

Niklas Fischer

Immatrikulationsnummer

Straße

Ort

E-Mail-Adresse

Modul: Informationsmanagement (IMG40)

Assignment

Datenmanagement

Betreuerin:

Abgabedatum:



Inhaltsverzeichnis

I. Tabellenverzeichnis	II
II. Abkürzungsverzeichnis	II
1. Einleitung	1
1.1 Relevanz des Themas.....	1
1.2 Ziele der Arbeit	1
1.3 Aufbau der Arbeit	1
2. Grundlagen	2
2.1 Definition Datenmanagement	2
2.2 Definition Datensicherung.....	2
2.3 Definition Datenarchivierung	4
3. Hauptteil	4
3.1 Nutzen und Aufwand von Datenmanagement, Datensicherung und Datenarchivierung	4
3.1.1 Nutzen und Aufwand von Datenmanagement	4
3.1.2 Nutzen und Aufwand von Datensicherung	6
3.1.3 Nutzen und Aufwand von Datenarchivierung.....	8
3.2 Datensicherungsmedien zur Langzeitarchivierung – Übersicht	9
3.2.1 Vor- und Nachteile von magnetischem Speicher	11
3.2.2 Vor- und Nachteile von optischem Speicher.....	12
3.2.3 Vor- und Nachteile von elektronischem Speicher.....	12
3.2.4 Vor- und Nachteile der Cloud	14
3.3 Fiktive Fallstudie - Ausgangssituation	14
3.3.1 Konzept Datensicherung.....	15
3.3.2 Konzept Datenarchivierung	16
3.3.3 Konzept Datenmanagement.....	16
4. Schlussbetrachtung	17
III. Literaturverzeichnis - Buchquellen	III
IV. Literaturverzeichnis - Internetquellen	V
V. Anhang	VIII

I. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Übersicht Datensicherungsmedien	10
-----------	---------------------------------------	----

II. Abkürzungsverzeichnis

GB: Gigabyte

HDD: Hard Disk Drive

MB: Megabyte

OLG: Oberlandesgericht

o.D.: ohne Datum

RAID: Redundant Array of Independent Disks

SSD: Solid State Drive

USB: Universal Serial Bus

VPN: Virtual Private Network

1. Einleitung

1.1 Relevanz des Themas

„Wir leben in einer Welt, die in Daten ertrinkt“¹. Gerade im unternehmerischen Kontext fallen - bedingt durch die fortlaufende Verbreitung des Internets - immer größere Datenmengen an, die es zu bewältigen und managen gilt. Weniger Beachtung wird in einigen Unternehmen mit häufig fatalen Folgen der Datensicherung und -archivierung gewidmet.

Unternehmen müssen für das Datenmanagement, sowie die Datensicherung und -archivierung Konzepte entwickeln, um Daten als Ressourcen nutzen und langfristig erhalten zu können.

1.2 Ziele der Arbeit

Hauptziel der vorliegenden Arbeit ist die Diskussion über Nutzen und Aufwand von Datenmanagement, Datensicherung und Datenarchivierung. Ebenso sollen Vor- und Nachteile verschiedener Datensicherungsmedien für die Langzeitarchivierung betrachtet werden.

Unterziel ist hier die Darstellung der verschiedenen Speicherarten. Schlussziel ist die Erstellung eines Konzeptes für Datenmanagement, -sicherung und Archivierung in einer fiktiven Fallstudie.

Zwischenziele sind die Definition von Datenarchivierung, Datensicherung und Datenmanagement.

1.3 Aufbau der Arbeit

Zunächst wird in Kapitel 2.1 das Datenmanagement definiert. In Kapitel 2.2 und 2.3 folgen die Definitionen von Datensicherung und Datenarchivierung. Im Hauptteil der Arbeit werden zuerst Nutzen und Aufwand von Datenmanagement (Kapitel 3.1.1), Datensicherung (Kapitel 3.1.2) und Datenarchivierung (Kapitel 3.1.3) diskutiert. Im Anschluss (Kapitel 3.2) werden in einer Übersicht verschiedene Datensicherungsmedien für die Langzeitarchivierung dargestellt. Die unterschiedlichen Datenträger werden im Folgenden (Kapitel 3.2.1-3.2.4) in die jeweilige Speicherart eingeordnet. In diesen Kapiteln erfolgt auch die Darstellung der Vor- und Nachteile der Datenträger. Der Schluss des Hauptteils (Kapitel 3.3) bildet die fiktive Fallstudie, in der ein Konzept für die Datensicherung (Kapitel 3.3.1), Datenarchivierung (Kapitel 3.3.2) und das Datenmanagement (Kapitel 3.3.3) entwickelt wird.

¹ Lyseggen, J. (2017) S. 13 f.

2. Grundlagen

2.1 Definition Datenmanagement

Datenmanagement beschreibt allgemein „die Beschaffung und Bereitstellung (unternehmensinterner) Daten (für Informationssysteme) zur Aufgabenerfüllung und Entscheidungsunterstützung“². Weitere Prozesse des Datenmanagements sind die Planung, Verwaltung und Nutzung dieser Daten.³ Die Aufgaben des Datenmanagements gliedern sich in Datenorganisation und -strukturierung, Datenverwaltung, Datenaufbereitung und -analyse.⁴ Zwei wichtige Anforderungen an Unternehmen ist es einerseits dafür zu sorgen, dass alle relevanten Informationen gespeichert werden, andererseits muss „der (einfache) Zugriff gewährleistet sein“.⁵ Ziel des Datenmanagements ist neben der Vollständigkeit und Qualität der Daten - gerade im Bereich des Controllings – die Wirtschaftlichkeit der Informationsbeschaffung.⁶

2.2 Definition Datensicherung

Unter dem Begriff Datensicherung werden kurz- bis mittelfristige Sicherung (englisch: Backup) und Wiederherstellung (englisch: Recovery) von einzelnen Dateien bis zu ganzen Systemen auf (mehreren) externen Speichern zusammengefasst.⁷

Dabei beruht die Datensicherung auf dem Konzept der Redundanzen.⁸ „Durch Bereitstellen von Kopien der zu schützenden Datenbestände soll im Falle einer Störung oder eines Verlustes möglichst rasch ein geordneter Betrieb wieder hergestellt werden können.“⁹

Im Unterschied zur Datenarchivierung¹⁰, werden die Daten über einen mittelfristigen Zeitraum erneut überschrieben.

Bei der Durchführung können verschiedene Verfahren bzw. Kombinationen dieser Verfahren zum Einsatz kommen.

Die Vollsicherung sichert jede Datei auf einem Gerät, unabhängig davon ob diese sich von der

² Voß, S. (2001) S. 249

³ Vgl. Dippold, R. (2005) S. 21

⁴ Vgl. Wenzel, S. (1993) S. 347 f.

⁵ Voß, S. (2001) S. 249

⁶ Vgl. Voß, S. (2001) S. 249; vgl. Steinbichler, G. (1990) S. 144

⁷ Vgl. Nagel, K. (1977) S. 16 f.; vgl. Eschweiler, J. (2006) S. 259 f.

⁸ Vgl. Aebi, D. (2004) S. 143

⁹ Aebi, D. (2004) S. 143

¹⁰ Eine Definition erfolgt im Abschnitt 2.3

letzten Sicherung unterscheidet.¹¹ Die anfallende Datenmenge ist dementsprechend groß, jedoch gestaltet sich die Wiederherstellung recht einfach.

Ein alternatives Verfahren ist die inkrementelle Sicherung. „Aufbauend auf einer Erstsicherung werden periodisch nur die Änderungen am Datenbestand gesichert. Der Datensicherungsserver speichert in seiner internen Datenbank, welche Dateien wann mit welchem Status wohin gesichert beziehungsweise später umgelagert wurden, und im Falle einer Recovery werden die Daten gemäß diesem Verzeichnis restauriert“.¹² Da nun nur Änderungen gespeichert werden, ist die anfallende Datenmenge und folglich auch die Erstellungszeit deutlich geringer.¹³ Dieses Verfahren ist aber „zwingend auf ein sauberes Konzept seitens des Datensicherungs-servers sowie zur Datenhaltung angewiesen“¹⁴, weil zur Wiederherstellung alle inkrementellen Sicherungen bis zur letzten Vollsicherung benötigt werden. Weitere Verfahren sind die differentielle Sicherung¹⁵ und das Bare-Bone-Backup¹⁶.

