbestand des Archivs in einen vorher angegebenen Bereich des Dateisystems. Bei jeder Sicherung werden die Ordner „Documents“, „Maps“ und „DB“ berücksichtigt. Die einzelnen Sicherungszeitpunkte werden in einer Katalog-Datei dokumentiert und ermöglichen so die Wiederherstellung des physischen Datenbestandes. Somit besteht ein Sicherungssatz aus der Katalog-Datei und den gesicherten Daten.

4.3.2 Installation der MonArch DMA Sicherungssoftware

Die Sicherungssoftware *DMA Backup* lässt sich in wenigen Schritten installieren und einrichten. Als Voraussetzung für die Installation der Sicherungssoftware muss das DMA auf dem betreffenden Rechner installiert sein.

Die folgenden Schritte beschreiben die Installation und Einrichtung der Sicherung.

1. Starten des Setups der Sicherungssoftware. (siehe Abbildung 4)
2. Auswahl des Installationsordners. (siehe Abbildung 5)



Abbildung 4: Installation der Sicherungssoftware

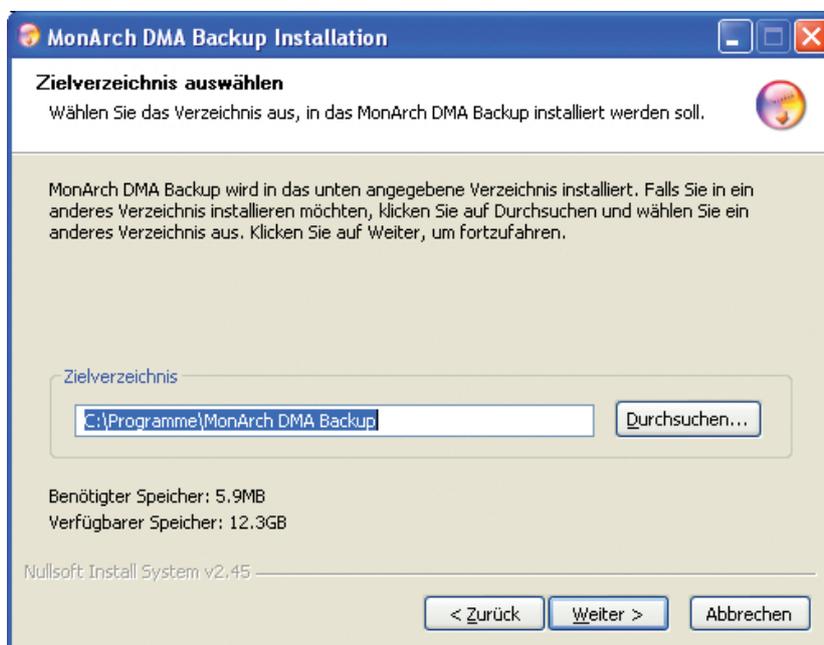


Abbildung 5: Auswahl des Installationsordners

Bei der Wahl des Installationsordners ist es wichtig, sich den entsprechenden Dateipfad bzw. Ordnernamen zu merken, da er für die manuelle Sicherung auf ein externes Medium wieder benötigt wird. Wird nun auf „Weiter“ geklickt, installiert sich die Sicherungssoftware im angegebenen Verzeichnis. Im nächsten Schritt muss die Sicherung konfiguriert werden.

