

# Inhaltsverzeichnis

<b>Kurzfassung</b> .....	7
<b>Abstract</b> .....	7
<b>1 Einleitung</b> .....	9
1.1 Gründe für die Verwendung von Tertiärspeicher .....	9
1.2 Probleme und Lösungen bei der Integration von Tertiärspeicher .....	12
1.3 Beiträge der vorliegenden Arbeit .....	15
<b>Teil I: Speicherverwaltung in digitalen Bibliotheken</b>	
<b>2 Begriffsbildung und Problemstellung</b> .....	21
2.1 Die Systemumgebung .....	21
2.2 Architektur des Servers .....	24
2.2.1 Die Speicherhierarchie .....	24
2.2.2 Beschreibung des Systemzustandes .....	26
2.3 Dokumentmigrationen auf dem Server .....	27
2.3.1 Vorladen von Dokumenten .....	27
2.3.2 Laden und Sichern von Dokumenten .....	28
2.3.3 Verdrängen von Dokumenten .....	29
2.4 Problemstellung und Beitrag der Arbeit .....	29
2.5 Verwandte Arbeiten .....	31
2.5.1 Nutzung von perfektem Wissen .....	31
2.5.2 Nutzung von struktureller Information .....	33
2.5.3 Nutzung stationärer Zugriffswahrscheinlichkeiten .....	33
2.5.4 Nutzung bedingter Zugriffswahrscheinlichkeiten .....	35
2.6 Aufbau von Teil I .....	39
<b>3 Stochastische Modellierung von Sitzungen</b> .....	41
3.1 Motivation .....	41
3.1.1 Charakteristisches Zugriffsverhalten von Sitzungen .....	41
3.1.2 Warum ein stochastisches Modell? .....	42
3.2 Grundlagen .....	43
3.3 Stochastische Vorhersage von Dokumentzugriffen .....	47
3.3.1 Modellierung einer Sitzung durch einen Navigationsprozeß .....	47
3.3.2 Bestimmung zukünftiger Dokumentzugriffe einer Sitzung .....	48
3.3.3 Berücksichtigung mehrerer Sitzungen .....	50
3.3.4 Berücksichtigung von Sitzungsankünften und -abgängen .....	51
3.3.5 Bestimmung der spekulativen Dokumentzugriffe .....	53
3.4 Ein Algorithmus zur Bestimmung der spekulativen Dokumentzugriffe .....	53
3.5 Berücksichtigung von Verallgemeinerungen .....	57
3.5.1 Berücksichtigung allgemein verteilter Verweilzeiten .....	57
3.5.2 Berücksichtigung von sitzungsspezifischem Zugriffsverhalten .....	60

<b>4</b>	<b>McMIN: Überblick und Grundlagen</b>	<b>61</b>
4.1	Zielsetzung und Aufgaben	61
4.2	Arbeitsprinzipien und Begriffe	63
4.2.1	Die Scheduler und ihre Aufträge	63
4.2.2	Generierung von A-Aufträgen	63
4.2.3	Generierung von V-Aufträgen und Auswahl der Verdrängungsopfer	65
4.2.4	Arbeitsprinzipien der Scheduler	68
4.2.5	Entscheidungsstufen beim Vorladen von Dokumenten	71
4.3	Beispiele zur Illustration der Arbeitsweise	72
4.3.1	Ausgangssituation	72
4.3.2	Szenario am Online-Tertiärspeicher	73
4.3.3	Szenario vor dem Auslegen des Mediums	75
4.3.4	Szenario am Sekundärspeicher	77
4.4	Handhabung sehr großer Dokumente	78
4.5	Bestimmung der Länge des Planungszeitraums $T$	79
<b>5</b>	<b>Caching und Prefetching in McMIN</b>	<b>81</b>
5.1	Bestimmung des Nutzens und der Gewichte	81
5.1.1	Basisparameter und Beobachtungswerte	81
5.1.2	Bestimmung des Nutzens durch Caching eines Dokumentes	82
5.1.3	Probleme bei dokumentabhängigen Antwort- und Bedienzeiten	84
5.1.4	Änderungszeitpunkte von Gewichten	86
5.2	Datenstrukturen	87
5.3	Algorithmen zum Caching und Prefetching	88
5.3.1	Bestimmung der Cachingkandidaten und Generierung von V-Aufträgen	88
5.3.2	Bestimmung der Verdrängungsopfer	89
5.4	Optimierungen	90
5.4.1	Inkrementelle Bestimmung der Cachingkandidaten	90
5.4.2	Reduktion der Listengröße	92
<b>6</b>	<b>Schedulingstrategien in McMIN</b>	<b>93</b>
6.1	Arbeitsweise des TS-on-Schedulers	93
6.1.1	Zielsetzungen	93
6.1.2	Generelle Abarbeitungsreihenfolge	94
6.1.3	Bestimmung der Ladekosten am Online-Tertiärspeicher	96
6.1.4	Gegenüberstellung von Nutzen und Kosten durch Vorladen	99
6.2	Arbeitsweise des SS-Schedulers	103
6.2.1	Zielsetzung	103
6.2.2	Generelle Vorgehensweise	103
6.2.3	Bestimmung der Ladekosten am Sekundärspeicher	104
6.2.4	Gegenüberstellung von Kosten und Nutzen des Sicherns	105
6.2.5	Freispeicherverwaltung auf dem Sekundärspeicher	107
6.3	Arbeitsweise des TS-off-Schedulers	107