Häufig wird die Datensicherung mit dem Begriffen Datensicherheit und Datenschutz verwechselt. Unter dem Datenschutz werden die rechtlichen Aspekte zur Erhebung, Verarbeitung und Nutzung personenbezogener Daten¹⁷ durch öffentliche und private Stellen zusammengefasst.¹⁸

Die Datensicherheit beschäftigt sich mit dem Schutz aller Daten des Unternehmens unabhängig davon, ob diese personenbezogen sind oder nicht. Kernaufgaben¹⁹ sind z.B. die Erstellung von Sicherheitskonzepten, damit Fremde nicht an die Daten gelangen sowie die Verschlüsselung der Daten.²⁰ Vereinzelt zählen Autoren die RAID-Technologie²¹ zur Datensicherung. Diese

¹¹ Vgl. Garfinkel, S. (2003) S. 548

¹² Eschweiler, D. (2006) S. 260

¹³ Vgl. Aebi, D. (2004) S. 157 ff.

¹⁴ Eschweiler, D. (2006) S. 261

¹⁵ Hauptunterschied zwischen der differentiellen Sicherung und inkrementellen Sicherung ist, dass die differentielle Sicherung alle Unterschiede seit der letzten Vollsicherung speichert, während die inkrementelle Sicherung nur die Änderungen seit der letzten inkrementellen Sicherung speichert. (Vgl. Adshead, A. [2018])

¹⁶ Beim Bare-Bone-Backup (oder Bare-Metal-Backup) liegt der Fokus nicht nur auf der Sicherung von Dateisystemen, sondern auch auf Systemdateien von Betriebssystemen. (Vgl. Eschweiler, J. [2006] S. 261)

¹⁷ Personenbezogene Daten sind „alle Informationen, die sich auf eine identifizierte oder identifizierbare natürliche Person (betroffene Person) beziehen [...]“ (§ 46 Abs. 1 BDSG)

¹⁸ Vgl. Roth, H.(o.D.) S. 27; Vgl. §1 BDSG

¹⁹ Weitere Aufgaben sind definiert in §64 Abs. 3 BDSG

²⁰ Vgl. Berman, J. (2014) S. 2

²¹ RAID (Redundant Array of Independent Disks) sorgt durch Redundanzen auf mehreren verbundenen Festplatten dafür, dass Festplatten im laufenden Betrieb nicht ausfallen. (Vgl. Graefen, R. [2017])

Ausarbeitung hingegen folgt dem Verständnis, dass die RAID-Technologie Teil der Erhöhung der Verfügbarkeit ist und der Datensicherheit zugeordnet wird.

2.3 Definition Datenarchivierung

Datenarchivierung und Datensicherung werden häufig fälschlicherweise synonym verwendet. Die Datenarchivierung unterscheidet sich von der Datensicherung dadurch, dass ihr Ziel „die langfristige Aufbewahrung von Daten in elektronischer Form“²² ist. Langfristig bedeutet in diesem Zusammenhang mehrere Jahre bis Jahrzehnte.²³ Die Daten werden nicht wie bei der Datensicherung nach einem gewissen Zeitraum wieder überschrieben, sondern bleiben unverändert. Charakteristisch für die Datenarchivierung ist, dass die Daten im alltäglichen Betrieb nur eine sehr untergeordnete Rolle spielen.

3. Hauptteil

3.1 Nutzen und Aufwand von Datenmanagement, Datensicherung und Datenarchivierung

3.1.1 Nutzen und Aufwand von Datenmanagement

Der Nutzen des Datenmanagements lässt sich sehr gut an den zuvor dargestellten Aufgaben²⁴ des Datenmanagements herleiten.²⁵

Die Datenorganisation und -strukturierung beschäftigt sich mit der Konzeption von semantischen (häufig Entity-Relationship-Modelle), logischen (meistens relationale Datenmodelle) und physischen Datenmodellen. Ihr Nutzen ist es, Daten so zu strukturieren und abzulegen, dass sie eine geringe Zugriffszeit gewährleisten, „leicht zu aktualisieren sind, sich beliebig auswerten und verknüpfen lassen sowie vor Verlust, Zerstörung und unbefugtem Zugriff geschützt sind.“²⁶ Diese Teilaufgabe des Datenmanagements ist besonders wichtig, um Anomalien²⁷ zu verhindern. Wird dieser Schritt nicht beachtet kann es später u.a. zu Fehlern in der Datenbank, Datenverlust und redundanter Datenhaltung kommen. Dies kann zu rechtlichen

²² Aebi, D. (2004) S. 169

²³ Vgl. Aebi, D. (2004) S. 169

²⁴ Siehe Kapitel 2.1

²⁵ Der Fokus liegt dabei auf Daten (häufig Kundendaten), die in einer Datenbank abgespeichert werden sollen.

²⁶ Stahlknecht, P. (1999) S. 153

²⁷ Um Anomalien (Insert-, Delete- und Update-Anomalien) zu verhindern, ist es wichtig, dass auf der Ebene der logischen Datenmodellierung die Relationen auf eine hohe Normalform (optimal fünfte) zu bringen. Auf eine gänzlichere Ausführung der einzelnen Anomalien muss hier aufgrund der begrenzten Seitenanzahl verzichtet werden. (Vgl. Staud, J. [o.D.] S. 51 ff.)

Problemen führen und wirkt sich insgesamt negativ auf die Zufriedenheit der Mitarbeiter, die Servicequalität, die Kundendaten und die Aussagekraft der Informationen, die aus den Daten gewonnen werden, aus.²⁸

Die Datenverwaltung beinhaltet „die Wartung und Pflege der zugehörigen Datenbanken und Datenmodelle sowie die Überwachung der Datenqualität“²⁹. Darüber hinaus definiert sie Zugriffsrechte für bestimmte Personengruppen.³⁰

Der Nutzen der Datenverwaltung schlägt sich in einer geringeren Ausfallquote der Datenbank und einer erhöhten Sicherheit (durch die Vergabe von Zugriffsrechten) nieder.

Eng verbunden mit der Datenverwaltung ist die Datenaufbereitung. Sie umfasst die Datenerfassung, -überprüfung, -bereinigung und -verdichtung.³¹

Ihr Nutzen ist, dass Untersuchungen im Bereich der Datenanalyse eine höhere Aussagekraft ermöglichen und die Daten in der Datenbank eine hohe Qualität haben.

In der Datenanalyse werden Daten in einem anwendungsspezifischen Kontext ausgewertet.³²

Mit der Kombination von Daten lassen sich zunächst Informationen und nach einer Auswertung auch Wissen generieren.³³

Für verschiedene Unternehmen hat das Datenmanagement einen unterschiedlich hohen Nutzen, da der Wert von Daten nicht für jedes Unternehmen gleich ist. Dort, wo nur wenige Daten anfallen, ist der Nutzen des Datenmanagements gering. Die Kosten, die mit einem ausgeprägten Datenmanagement einhergehen, lassen sich hier kaum rechtfertigen.

Für andere Unternehmen - gerade wenn diese nur im Internet vertreten sind - ist hingegen das richtige Datenmanagement überlebenswichtig.

Unternehmen, die ein besonders gutes Datenmanagement pflegen, können dieses als Wettbewerbsvorteil nutzen. Beispiele sind hier die individuelle Kundenansprache oder eine (persönliche) Preisdifferenzierung, um den Markt besser abzuschöpfen.

²⁸ Vgl. Dippold, R. (2005) S. 10

²⁹ Vgl. Bracht, U. (2018) S. 175

³⁰ Vgl. Wenzel, S. (1993) S. 347 f.

³¹ Vgl. Wenzel, S. (1993) S. 347 f.

³² Vgl. Bracht, U. (2018) S. 175

³³ Vgl. Szabo, O. (o.D.) S. 5/7

Darüber hinaus ist eine hohe Datenqualität (durch das Datenmanagement) Voraussetzung dafür, dass einzelne Aufgaben oder ganze Geschäftsprozesse automatisiert ablaufen.

Der Aufwand des Datenmanagements spiegelt sich nicht nur in den Kosten für Hard- und Software, sondern vor allem in (fortlaufenden) Personalkosten wider. Gerade am Anfang sorgen der Aufbau und Betrieb des Datenmanagements für beträchtliche Kosten mit zuerst „nur schwer messbarem Nutzen“³⁴. Die Komplexität der Systeme macht es erforderlich, dass (externe) Spezialisten Unternehmen bei der Planung und Einführung unterstützen.