3. Konfiguration der Sicherung. (siehe Abbildung 6)

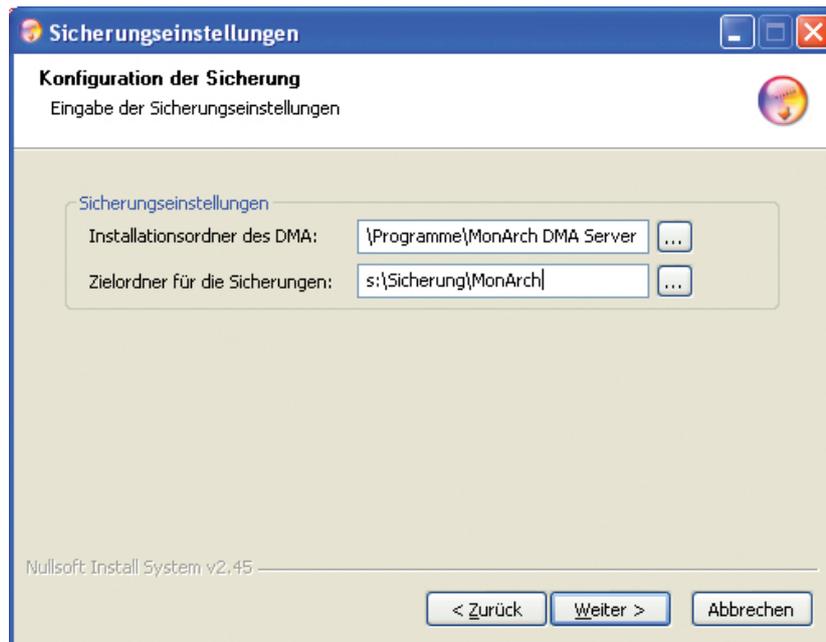


Abbildung 6: Konfiguration der Sicherung

Zur Konfiguration der Sicherung müssen zwei Werte angegeben werden:

- **Installationsordner des DMA:** (siehe Abbildung 7)
Hier muss der Installationsordner des DMA angegeben werden. In diesem Ordner müssen folgende Unterordner vorhanden sein:
 - **DB:** Hier ist die Datenbank abgelegt.
 - **Documents:** Hier sind alle Dokumente, die ins Archiv eingefügt wurden, abgelegt.
 - **Maps:** Hier sind die Navigationskarten des Archivs abgelegt.
- **Zielordner der Sicherungen:**
Hier ist ein leerer Ordner erforderlich, in dem die Sicherungsdateien abgespeichert werden. Dieser Ordner sollte nach Möglichkeit auf einer anderen, physikalisch getrennten, Platte liegen. Wie schon beim Installationsordner ist es auch hier wichtig, sich den Dateipfad bzw. Ordnernamen des Zielordners zu merken.

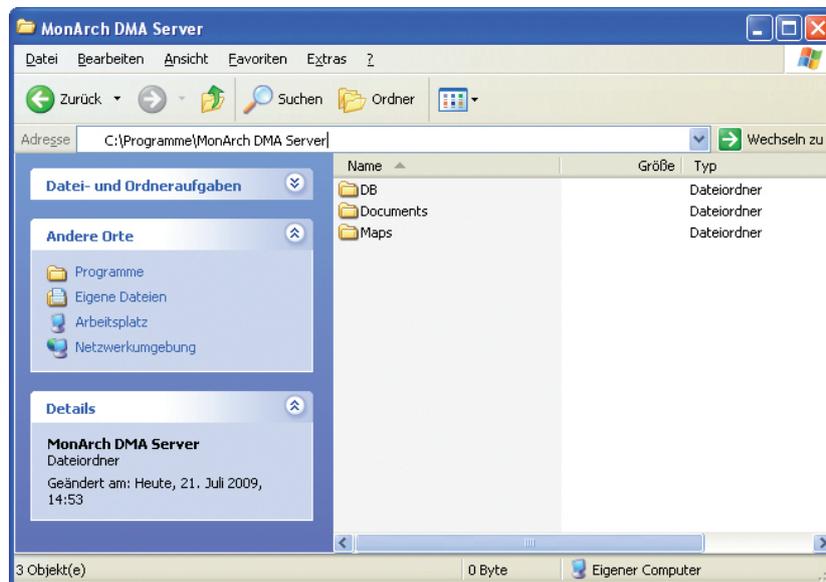


Abbildung 7: Installationsordner des DMA

Wird die Konfiguration mit „Weiter“ abgeschlossen, stellt das Installationsprogramm automatisch eine tägliche Sicherung um 23:00 Uhr ein. Diese kann bei Bedarf manuell in der Aufgabenverwaltung des Betriebssystems geändert werden. Für Microsoft Windows XP findet man die Aufgabenverwaltung unter „Start/Alle Programme/Zubehör/Systemprogramme/Geplante Tasks“, dort kann unter Eigenschaften der Aufgabe (siehe Abbildung 8) der Zeitplan der Sicherungsaufgabe geändert werden.

4. Abschluss der Sicherung.

Nach dem die Installationsroutine beendet wurde, ist die automatische Sicherung konfiguriert und eingerichtet.

In dem folgenden Abschnitt wird nun das Vorgehen für die Sicherung auf ein externes Medium erläutert.

4.3.3 Kopieren der Sicherung auf ein externes Medium

Die erste Stufe der Sicherung ist mit der automatischen Sicherung eingerichtet. Die zweite Stufe besteht in einer manuellen Sicherung auf ein externes Medium, die in regelmäßigen Abständen durchgeführt werden muss. Dabei kann die Sicherung auf

- eine externe Platte gespiegelt werden, oder
- auf separate Datenträger wie DVDs oder Bänder kopiert werden.