<b>7 Implementierung des Prototypsystems</b> .....	<b>109</b>
7.1 Architektur des Prototypsystems .....	109
7.2 Funktionalität der Module .....	111
7.2.1 Der Sitzungsmanager .....	111
7.2.2 Der Dokumentmanager und die Verwaltungsdaten Dokinfo .....	112
7.2.3 Der Migrationsmanager und die Scheduler .....	115
7.2.4 Der Weight Watcher .....	121
7.2.5 Der Speicher- und Gerätemanager .....	126
7.3 Persistenz und Pufferung der Verwaltungsdaten .....	130
7.3.1 Persistenz und Wiederherstellung der Verwaltungsdaten .....	130
7.3.2 Pufferung der Verwaltungsdaten .....	131
<b>8 Evaluation von McMIN</b> .....	<b>133</b>
8.1 Das zugrundeliegende Dokumenten- und Lastmodell .....	133
8.1.1 Gründe für synthetische Daten und Lasten .....	133
8.1.2 Das Dokumentenmodell .....	134
8.1.3 Das Lastmodell .....	135
8.2 Untersuchte Verfahren .....	137
8.2.1 McMIN-Varianten .....	137
8.2.2 Hitzebasierte Migrationsverfahren .....	138
8.3 Experimentelle Ergebnisse .....	139
8.3.1 Basisexperimente .....	139
8.3.2 Gemessener Aufwand .....	146
8.3.3 Einfluß der Datenplatzierung .....	148
8.3.4 Einfluß der Berücksichtigung dokumentspezifischer Verweilzeiten .....	149
8.3.5 Einfluß der Länge des Planungszeitraums $T$ .....	150
8.4 Zusammenfassung und Fazit .....	152
<b>9 Fazit und Ausblick</b> .....	<b>153</b>
9.1 Fazit .....	153
9.2 Erweiterungsmöglichkeiten .....	154
9.2.1 Verwaltung mehrerer Magnetplatten .....	154
9.2.2 Kombination stationärer und transienter Vorhersagen .....	154
9.2.3 Statische Datenplatzierung auf Tertiärspeicher .....	155
9.2.4 Inkrementelle Reorganisation mit Replikation auf Tertiärspeicher .....	156
9.3 Alternative Anwendungsgebiete .....	157
9.3.1 Vorladen und Caching auf Proxy-Servern .....	157
9.3.2 Dokumentverbreitung in Broadcast-Architekturen .....	158
9.3.3 Horten von Dokumenten auf mobilen Clients .....	158
9.3.4 Lastverteilung in verteilten und parallelen Systemen .....	158
9.3.5 Prinzipielle Voraussetzungen für den Einsatz von McMIN .....	159