3.1.2 Nutzen und Aufwand von Datensicherung

Der Nutzen der Datensicherung wird leider in vielen Unternehmen erst deutlich, wenn die Daten bereits für immer verändert oder verloren gegangen sind und eine Wiederherstellung nicht mehr möglich ist oder erhebliche Kosten mit sich bringt.³⁵

Im folgendem findet sich ein grober Überblick über Fehlerklassen und Ereignisse, die Daten gefährden können:

- „Physikalische Fehler bzw. Katastrophen wie Stromausfall, Brand im Rechner, Diebstahl, Zerstörung“³⁶
- „Rechnerfehler, also ein Absturz des Systems durch Hardware-, Software- oder Netzwerkfehler“³⁷
- „Plattenfehler durch z. B. mangelnden Speicherplatz auf dem Medium, Schreib-/Lesefehler“³⁸
- Menschliche Fehler, also versehentliches Löschen
- Mutwilliger Eingriff³⁹

Je nach Wert der Daten (für das Unternehmen) kann „ein Verlust, auch nur von Teilbeständen, [...] in vielen Fällen das Überleben eines Unternehmens stark gefährden“⁴⁰.

Die Folgen sind Umsatzeinbußen, da nur noch eingeschränkt gearbeitet werden kann.

³⁴ Meier, A. (1998) S. 10

³⁵ Aebi, D. (2004) S. 143

³⁶ Blaschka, M. (o.D.) S. 71

³⁷ Blaschka, M. (o.D.) S. 71

³⁸ Blaschka, M. (o.D.) S. 71

³⁹ Vgl. Pommerening, K. (1991) S. 10

⁴⁰ Aebi, D. (2004) S. 143

Zusätzlich fallen erhebliche Kosten für eine Datenwiederbeschaffung bzw. -wiederherstellung an. Extern leidet einerseits das Image des Unternehmens unter Datenverlusten, es kann aber auch zu vertragsrechtlichen Problemen mit Partnerunternehmen kommen.

Des Weiteren ist ein Unternehmen rechtlich dazu verpflichtet Daten vor Verlust und Beschädigung zu Schützen sowie diese wiederherzustellen.⁴¹ Führt ein Unternehmen keine adäquate Datensicherung⁴² durch und es kommt zu einem Datenverlust (durch Dritte), kann das Unternehmen eine Mitschuld im Sinne des §254 Abs. 1 BGB treffen. Schadensansprüche (gegen Dritte) verfallen dann ganz oder teilweise.⁴³

Der Aufwand der Datensicherung findet sich in Kosten und einem Zeitaufwand wieder.

„Datensicherung verursacht sowohl Personalkosten als auch Kosten für Geräte, Software, Speichermedien, etc.“⁴⁴. Dabei ist der Aufwand und die damit verbundenen Kosten stark abhängig von der Anzahl und Bedeutung der Daten. Folge dessen muss ein Unternehmen individuell abwägen, wie viel Aufwand es in die Datensicherung investieren will.

Während häufig viel Aufwand für das Sichern der Daten betrieben wird, findet der Vorgang der Wiederherstellung eher wenig Beachtung.⁴⁵ „Wenn es dann zu einem Problemfall kommt, der ein Wiederherstellen einer Datensicherung erfordert, fehlt oft eine genau dokumentierte und eingeübte Vorgehensweise und es kommt nicht selten erst während der Wiederherstellung zur eigentlichen Katastrophe.“⁴⁶ Darüber hinaus sollten zumindest Vollsicherungen regelmäßig auf Richtigkeit und Vollständigkeit überprüft werden. Der Ort des Backups darf sich nicht in der direkten Nähe des eigentlich gesicherten Systems befinden, da sonst bei Katastrophen sowohl das System als auch das Backup zerstört werden könnten.⁴⁷

⁴¹ Vgl. §64 Abs 3 Nr. 9/13 und §64 Abs. 2 Nr. 2

⁴² Die Rechtsprechung geht davon aus, dass die (inkrementelle oder differentielle) Sicherung tägliche und die Vollsicherung wöchentlich erfolgen muss. (Vgl. OLG Hamm, Urteil vom 01.12.2003 - 13 U 133/03)

⁴³ Vgl. Kraska, S. (2015) S. 2 ff.

⁴⁴ Aebi, D. (2004) S. 145

⁴⁵ Vgl. Aebi, D. (2004) S. 164

⁴⁶ Aebi, D. (2004) S. 164

⁴⁷ Vgl. Handschuch, T. (1999) S. 718

3.1.3 Nutzen und Aufwand von Datenarchivierung

Werden Daten über einen längeren Zeitraum archiviert hat dies häufig eher (steuer-) rechtliche Hintergründe. So schreibt z.B. §147 Abs. 3 Abgabenordnung (AO) für bestimmten Unterlagen⁴⁸ eine Aufbewahrungsfrist von zehn bzw. sechs Jahren vor. Für Kaufleute gilt parallel §257 HGB, der ähnliche Anforderungen an die Archivierung stellt.⁴⁹

In einigen Branchen kann es aufgrund der Art der Daten dazu kommen, dass diese Jahrelang verfügbar zu halten sind.⁵⁰ „So sind beispielsweise im medizinischen Bereich Patientendaten über Jahre oder Jahrzehnte nachzuführen [...]“⁵¹.

Archiviert ein Unternehmen einen Großteil der Daten auf elektronischen Datenträgern, wird viel Platz eingespart, da diese ein kleineres räumliches Volumen einnehmen als traditionelle Aufbewahrungskonzepte wie z.B. Ordner.

Da Daten nach der Beschreibung des Datenträgers nicht mehr verändert werden sollten, eignen sich in diesem Zusammenhang Verfahren, die auf die Technologie „write once, read many“ setzen.⁵²

Auch hier ist der Aufwand stark abhängig von der Menge und Art der Daten und findet sich in den Personal-, Hardware- und Softwarekosten wieder.

Zunächst sollte definiert werden, welche Daten wie lange archiviert werden müssen (aus rechtlichen Gründen) und welche sollten (aus betriebsinternen Gründen).⁵³ Darüber hinaus müssen Speichermedien gefunden werden, die (ohne Strom) eine relativ lange Lebensdauer aufweisen. Da Speichermedien allgemein sehr empfindlich sind, macht es Sinn diese mehrfach anzulegen und an verschiedenen Orten aufzubewahren.

⁴⁸ Die relevanten Unterlagen finden sich in §147 Abs. 1 AO

⁴⁹ Vgl. Anduleit, M. (2008) S. 22

⁵⁰ Vgl. Aebi, D. (2004) S. 170

⁵¹ Aebi, D. (2004) S. 170

⁵² Umgesetzt werden kann diese Technologie auf einem physikalischen (Hardware) oder logischen (Software) Level (Vgl. Fujimoto, K. (2018) S. 4732)

⁵³ Vgl. Aebi, D. (2004) S. 170 f.

3.2 Datensicherungsmedien zur Langzeitarchivierung – Übersicht

Für die Sicherung von Daten stehen unzählige Speichermedien⁵⁴ zur Verfügung, die im Folgendem genauer betrachtet werden sollen. Die nachfolgende Auswahl erhebt dabei keinen Anspruch auf Vollständigkeit, da es selbst in den einzelnen Technologien verschiedene Ausprägungen bzw. Weiterentwicklungen gibt.

Wichtige Kriterien sind laut der Aufgabenstellung die „Kosten, Geschwindigkeit der Erstellung und das räumliche Volumen“ (pro GB). Darüber hinaus wird auch die Kapazität, der Typ und die Haltbarkeit der Daten auf dem jeweiligen Datenträger untersucht. Weitere sonst wichtige Kriterien wie z.B. die Zugriffszeit werden nicht betrachtet, da sie in diesem Zusammenhang nur eine untergeordnete Rolle spielen.

Bevor die verschiedenen Datensicherungsmedien dargestellt werden, sollten einige Einschränkungen getroffen werden. Die Kosten beziehen sich nur auf Anschaffungskosten ohne Versandkosten oder Kosten für eine bestimmte Zahlungsart. Anfallende Personalkosten, Betriebskosten (durch Strom) und Softwarekosten wurden nicht mit eingerechnet.

Die Angaben zur Kapazität und zum Datentransfer beziehen sich auf unkomprimierte Daten. Viele der Speichermedien haben keine genormte Größe. Bei USB-Sticks, tragbaren SSDs sowie tragbaren HDDs kann folglich nur ein ungefährender Wert für das räumliche Volumen angegeben werden.

Bei der Haltbarkeit der Daten wurde von optimalen Bedingungen für den jeweiligen Datenträger ausgegangen. Alle verwendeten Produkte und ihre Quellen finden sich im Anhang dieser Arbeit. Natürlich handelt es sich dabei um keine Kaufempfehlung.

⁵⁴ Speichermedien und Datenträger werden im weiteren Verlauf synonym verwendet.