Die Auswahl der Medien orientiert sich an den in [DFG09, Kap. 2.4] vorgestellten Trägermaterialien.

Die Sicherung wird wie folgt durchgeführt:

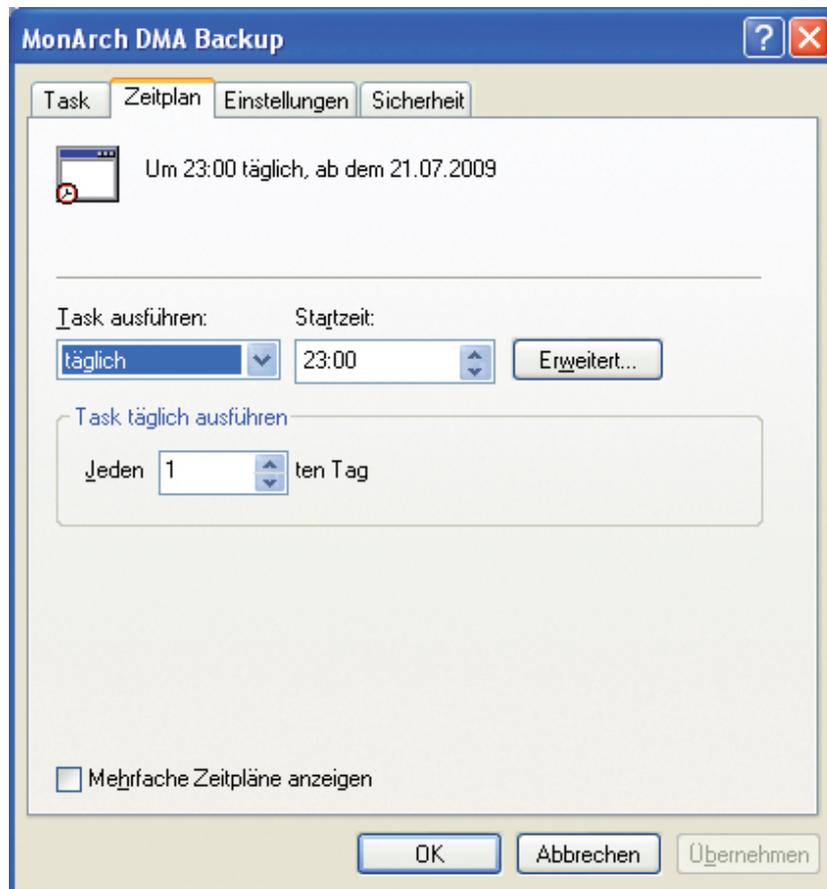


Abbildung 8: Zeitplan der Sicherungsaufgabe

1. Schließen Sie das externe Medium an den Rechner an oder legen Sie es in das entsprechende Laufwerk ein.
2. Kopieren Sie den Sicherungsordner komplett auf das externe Medium. Verwenden Sie eine DVD, so können Sie den Ordner direkt kopieren. Andernfalls kopieren Sie bitte den Sicherungsordner in einen separaten Ordner, den Sie wie folgt beschriften „DMA_YYYY-mm-dd“. Eine Sicherung vom 24. Oktober 2007 wird beispielsweise mit dem Namen „DMA_2007-10-24“ versehen.
3. Kopieren Sie zusätzlich den Installationsordner der Sicherungssoftware auf das externe Medium. Der Installationsordner enthält die Katalog-Datei. Dieser Schritt ist notwendig, damit sichergestellt ist, dass bei einem Ausfall des Archivs die Wiederherstellung durchgeführt werden kann.
4. Nachdem die Sicherung durchgeführt wurde, starten Sie den Brennvorgang oder trennen Sie das externe Medium von dem Rechner.
5. Bewahren Sie das externe Sicherungsmedium räumlich getrennt von dem Ort für den DMA-Routinebetrieb, an einem sicheren Ort, gemeinsam mit

der Installations-CD des Archivs auf.

4.4 Rollenverteilung im MonArch-Projekt

Die Rollen für die Sicherung sind im MonArch-Projekt klar verteilt. Die Rollen „DMA Entwicklung“ und „DMA Entwicklungs-Administration“ werden vom Institut für Informationssysteme und Softwaretechnik (IFIS) übernommen. Somit ist die Sicherung des logischen Datenbestandes gewährleistet.

Die Rolle „DMA Installation“ wird entweder vom IFIS übernommen oder von einem Administrator vor Ort. Falls das IFIS das DMA vor Ort installiert oder das DMA durch Server-Hosting bei IFIS betrieben wird, ist das IFIS für das Einrichten des automatischen Backups verantwortlich.