Datenträger	Typ	Kapazität (in GB)	Kosten pro GB (in €)	Daten-transfer (in MB/s)	Räumliches Volumen	Räumliches Volumen pro GB ⁵⁵	Haltbarkeit der Daten (Jahre)
Magnetbänder (LTO-8) ⁵⁶	Magnetisch	12000	0,24 ⁵⁷	300	264,3 cm ³ ⁵⁸	0,02 cm ³	10 - 30
DVDs (+R-DL) ⁵⁹	Optisch	8,5	0,07	21,1	11,3 cm ³	1,33 cm ³	10 – 30 ⁶⁹
HDDs ⁶⁰	Magnetisch	250 - 16000	0,02 – 0,08	120 - 160 ⁶¹	370,8 cm ³	0,02 cm ³	5 - 10 ⁶²
Tragbare HDDs ⁶³	Magnetisch	500 - 5000	0,02 – 0,08	80 - 100	ca. 170 cm ³	0,03 cm ³	5 – 10 ⁶²
SSDs ⁶⁴	Elektronisch	128 - 6000	0,08 - 0,15	Ca. 510 ⁶⁵	66,5 cm ³	0,01 cm ³	? ⁶⁶ (ca. 2 Jahre ohne Strom) ⁶⁷
Tragbare SSDs	Elektronisch	128 - 2000	0,12 – 0,28	Ca. 510	ca. 43,34 cm ³	0,02 cm ³	? ⁶⁶ (ca. 2 Jahre ohne Strom) ⁶⁷
USB-Sticks ⁶⁸	Elektronisch	16 - 512	0,11 – 0,29	20-130	ca. 8 cm ³	0,02 cm ³	10 - 30 ⁶⁹

Tabelle 1: Übersicht Datensicherungsmedien⁷⁰

⁵⁵ Für diesen Vergleich wird immer von der größten Kapazität ausgegangen.

⁵⁶ Vgl. Hewlett Packard Enterprise (2017) S. 1 ff.; vgl. Stor IT Back (2019); vgl. Cook, R. (2004)

⁵⁷ Einen Großteil der Kosten macht das Laufwerk, was für das Schreiben bzw. Lesen der Daten zuständig ist (ca. 2800€), aus. Für das Tape bezahlt man ungefähr 90€.

⁵⁸ Dieser Wert beschreibt die Abmessungen des Tapes (nicht des Laufwerks).

⁵⁹ Es handelt sich um ein doppelseitiges Format, das nur einmal beschreibbar ist („write once, read many“).

⁶⁰ Betrachtet werden nur HDDs mit einer Geschwindigkeit von 7200 U/min. Festplatten mit 5400 U/min sind in diesem Bereich weniger verbreitet, sind aber tendenziell etwas günstiger.

⁶¹ Vgl. Huc, M. (2020); vgl. Manthey S. (2013)

⁶² Vgl. Schasche, S. (2018)

⁶³ Tragbare HDDs weisen üblicherweise eine Geschwindigkeit von 5400 U/min auf.

⁶⁴ Im Fokus stehen SATA SSDs. NVME SSDs werden aufgrund ihrer geringen Bedeutung für die Langzeitarchivierung nicht betrachtet.

⁶⁵ Vgl. Manthey, S. (2013)

⁶⁶ Die Lebensdauer einer SSD hängt stark von den Schreibzyklen und Kapazität ab. Je nach Technologie liegen Schreibzyklen zwischen 1.000 und 100.000. Schätzung reichen (bei regelmäßiger Stromversorgung) von einer Lebensdauer von 30-150 Jahren. (Vgl. Müller, C. [o.D.]).

⁶⁷ Vgl. Stiemer, F. (2019)

⁶⁸ Betrachtet wurden USB-Sticks mit der Bezeichnung USB 3.0. Die aktualisierte korrekte Bezeichnung lautet streng genommen USB 3.1 Gen 1. Neue USB-Technologien wie z.B. USB 3.1 Gen 2 (bis zu 1250 MB/s) oder USB 3.2 Gen 2x2 (bis 2500 MB/s) können hier aufgrund der Seitenanzahl nicht betrachtet werden. Sie sind zwar schneller, kosten aber mehr. (Vgl. Kingston [o.D.]) Modelle unter 16 GB werden in diesem Vergleich ignoriert, da sie deutlich höhere Kosten pro GB aufweisen und kaum noch mit der Spezifikation USB 3.0 (oder höher) zu finden sind.

⁶⁹ Vgl. Mediafix (o.D.)

⁷⁰ In Anlehnung an Kuptz, M. (o.D.) S. 57 und Schasche, S. (2018)

3.2.1 Vor- und Nachteile von magnetischem Speicher

„Magnetische Speicher sind Speichermedien, auf denen die (binären) Daten magnetisch aufgezeichnet werden“⁷¹. Ein Schreib-/Lesekopf liest Daten vom Datenträger bzw. legt die einzelnen Bits in einem bestimmten Bereich auf dem Datenträger ab. Je nachdem, wie dieser Bereich magnetisch ausgerichtet ist (nach Norden oder Süden zeigend), „hat das Bit den Wert 0 oder 1.“⁷². Die wichtigsten Vertreter sind Festplatten (HDDs) und Magnetbänder.

HDDs weisen eine hohe Kapazität bei dem - im Vergleich zu den anderen ausgewählten Datenträgern - niedrigsten Preis pro GB auf. Das Schreib-/Lesegerät ist bereits in der Festplatte integriert und ermöglicht dadurch eine schnelle Benutzung. Daten können beliebig oft wieder überschrieben werden, eine maximale Anzahl an Schreibzyklen – wie bei SSDs – gibt es nicht. Der Anschluss über die USB-Schnittstelle bei externen Festplatten macht das Übertragen und Lesen der Daten sehr komfortabel.

Der größte Nachteil von Festplatten ist die Empfindlichkeit gegenüber Erschütterungen und Magnetfeldern. Dazu kommt die vergleichsweise geringe Lebensdauer dieses Datenträgers (<10 Jahre) und die niedrige Datentransferrate. Tragbare HDDs sind etwas teurer als integrierte HDDs.⁷³

Magnetbänder findet man heutzutage eigentlich nur noch in größeren Unternehmen. Mit fast 3000€ sind die Anschaffungskosten für ein Lese-/Schreibgerät (sog. Streamer) als zusätzliche Hardware sehr hoch. Die Tapes selbst fassen aber große Mengen an Daten und sind mit 100€ vergleichsweise billig. Das Speichern und Lesen der Daten erfolgt sequenziell. Das macht die Suche nach einzelnen Daten aufwändig und zeitintensiv, da das Tape von Anfang bis Ziel vollständig durchsucht werden muss.⁷⁴ „Möchte man dagegen umfangreiche, zusammenhängende Dateien als Ganzes lesen [oder übertragen], hat man durchaus eine akzeptable Datenübertragungsrate“⁷⁵. Darüber hinaus weisen Magnetbänder mit 30 Jahren eine lange Lebenszeit auf.

⁷¹ Vgl. Kuptz, M. (o.D.) S. 65

⁷² Vgl. Kuptz, M. (o.D.) S. 65

⁷³ Vgl. Anhang S. XI f.

⁷⁴ Vgl. ComputerWeekly (2016)

⁷⁵ Vgl. Kuptz, M. (o.D.) S. 70

3.2.2 Vor- und Nachteile von optischem Speicher

„Bei optischen Speichermedien nutzt man statt der Magnetisierung Licht oder mithilfe von Laserstrahlen erzeugte Wärme zum Schreiben und Lesen von Informationen.“⁷⁶ In eine metallische Schicht werden kleine Vertiefungen (Pits) eingebrannt. Die Stellen, die nicht mit dem Laser bearbeitet werden, heißen Lands. Beim Lesen interpretiert ein Sensor die Pits als 1 und Lands als 0.⁷⁷ Einige Formate (-RW) können durch die Verwendung einer bestimmten „Metalllegierung (u.a. aus Selen und Tellur)“⁷⁸ erneut überschrieben werden. Die bekanntesten Vertreter sind CDs, DVDs und Blu-rays.

Positiv an der DVD ist der relativ niedrige Preis pro GB und die Langlebigkeit. Ein weiterer Vorteil der DVD-R (DL) ist, dass Daten nicht wieder überschrieben werden können. Es handelt sich um eines der wenigen Speichermedien, das „write once, read many“ auf einem Hardware-Level umsetzt.

Trotzdem ist die DVD ein Format, das immer mehr an Bedeutung verliert. Mit einem Volumen von nur 8.5 GB ist es mit Abstand das Speichermedium mit der geringsten maximalen Kapazität. Negativ fallen zudem die langsame Datentransferrate und das schlechte räumliche Verhältnis zu GB auf.⁷⁹ Für das Beschreiben und Lesen der Daten ist ein extra Laufwerk nötig, das in aktuellen Laptops und Rechnern immer seltener standardmäßig verbaut wird. Die größten Gefahren für DVDs sind Beschädigungen und Schmutz der Oberfläche. Magnetische Felder und Stürze - solange keine Kratzer entstehen - machen der DVD nichts aus. Für die Lagerung werden extra Schutzhüllen benötigt.

3.2.3 Vor- und Nachteile von elektronischem Speicher

Elektronische Datenträger verwenden Halbleiterbauelemente, um Daten zu speichern.⁸⁰

Elektronische Speicher lassen sich weiter unterteilen in Speicherkarten, Flash-Speicher (USB-Sticks) und Solid State Drives (SSDs).

Elektronische Speicher sind tendenziell teurer pro GB als magnetische oder optische Datenträger. Zusätzliche Hardware ist bei USB-Sticks und SSDs nicht erforderlich; das

⁷⁶ Vgl. Kuptz, M. (o.D.) S. 72

⁷⁷ Vgl. Kuptz, M. (o.D.) S. 73

⁷⁸ Kuptz, M. (o.D.) S. 75

⁷⁹ Vgl. Tabelle 1 S. 10

⁸⁰ Vgl. Kuptz, M. (o.D.) S. 78

Lese-/Schreibgerät ist bereits integriert. Sie werden entweder über die USB- oder SATA-Schnittstelle an den Rechner angeschlossen. Für die Erstellung und Verarbeitung der Daten auf dem elektronischen Speicher werden keine mechanischen Komponenten benötigt. Folglich ist diese Art der Speicherung unempfindlich gegenüber Erschütterungen und Verschleiß der mechanischen Komponenten. Wie bei allen elektronischen Geräten stellt Wasser und Hitze die größte Gefahr für elektronische Speicher da.

USB-Sticks weisen in diesem Vergleich das kleinste räumliche Volumen auf.

Ein weiterer Vorteil ist die Lebenszeit von 10 - 30 Jahren.

Nachteil der USB-Sticks ist hingegen, dass aktuelle Modelle nur vereinzelt Speichergrößen von 1000 GB⁸¹ aufweisen. Typisch sind Größen zwischen 16 und 128 GB. Pro GB liegen USB-Sticks preislich in der Nähe von SSDs, kommen aber nicht an die Geschwindigkeit dieser heran.

Klarer Vorteil von SSDs ist die hohe Übertragungsrate, die jedoch den hohen Kosten pro GB gegenübersteht. Im Vergleich zum direkten Konkurrenten den internen⁸² HDDs, bezahlt man pro GB bei den Größen über 1000 GB das Doppelte bis Fünffache pro GB. Bei externen HDDs und SSDs verhält es sich ähnlich, auch wenn die letzten Jahre der Preis für alle SSDs kontinuierlich gefallen ist. Ein weiterer Vorteil ist, dass (interne) SSDs im hier ausgewählten Vergleich das kleinste räumliche Volumen pro GB aufweisen.⁸³

Der große Nachteil von SSDs ist der Datenverlust nach 2 Jahren ohne eine aktive Stromversorgung. Darüber hinaus bieten SSDs nur eine bestimmte Anzahl an maximalen Schreibzyklen, die jedoch im regulären Betrieb sehr wahrscheinlich nie erreicht wird. Tragbare SSDs sind teurer als im Rechner integrierte SSDs.⁸⁴

⁸¹ Vgl. Cyberport (o.D.)

⁸² In der Informatik handelt es sich bei dem Begriff internen Speicher streng genommen um Speicher, der sich in der Zentraleinheit (CPU) befindet oder der unmittelbaren Versorgung dieser dient. Dazu gehören verschiedene Ausprägungen des flüchtigen Speichers wie z.B. L1-Cache oder L2-Cache (RAM), die ohne Strom die Daten verlieren. Entgegen dieser Definition soll der Begriff intern hier bedeuten, dass sich das Speichermedium im Rechner befindet und über die SATA-Schnittstelle angeschlossen ist (und auch ohne Strom Daten nicht verliert). (Vgl. Kuptz, M. [o.D.] S. 59)

⁸³ Vgl. Tabelle 1, S. 10

⁸⁴ Vgl. Anhang S. IX f.

3.2.4 Vor- und Nachteile der Cloud

Bei der Cloud handelt es sich streng genommen um keine eigenständige Speicherart, sie soll aber wegen der wachsenden Bedeutung in den letzten Jahren hier noch kurz betrachtet werden. Server in der Cloud verwenden eine der in den Kapiteln 3.2.1-3.2.3 dargestellten Speicherart. Folglich hängt die Geschwindigkeit, das Volumen und die Haltbarkeit vom genutzten Speichermedium ab.

Unternehmen können flexibel beim Anbieter beliebig viel Kapazität buchen.

Der Anbieter übernimmt die Wartung der Datenträger, dementsprechend verfallen Wartungskosten im Unternehmen. Häufig ist die Schnittstelle zu den unternehmensexternen Servern ein Browser oder ein eigenständiges Programm. Gerade für kleine Unternehmen, die sich keine große IT-Abteilung leisten können, stellt die Cloud eine attraktive Alternative zu den bereits vorgestellten Langzeit-Datensicherungsmedien dar. Ein weiterer Vorteil ist, dass Daten von überall abgerufen werden können. Bei den anderen Datenträgern ist dies in der Regel nicht der Fall.

Der letzte vorgestellte Vorteil (s.o.) kann aber auch als Nachteil interpretiert werden.

Dadurch dass auf die Cloud theoretisch von überall zugegriffen werden kann, steigt das Risiko vom unbefugten Zugriff durch Dritte. Die Geschwindigkeit des Datentransfer ist darüber hinaus nicht nur vom jeweiligen Datenträger abhängig, sondern auch von der Internetleistung des Unternehmens und Anbieters.⁸⁵ Da nun Daten außerhalb des Unternehmens gelagert werden, sind eventuell zusätzliche datenschutzrechtliche Vorgaben bei personenbezogenen Daten zu beachten.

3.3 Fiktive Fallstudie - Ausgangssituation

Im Fokus dieser fiktiven Fallstudie steht ein mittelständiges Unternehmen, das sich auf den Vertrieb von Computerhardware und -zubehör im Endverbraucherbereich fokussiert.

Der Großteil der Bestellungen läuft über den Webshop des Unternehmens ab.

Alle Bestellungen, Kundendaten und Produktinformationen werden in einer Datenbank auf einem lokalen Server des Unternehmens gespeichert. Bei einem Bestelleingang werden zur

⁸⁵ Selbst wenn Unternehmen und Anbieter eine (in der Praxis leider noch recht seltene) Gigabit Leitung besitzen, liegen die Transferraten nur bei etwa 117 MB/s. (Vgl. Lubkowitz, M. [2014])

Erstellung der Rechnung die relevanten Daten zunächst in ein gesondertes Tabellenkalkulationsprogramm (Microsoft Excel) manuell übertragen und danach händisch in ein Buchhaltungsprogramm, das für die eigentliche Erstellung der Rechnung in Form eines PDF-Dokumentes zuständig ist, kopiert. Erst nach Erstellung der Rechnung wird die bestellte Ware aus dem Lager entnommen und versendet. Die Rechnung liegt ausgedruckt der Ware bei.

Am Montagmorgen des 16.11.2020 ist die Aufregung im Unternehmen groß. Die Datenbank des Unternehmens ist nicht erreichbar und das Auslösen einer Bestellung über die Website ist nicht mehr möglich. Im Laufe des Tages stellt sich heraus, dass eine Festplatte am Samstag ausgefallen ist und nun ausgewechselt werden muss. Die Daten auf der Festplatte sind trotz aller Bemühungen nicht mehr wiederherzustellen. Zum Glück hatte das System am Freitag (13.11.2020) noch eine Vollsicherung aller Daten vollzogen. Bestellungen im Zeitraum Freitag bis Samstag - also im Zeitraum letzte Vollsicherung bis Systemausfall - sind für immer verloren. Im Zeitraum Systemausfall (Samstag [14.11.2020]) bis Systemwiederherstellung (Montag [16.11.2020]) konnten keine Bestellungen aufgegeben werden. Noch nach Wochen kontaktieren betroffene Kunden das Unternehmen und fragen nach den verlorenen Lieferungen.

Das Unternehmen schätzt den entstandenen Schaden durch entgangene Bestellungen und Mehraufwand im Kundenservice auf 50.000€. Zudem befürchtet das Unternehmen, dass in Zukunft betroffene Neu- und Stammkunden nicht mehr im Web-Shop des Unternehmens einkaufen werden, sondern sich an die Konkurrenz wenden.