Die Rolle „DMA Administration“ wird beim Server-Hosting ebenfalls vom IFIS übernommen. In den anderen Fällen muss vor Ort jemand bestimmt werden, der die manuelle Sicherung des physischen Datenbestandes übernimmt.

4.5 Allgemeines zum Umgang mit DVDs

Im Folgenden werden allgemeine Empfehlungen für den Umgang mit DVDs zusammengestellt.

Die DVD-Rohlinge der Firmen Fujifilm und Plextor haben sich als äußerst zuverlässig erwiesen (Stand: Juli 2009). Um die Qualität des Rohlings selbst nicht zu beeinflussen bzw. einen Schaden zu verursachen, sollte man folgendes beachten:

- Den Rohling immer nur am Rand anfassen.
- Bei Nichtgebrauch immer in der Schutzhülle aufbewahren.
- Keinen großen Temperaturschwankungen aussetzen.
- Direkte Sonnenbestrahlung vermeiden.
- Die Verpackung erst direkt vor dem Brennen öffnen.
- Den fertigen Datenträger regelmäßig auf Schäden (insbesondere Kratzer) untersuchen und bei Verdacht auf einen möglichen Schaden, sofort kopieren.
- Die DVD selbst nicht beschriften, da das in den meisten Markierungsstiften enthaltene Lösungsmittel, die dünne Schicht, welche zwischen Beschriftungsfläche und den Daten liegt, leicht zerstört oder angreift.

5 Maßnahmenprotokoll

Über alle erfolgten Maßnahmen wird ein Protokoll geführt, in welchem von der verantwortlichen Person die Ausführung zum jeweiligen Datum per Unterschrift bestätigt wird.

Backupmaßnahme	Datum	Kommentar	Unterschrift
Automatische Sicherung			
Installation & Einrichten der Sicherungssoftware			
Angabe des Installations- und Sicherungsordner			
Manuelle Sicherung			
Kopieren der Sicherung auf externes Medium			
Kopieren der installierten Sicherungssoftware auf externes Medium			
Kopieren der Sicherung auf externes Medium			
Kopieren der installierten Sicherungssoftware auf externes Medium			
Kopieren der Sicherung auf externes Medium			
Kopieren der installierten Sicherungssoftware auf externes Medium			
Kopieren der Sicherung auf externes Medium			
Kopieren der installierten Sicherungssoftware auf externes Medium			
Kopieren der Sicherung auf externes Medium			
Kopieren der installierten Sicherungssoftware auf externes Medium			
Kopieren der Sicherung auf externes Medium			
Kopieren der installierten Sicherungssoftware auf externes Medium			
Kopieren der Sicherung auf externes Medium			
Kopieren der installierten Sicherungssoftware auf externes Medium			

Tabelle 1: Maßnahmenprotokoll

6 Manuelle Sicherung

Neben der automatischen Sicherung kann auch eine manuelle Sicherung durchgeführt werden, während der das DMA allerdings nicht verfügbar ist. Im Folgenden wird ein Überblick über das Vorgehen bei der manuellen Durchführung der regelmäßigen Sicherung (siehe 4.3.2) gegeben.

6.1 Manuelle Durchführung der Sicherungsstufe 1

1. Vergewissern Sie sich, das alle Klienten vom DMA abgemeldet sind.
2. Starten Sie über das Startmenü die MonArch DMA Backup Software. Im folgenden Dialog wählen Sie in dem Installationsordner der Sicherungssoftware die Sicherungskonfiguration (Katalog-Datei), zum Beispiel Backup.xml, aus. (siehe Abbildung 9)