3.3.1 Konzept Datensicherung

Das Thema Datensicherung hatte die Geschäftsführung in den letzten Jahren kaum im Blick. Man hatte sich mit einer wöchentlichen Vollsicherung zufriedengestellt. Ein externer Berater empfiehlt neben der bereits bestehenden Vollsicherung eine tägliche inkrementelle Sicherung, um den gesetzlichen Vorgaben zu entsprechen.⁸⁶ Die Aufbewahrungsfrist orientiert sich an der Art der Daten. Besonders wichtige Daten (z.B. Bestellungen und Kundendaten) werden länger und an mehreren Orten auf mehreren HDDs abgelegt, um physikalische Fehler⁸⁷ vorzubeugen. Darüber hinaus überlegt das Unternehmen, Teile der Daten zusätzlich bei einem Anbieter in der

⁸⁶ Die gesetzlichen Vorgaben finden sich in Kapitel 3.1.2.

⁸⁷ Vgl. Kapitel 3.1.2

Cloud abzulegen. Das Sichern der Daten soll automatisch erfolgen, die Daten müssen aber auf Vollständigkeit manuell überprüft werden. Außerdem sollen Protokolle zur Wiederherstellung angelegt und zwei Mal jährlich ein Ausfall erprobt werden.⁸⁸

Um in Zukunft die Ausfallsicherheit der Datenbank und damit auch der Website zu verringern, sollen die Festplatten der Datenbank als RAID angelegt werden. Der externe Berater empfiehlt dem Unternehmen RAID5.⁸⁹

3.3.2 Konzept Datenarchivierung

Für die Langzeitarchivierung einiger Daten (z.B. Jahresabschlüsse, Buchungsbelege oder Geschäftsbriefe) wendet sich das Unternehmen an einen externen Cloud-Anbieter. Der externe Anbieter sorgt durch eine redundante Datenhaltung dafür, dass die Daten auch nach 10 Jahren noch zur Verfügung stehen. Um die Datensicherheit zu erhöhen, läuft der Zugriff über einen VPN. Auch hier gilt es regelmäßig zu überprüfen, ob die Daten noch vollständig abrufbar sind.

3.3.3 Konzept Datenmanagement

Obwohl der externe Berater das Unternehmen nur im Thema Datensicherung und -archivierung unterstützen sollte, fällt ihm das manuelle Kopieren der Daten durch die Mitarbeiter bei der Erstellung einer Rechnung auf. Nach einem Gespräch mit der Geschäftsführung und der folgenden Analyse zeigt sich, dass etwa jede zwölfte Rechnung aufgrund eines vermeidbaren Fehlers storniert werden muss. Da die Nachfrage nicht immer konstant ist⁹⁰, beschweren sich zum einen Mitarbeiter über anfallende Überstunden und Kunden über lange Lieferzeiten. Die Datenbank soll so umgestaltet werden, dass sie an das Rechnungssystem angeschlossen werden kann und Rechnungen automatisch erstellt.

Die Mitarbeiter, die früher für das Erstellen der Rechnungen zuständig waren, sollen nun in der Datenpflege, im Kundenservice oder Buchhaltung tätig werden. Dafür ist das entsprechende Personal umzuschulen.

⁸⁸ Vgl. Aebi, D. (2004) S. 164

⁸⁹ Die Begründung muss hier aufgrund der begrenzten Seitenzahl leider entfallen. Für Interessierte findet sich unter folgendem Link eine genauere Erläuterung: <https://www.datenrettung-fakten.de/Datenrettung/Technik/Welcher-RAID-Level-ist-der-richtige.html>

⁹⁰ Die Nachfrage rundum Computer steigt nach internen Angaben des Unternehmens vor Weihnachten um fast das Doppelte an.

Betrug die Lieferzeit früher, aufgrund der vielen manuellen Schritte, 7-10 Tage, so liegt sie jetzt zwischen 3 und 5 Tagen. Neben der schnelleren Lieferzeit erfreuen sich Kunden auch an der Möglichkeit die Rechnung automatisch per E-Mail zu erhalten.

4. Schlussbetrachtung

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Datenmanagement, Datensicherung und Datenarchivierung viel Nutzen bringen können, dieser aber auch mit einem Aufwand verbunden ist. Der Nutzen des Datenmanagements ist stark abhängig von dem Wert der Daten für das Unternehmen. Ein gutes Datenmanagement ermöglicht es Unternehmen, die Kunden besser zu verstehen und anzusprechen, sowie Prozesse zu automatisieren. Der Nutzen der Datensicherung wird dann deutlich, wenn durch eines der beschriebenen Fehlerklassen oder Ereignisse die Daten verloren gegangen sind. Datenarchivierung über einen langen Zeitraum hat hingegen eher einen steuerrechtlichen Nutzen. Der Aufwand von Datenmanagement, -sicherung und -archivierung drückt sich fast immer in Personal-, Hardware- und Softwarekosten, sowie Zeitaufwand aus.

Den perfekten Datenträger für die Langzeitarchivierung gibt es leider nicht. Alle Datenträger weisen Stärken und Schwächen in einzelnen Bereichen auf.

Datenmanagement, -sicherung und -archivierung wird auch noch in Zukunft eine wichtige Rolle zukommen, da die Masse an Daten voraussichtlich weiter stark ansteigen wird.

Entwicklungen im Bereich der Datenträger sorgen dafür, dass diese größere Kapazitäten für immer niedrigere Preise pro GB aufweisen. Auch die Datentransferrate wird sich weiter steigern und das räumliche Volumen kontinuierlich verringern.

Bereits über die letzten Jahre ist die Beliebtheit der Cloud massiv angestiegen. Man kann davon ausgehen, dass sich dieser Trend auch in Zukunft fortsetzen wird.⁹¹

Einige Konzepte konnten in dieser Ausarbeitung nur angeschnitten werden (u.a. RAID, Anomalien in Datenbanken, Datenschutz und Datensicherheit). Bei der limitierten Auswahl von Datenträgern, handelt es sich nur um eine Momentaufnahme. So schwanken z.B. Preise sehr stark (teilweise um bis zu 30 Prozent)⁹². Aufgrund dieser Preisänderungen und den ständig neu

⁹¹ Vgl. Pols, A. (2019) S. 2

⁹² Besonders betroffen sind von den Preisschwankungen SSDs. Hier ein Beispiel:

https://www.idealo.de/preisvergleich/OffersOfProduct/5911167_-mx500-1tb-2-5-crucial.html#pricedevelopment

erscheinenden Speichermedien, wurden in diesem Assignment viele Internetquellen zitiert. Die (Buch-) Literatur ist in diesem Bereich bereits nach wenigen Jahren veraltet. Sonst wichtige Kriterien für Speichermedien wie z.B. die Zugriffszeit oder der Stromverbrauch wurden hier ausgelassen. Die Lese- und Schreibgeschwindigkeit wurden aus Platzgründen in der Rubrik Datentransferrate zusammengefasst. Bei der Recherche zum Thema Datentransferrate fiel auf, dass einige Quellen (Mega-) Bytes und (Mega-) Bits verwechseln, folglich kann nicht ganz ausgeschlossen werden, dass einige Angaben teilweise falsch sind.⁹³ Darüber hinaus handelt es sich um theoretische Angaben. In der Praxis werden die dargestellten Werte nur selten erreicht.

Zur besseren Darstellung der Prozesse des Unternehmens in der fiktiven Fallstudie, hätte sich eine erweiterte Ereignisgesteuerte Prozesskette (eEPK) geeignet. Sie wurde aufgrund der bereits deutlichen Überschreitung der maximalen Seitenanzahl weggelassen.

⁹³ Zur Erklärung: acht Bits entsprechen einem Byte.

III. Literaturverzeichnis - Buchquellen

- [Aebi, D., 2004] Aebi, D. (2004): Praxishandbuch Sicherer IT-Betrieb – Risiken erkennen Schachstellen beseitigen IT-Infrastruktur schützen. Wiesbaden: Springer Gabler, S. 143-172
- [Berman, J., 2014] Berman, J. (2014): Backup für Dummies – Acronis Sonderedition. New York: John Wiley & Sons, S. 2
- [Blaschka, M., o.D.] Blaschka, M. (o.D): Erweiterte Konzepte von Datenbanksystemen (DBA104). Stuttgart: AKAD Bildungsgesellschaft mbH, S. 21
- [Bracht, U., 2018] Bracht, U./Geckler, D./Wenzel, S. (2018): Digitale Fabrik – Methoden und Praxisbeispiele Basis für Industrie 4.0, 2. Aufl., Wiesbaden: Springer Vieweg, S. 175
- [Dippold, R., 2005] Dippold, R./Meier, A. (u.a.)/Fredtke, S. (Hrsg.)(2005): Unternehmensweites Datenmanagement - Von der Datenbankadministration bis zum Informationsmanagement, 4., überarbeitete und erweiterte Auflage. Wiesbaden: Vieweg, S. 21
- [Eschweiler, J., 2006] Eschweiler, J./Psile, D.(2006): Security@Work - Pragmatische Konzeption und Implementierung von IT-Sicherheit mit Lösungsbeispielen auf Open-Source-Basis. Wiesbaden: Springer Gabler, S. 259-262
- [Fujimoto, K., 2018] Fujimoto, K. (2018): Write Once Read Many, in: Encyclopedia of Database Systems, 2. Aufl., New York: Springer-Verlag
- [Garfinkel, S., 2003] Garfinkel, S./Spafford, G./Schwartz, A. (2003): Practical Unix & Internet Security, 3. Aufl., Beijing (u.a.): O'Reilly & Associates Inc., S. 548

- [Handschuch, T., 1999] Handschuch, T. (1999): Solaris 7 Systemadministration - Management von Workstation und Server mit Solaris 2 und Solaris 7 auf SPARc und Intel, 2. vollständig überarbeitete Aufl., Berlin: Springer, S. 718
- [Kuptz, M., o.D.] Kuptz, M./Staud, J. (o.D.): Hardware (WIN103). Stuttgart: AKAD Bildungsgesellschaft mbH, S. 59 - 78
- [Lyseggen, J., 2017] Lyseggen, J. (2017): Navigating a World Drowning in Data. London: Portfolio Penguin, S. 13 f.
- [Meier, A., 1998] Meier, A. (1998): Relationale Datenbanken – Eine Einführung in die Praxis, 3. überarbeitete und erweiterte Aufl., Wiesbaden: Springer, S. 10
- [Nagel, K., 1977] Nagel, K. (1977): Datensicherung in der Unternehmung - Bestimmungsfaktoren für den Aufbau eines Datensicherungssystems. Wiesbaden: Springer Gabler, S. 16 f.
- [Roth, H., o.D.] Roth, H. (o.D.): Rechtsgrundlagen im Internet (WEB103). Stuttgart: AKAD Bildungsgesellschaft mbH, S. 27
- [Stahlknecht, P., 1999] Stahlknecht, P./Hasenkamp, U. (1999): Einführung in die Wirtschaftsinformatik, 9. vollst. überarb. Aufl., Berlin: Springer, S. 153
- [Staud, J., o.D.] Staud, J. (o.D.): Vom Datenmodell zur Speicherung in Dateien (DAO101). Stuttgart: AKAD Bildungsgesellschaft mbH, S. 51 ff.
- [Steinbichler, G., 1990] Steinbichler, G. (1990): Das Berichtswesen im internationalen Unternehmen, in: Controlling, 2. Jg., Heft 3. München: Beck, S. 144
- [Szabo, O., o.D.] Szabo, O. (o.D.): Informationsmanagement im Unternehmen (IMG101). Stuttgart: AKAD Bildungsgesellschaft mbH, S. 5 ff.
- [Voß, S., 2001] Voß, S./Gutenschwager, K. (2001): Informationsmanagement. Wiesbaden: Springer, S. 249

[Wenzel, S., 1993] Wenzel, S./Meyer, R. (1993): Kopplung der Simulation mit Methoden des Datenmanagement, in: Kuhn, A./Reinhardt, A./Wiendahl, H.(Hrsg.): Handbuch Simulationsanwendungen in Produktion und Logistik. Reihe: Fortschritte in der Simulationstechnik, Band 7. Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag, S. 347–368.

IV. Literaturverzeichnis – Internetquellen

[Anduleit, M., 2008] Anduleit, M. (2008): Datenarchivierung nach Vorschrift, in: Bundesverband selbstständiger Arbeitsmediziner und freiberuflicher Betriebsärzte e.V. (BsAfb) (Hrsg.):Praktische Arbeitsmedizin, Ausgabe 10.
https://bsafb.de/media/pa10_1_2008_datenarchivierung_nach_vorschrift.pdf (Zugriff: 04.03.2021), S. 22

[Adshead, A., 2018] Adshead, A. (2018): Grundlagen - Inkrementelle und differentielle Backups. ComputerWeekly,
<https://www.computerweekly.com/de/tipp/Grundlagen-Inkrementelle-und-differentielle-Backups> (Zugriff: 05.03.2021)

[ComputerWeekly, 2016] ComputerWeekly (2016): Tape. ComputerWeekly,
<https://www.computerweekly.com/de/definition/Tape> (Zugriff: 05.03.2021)

[Cook, R., 2004] Cook, R. (2004): How long does tape last, really? TechTarget,
<https://searchdatabackup.techtarget.com/tip/How-long-does-tape-last-really> (Zugriff: 05.03.2021)

[Cyberport, o.D.] Cyberport (o.D.): Corsair Flash Voyager GTX 1TB USB 3.1. Cyberport, <https://www.cyberport.de/pc-und-zubehoer/usb-sticks/corsair/pdp/3g05-03r/corsair-flash-voyager-gtx-1tb-usb-3-1.html> (Zugriff: 05.03.2021)

- [Graeffen, R., 2017] Gaefen, R. (2017): Was ist RAID? (Alles über Level 1 bis 5 und mehr). Storage Insider, <https://www.storage-insider.de/was-ist-raid-alles-ueber-level-1-bis-5-und-mehr-a-517806/> (Zugriff: 05.03.2021)
- [Hewlett Packard Enterprise, 2017] Hewlett Packard Enterprise (2017): HPE LTO-8 Ultrium 30TB RW Data Cartridge (Q2078A). Böttcher AG, <https://www.bueromarkt-ag.de/bilder/produkt Datenblaetter/q2078a.pdf> (Zugriff: 04.03.2021), S. 1 ff.
- [Huc, M., 2020] Huc, M. (2020): WHAT'S THE DIFFERENCE BETWEEN 5400 AND 7200 RPM HARD DRIVES? Pureinfotech, <https://pureinfotech.com/difference-5400-7200-rpm-hard-drives/> (Zugriff: 05.03.2021)
- [Kingston, o.D.] Kingston (o.D.): Was ist der Unterschied zwischen USB 3.1 Gen 1, Gen 2 und USB 3.2? Kingston, <https://www.kingston.com/germany/de/usb-flash-drives/usb-30> (Zugriff: 05.03.2021)
- [Kraska, S., 2015] Kraska, S. (2015): Rechtliche Grundlagen der Datensicherung – Was IT-Dienstleister und Unternehmen im Umgang mit Unternehmen im Umgang mit Unternehmensdaten berücksichtigen sollten. Novastor, <https://www.w-elektronik.com/app/download/9841813/Datensicherung-Handlungsempfehlung%2Bund%2BMustervorlage.pdf> (Zugriff: 02.03.2021), S. 2 ff.
- [Lubkowitz, M., 2014] Lubkowitz, M. (2014): Gigabit-LAN - Das Netzwerk mit 1000 MBit/s. com!-professional, <https://www.com-magazin.de/praxis/gigabit-ethernet/gigabit-lan-netzwerk-1000-mbit-s-477314.html> (Zugriff: 05.03.2021)

- [Manthey, S., 2013] Manthey, S. (2013): SSD vs HDD. SSD-info.NET, <https://www.ssd-info.net/ssd-vs-hdd/> (Zugriff: 05.03.2021)
- [Mediafix, o.D.] Mediafix (o.D.): Digitalisierung – So lange halten Speichermedien. MEDIAFIX, <https://mediafix.de/die-haltbarkeit-der-speichermedien/> (Zugriff: 05.03.2021)
- [Müller, C., o.D.] Müller, C. (o.D.): Wie lange halten externe SSD Festplatten? Externe SSD Festplatten, <https://externe-ssd-festplatte.com/lebensdauer-von-externen-ssd-festplatten/> (Zugriff: 05.03.2021)
- [Pommerening, K., 1991] Pommerening, K. (1991): Datenschutz und Datensicherheit. <https://www.staff.uni-mainz.de/pommeren/Artikel/ds.pdf> (Zugriff: 02.03.2021), S. 10
- [Pols, A., 2019] Pols, A./Vogle, M. (2019): Cloud-Monitor 2019 – Eine Studie von Bitkom Research im Auftrag von KPMG Pressekonferenz. Bitkom, https://www.bitkom.org/sites/default/files/2019-06/bitkom_kpmg_pk_charts_cloud_monitor_18_06_2019.pdf (Zugriff: 10.03.2021), S. 2
- [Schasche, S., 2018] Schasche, S. (2018): Lebensdauer von Festplatten, DVDs, CDs, & Co. im Überblick. PC Magazin, <https://www.pc-magazin.de/ratgeber/speichermedien-lebensdauer-dvd-festplatte-usb-stick-floppy-disk-1485976.html> (Zugriff: 05.03.2021)
- [Stierner, F., 2019] Stierner, F. (2019): So lange halten Daten auf SSDs ohne Stromversorgung. PC-Welt, <https://www.pcwelt.de/tipps/So-lange-halten-Daten-auf-SSDs-ohne-Stromversorgung-10593597.html> (Zugriff: 05.03.2021)