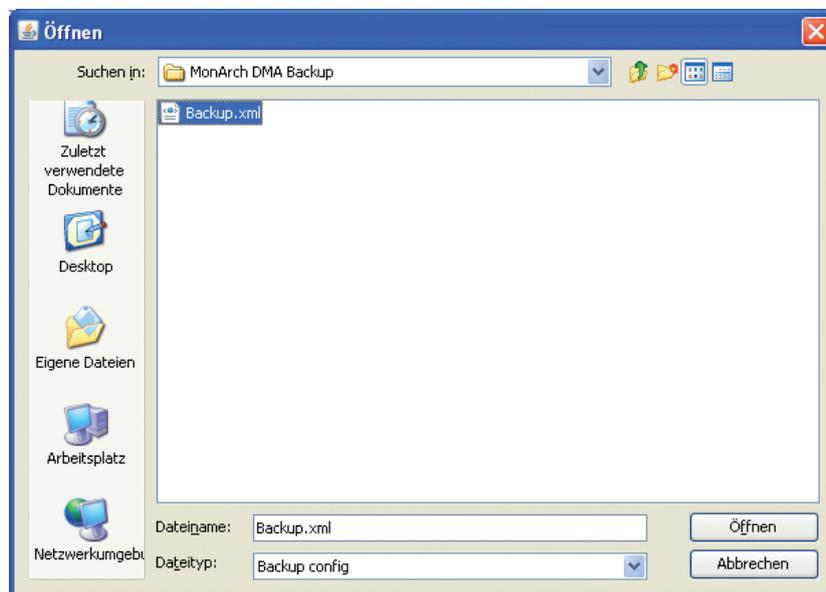


Abbildung 9: Auswahl der Sicherungskonfiguration

3. Durch Klicken auf die Schaltfläche „Sichern“ wird eine neue Sicherung angelegt. (siehe Abbildung 10)
4. Manuelle Sicherung (Stufe 1) abgeschlossen.

6.2 Manuelle Durchführung der Sicherungsstufe 2

1. Schließen Sie das externe Medium an den Rechner an bzw. legen Sie es in das entsprechende Laufwerk ein.
2. Kopieren Sie den Sicherungsordner komplett auf das externe Medium. Verwenden Sie eine DVD, dann können Sie den Ordner direkt kopieren. Andernfalls kopieren Sie bitte den Sicherungsordner in einen separaten Ordner, den Sie wie folgt beschriften „DMA_YYYY-MM-DD“. Eine Sicherung

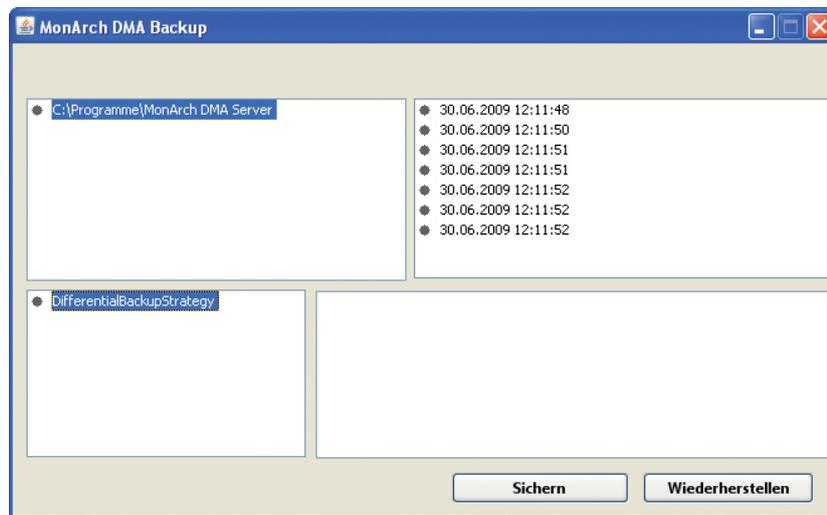


Abbildung 10: Oberfläche des Sicherungswerkzeuges

vom 24. Oktober 2007 wird beispielsweise mit dem Namen „DMA_2007-10-24“ versehen.

3. Kopieren Sie zusätzlich noch den Installationsordner der Sicherungssoftware auf das externe Medium. Dieser Schritt ist notwendig, um Sicherzustellen, dass bei einem Ausfall des DMA die Wiederherstellung durchgeführt werden kann.
4. Nachdem nun die Sicherung durchgeführt wurde, können Sie den Brennvorgang starten oder das externe Medium vom Rechner trennen.
5. Bewahren Sie das externe Sicherungsmedium räumlich getrennt von dem Ort für den DMA-Routinebetrieb, an einem sicheren Ort, gemeinsam mit der Installations-CD des Archivs auf.

Literatur

- [Cor09] CollabNet Corporation. Subversion (svn). <http://subversion.tigris.org/>, 2009.
- [CVK98] Ann Chervenak, Vivekanand Vellanki, and Zachary Kurmas. Protecting file systems: A survey of backup techniques. In *Joint NASA and IEEE Mass Storage Conference*, 1998.
- [DFG09] Deutsche Forschungsgemeinschaft. *DFG-Praxisregeln „Digitalisierung“*. Wissenschaftliche Literaturversorgungs- und Informationssysteme (LIS);, April 2009.
- [Ru09] Alfons Ruch. Langzeitarchivierung im Digitalen Monumentalbau-Archiv MonArch. Technical Report MIP-0912, Universität Passau, 2009.