[Stor IT Back, 2019]

Stor IT Back (2019): Bandtechnologien von AIT bis LTO -
Tapes zur Datensicherung mit Verschlüsselung, Stor IT
Back,

<https://www.storitback.de/service/bandtechnologien.html>

(Zugriff: 05.03.2021)

V. Anhang

Tabellenverzeichnis – Anhang

Tabelle 1	(Interne) SSDs	IX
Tabelle 2	Externe SSDs	X
Tabelle 3	(Interne) HDDs	XI
Tabelle 4	Externe HDDs	XII
Tabelle 5	USB-Sticks	XIII
Tabelle 6	DVDs	XIII
Tabelle 7	Magnetbänder	XIV

Tabellen 1-7 des Anhangs

1. (Interne) SSDs

Größe (in GB)	Kosten (in €)	Kosten pro GB (in €)	Quelle ⁹⁴
120	25,90	0,22	https://www.amazon.de/-/en/WD-Green-Internal-SSD/dp/B076XWDN6V/
250	43,79	0,18	https://www.amazon.de/-/en/Crucial-MX500-CT1000MX500SSD1-NAND-Internal/dp/B0781VSXBP/
500	56,90	0,11	https://www.amazon.de/-/en/Crucial-MX500-CT1000MX500SSD1-NAND-Internal/dp/B0786QNS9B/
1000	89,90	0,09	https://www.amazon.de/-/en/Crucial-MX500-CT1000MX500SSD1-NAND-Internal/dp/B078211KBB/
2000	169,90	0,08	https://www.amazon.de/Samsung-Internes-Solid-State-MZ-77Q4T0BW/dp/B089R1C9HV/
4000	349, 00	0,09	https://www.amazon.de/Samsung-Internes-Solid-State-MZ-77Q4T0BW/dp/B089QYSMJT/
8000	695	0,09	https://www.bueroshop24.de/samsung-870-qvo-8-tb-interne-ssd-festplatte-258217

⁹⁴ Der letzte Zugriff wird für alle nachfolgenden Quellen und Tabellen auf den 08.03.2021 datiert.

2. Externe SSDs

Größe (in GB)	Kosten (in €)	Kosten pro GB (in €)	Quelle
128	27,49	0,21	https://www.bueromarkt-ag.de/festplatte_intenso_premium_3823430,p-3823430,l-94511215,pd-b2c.html
250	69,99	0,28	https://www.amazon.de/SanDisk-Portable-Lesegeschwindigkeit-wasserdicht-staubdicht/dp/B078SVRH4B
500	79,99	0,16	https://www.amazon.de/SanDisk-Portable-Lesegeschwindigkeit-wasserdicht-staubdicht/dp/B078SWJ3CF?th=1
1000	119,99	0,12	https://www.amazon.de/SanDisk-Portable-Lesegeschwindigkeit-wasserdicht-staubdicht/dp/B078STRHBX?th=1
2000	214,90	0,11	https://www.amazon.de/dp/B074MCNSDK/
8000	1333,99	0,17	https://www.amazon.de/Sabrent-Rocket-Thunderbolt-Externe-SB-XTMQ-8TB/dp/B08BZ2Z65B/

3. (Interne) HDDs

Größe (in GB)	Kosten (in €)	Kosten pro GB (in €)	Quelle
250	19,95	0,08	https://www.amazon.de/Mediamax-interne-Festplatte-250GB-Cache/dp/B08JV91ZB2
500	24,95	0,05	https://www.amazon.de/Mediamax-interne-Festplatte-250GB-Cache/dp/B08HJH6Y29/
1000	34,91	0,03	https://www.csv-direct.de/artinfo.php?artnr=A0203337
2000	47,97	0,02	https://www.bueromarkt-ag.de/festplatte_seagate_barracuda_hdd_st2000dm008,p-13653,l-94511215,pd-b2c.html
4000	95,19	0,02	https://www.bueromarkt-ag.de/festplatte_seagate_barracuda_hdd_st4000dm004,p-94402.html?ref=da-variante
8000	166,59	0,02	https://www.bueromarkt-ag.de/festplatte_seagate_barracuda_hdd_st8000dm004,p-94419.html?ref=da-variante
16000	327,09	0,02	https://www.amazon.de/Seagate-Exos-Zoll-16000-Serial/dp/B07SPFPKF4

4. Externe HDDs

Größe (in GB)	Kosten (in €)	Kosten pro GB (in €)	Quelle
250	32,99	0,13	https://www.amazon.de/250GB-Externe-Festplatte-USB-SATA/dp/B0020JVXGO
500	39,59	0,08	https://www.amazon.de/Externe-Festplatte-tragbare-Anti-Schock-Tragbarefür/dp/B089QD555Q/
1000	47,68	0,05	https://www.amazon.de/-/en/Elements-Portable-External-Drive-WDBUZG0010BBK-WESN/dp/B06VVS7S94/
2000	65,90	0,03	https://www.amazon.de/-/en/Elements-Portable-External-Drive-WDBUZG0010BBK-WESN/dp/B06W55K9N6/
4000	94,90	0,02	https://www.amazon.de/Western-Digital-WDBU6Y0040BBK-WESN-Elements-Festplatte/dp/B0713WPGLL/
16000	289,99	0,02	https://www.otto.de/p/seagate-expansion-desktop-drive-hdd-desktop-festplatte-3-5-10-tb-inklusive-2-jahre-rescue-data-recovery-services-C1029920115/#variationId=1123664392

5. USB-Sticks

Größe (in GB)	Kosten (in €)	Kosten pro GB (in €)	Quelle
4 ⁹⁵	2,74	0,69	https://www.bueroshop24.de/mediarange-usb-stick-schwarz-silber-4-gb-435673
16	4,66	0,29	https://www.amazon.de/dp/B00DQG9DDU?th=1
32	5,70	0,18	https://www.amazon.de/dp/B00DQG9OZ2?th=1
64	8,99	0,14	https://www.amazon.de/dp/B00DQGBYDC?th=1
128	14,99	0,12	https://www.amazon.de/dp/B00P8XQPY4?th=1
250	22	0,09	https://www.amazon.de/dp/B00YFI1A66?th=1
512	51,85	0,10	https://www.amazon.de/SanDisk-Ultra-FlashLaufwerk-130MB-Lesen/dp/B083ZS4HYD/
1000	289	0,29	https://www.cyberport.de/pc-und-zubehoer/usb-sticks/corsair/pdp/3g05-03r/corsair-flash-voyager-gtx-1tb-usb-3-1.html

6. DVDs

Größe (in GB)	Kosten (in €)	Kosten pro GB (in €)	Quelle
8,5	0,58	0,07	https://www.bueromarkt-ag.de/dvd_verbatim_97693_8_5gb_double_layer,p-97693,l-google-prd,pd-b2c.html

⁹⁵ Dieses Modell hat die Spezifikation USB 2.0. Modelle mit der Spezifikation USB 3.0 waren in dieser Größe nicht zu finden. Die Darstellung soll hier nur verdeutlichen, dass sich USB-Sticks unter 16 GB aus wirtschaftlichen Gründen kaum lohnen, da sie sehr hohe Kosten pro GB aufweisen.

7. Magnetbänder

Größe (in GB)	Kosten (in €)	Kosten pro GB (in €)	Quelle
12000 (mit Lese-/ Schreibgerät)	2813,84	0,23	https://www.mindfactory.de/product_info.php/Tandberg-LTO-Ultrium-8-HH-Drive--12-30TB--SAS-6Gb-s--TD-LTO8iSA-_1222736.html
12000 (ohne Lese-/ Schreibgerät)	99	0,01	https://www.macconsultshop.de/mlogic/lto-tapes/quantum-lto-ultrium-8-12-tb-/-30-tb.html