## Teil II: Speicherverwaltung für Tape-Disk-Joins in Data Warehouses

<b>10 Begriffsbildung und Problemstellung</b> .....	<b>163</b>
10.1 Systemumgebung .....	163
10.2 Charakteristika der zu verwaltenden Daten .....	164
10.2.1 Die Massendaten .....	164
10.2.2 Die Stammdaten .....	164
10.3 Architektur und Aufgaben des Datenbankservers .....	165
10.3.1 Die Speicherhierarchie .....	165
10.3.2 Datenbankoperationen und resultierende Datenmigrationen .....	167
10.3.3 Annahmen über den Operationsmix .....	168
10.4 Problemstellung und Beitrag der Arbeit .....	169
10.5 Verwandte Arbeiten .....	171
10.5.1 Allgemeine Queryausführung auf Tertiärspeicher .....	171
10.5.2 Tape-Disk-Joins .....	172
10.5.3 Detailliertere Modelle zur Analyse konventioneller Joins .....	173
10.6 Aufbau von Teil II .....	174
<b>11 Der Scan von Plattendaten</b> .....	<b>175</b>
11.1 Der Ablauf eines Scans .....	175
11.2 Beschreibung der Schedulingstrategien .....	176
11.2.1 FCFS-Scheduling .....	177
11.2.2 CD-FIRST-Scheduling .....	177
11.3 Modellierung der Schedulingstrategien .....	177
11.3.1 Anwendung von M/G/1 Warteschlangenmodellen mit Vacations .....	177
11.3.2 Modellierung von FCFS-Scheduling .....	179
11.3.3 Modellierung von CD-FIRST-Scheduling .....	181
11.4 Analyse der Schedulingstrategien .....	182
11.4.1 Basisgrößen .....	182
11.4.2 Bestimmung der erwarteten Scanlaufzeit .....	183
11.4.3 Bestimmung der erwarteten CD-Antwortzeit .....	184
11.4.4 Berücksichtigung von Varianzen bei $M_R$ -Aufträgen .....	186
11.5 Berücksichtigung konkurrierender Scanoperationen .....	187
11.6 Fazit .....	189
<b>12 Nested-Block-basierte Tape-Disk-Joins</b> .....	<b>191</b>
12.1 Allgemeine Voraussetzungen .....	191
12.1.1 Die Relationen $R$ und $S$ .....	191
12.1.2 Gleichzeitiges Lesen mehrerer Bänder .....	192
12.1.3 Zusätzlich benutzte Puffer .....	192
12.1.4 Generierung und Speicherung des Joinergebnisses .....	193

12.2	Beschreibung der Joinalgorithmen	193
12.2.1	Der Nested-Block-Join NB	193
12.2.2	Der Nested-Block-Join NB-TB	195
12.2.3	Der Nested-Block-Join NB-TDB	195
12.3	Modellierung und Analyse der Algorithmen	196
12.3.1	Basisgrößen und Voraussetzungen	196
12.3.2	Parameter und Zusammenhänge	197
12.3.3	Bestimmung der Joinlaufzeiten	198
12.3.4	Bestimmung der erwarteten CD-Antwortzeiten	201
12.3.5	Bestimmung des minimalen Streamingspeichers	203
12.3.6	Bestimmung der minimalen Joinlaufzeit im Non-Streamingmodus	206
12.4	Fazit	208
<b>13</b>	<b>Prototyp und Evaluation</b>	<b>209</b>
13.1	Implementierung und Parameter des Prototypsystems	209
13.1.1	Architektur des Prototypsystems	209
13.1.2	Beschreibung der Module	209
13.2	Aufbau der Experimente	212
13.2.1	Basisparameter der Experimente	212
13.2.2	Die Aufwärmphase und Generierung der Tape-Disk-Joins	214
13.3	Experimentelle Ergebnisse	214
13.3.1	Untersuchung des Non-Streamingmodus	214
13.3.2	Untersuchung des Streamingmodus	218
13.3.3	Übergang vom Non-Streamingmodus in den Streamingmodus	220
13.4	Fazit	223
<b>14</b>	<b>Ein Hash-basierter Tape-Disk-Join</b>	<b>225</b>
14.1	Allgemeine Voraussetzungen	225
14.2	Beschreibung des Joinalgorithmus PROBE-S	226
14.3	Modellierung und Analyse von PROBE-S	228
14.3.1	Basisgrößen und Voraussetzungen	229
14.3.2	Parameter und Zusammenhänge	231
14.3.3	Vereinigung der CD- und $M_{S_i}$ -Aufträge zu einer Last	231
14.3.4	Schedulingstrategien und Bestimmung der erwarteten Mix-Wartezeit	232
14.3.5	Bestimmung der erwarteten Antwortzeiten für Mix-Aufträge	235
14.3.6	Zeit zum Verarbeiten einer Partition $D_{S_i}$ auf Platte	235
14.4	Evaluation des Streamingmodus	235
14.4.1	Streamingbedingungen	236
14.4.2	Bestimmung des minimalen Streamingspeichers	237
14.4.3	Bestimmung der mittleren Pufferausnutzung beim Streaming	237
14.4.4	Analytische Evaluation	241
14.4.5	Experimentelle Ergebnisse	245
14.5	Bemerkungen zum Non-Streamingmodus	246
14.6	Fazit	247

---

<b>15 Fazit und Ausblick</b> .....	<b>249</b>
15.1 Fazit .....	249
15.2 Mögliche Erweiterungen .....	249
15.2.1 Weitere Joinalgorithmen .....	250
15.2.2 Berücksichtigung von Multi-Disk-Architekturen .....	250
15.2.3 Berücksichtigung von Caching im Primärspeicher .....	251
15.2.4 Alternative Schedulingstrategien .....	251
15.2.5 Stochastische Antwortzeitgarantien .....	252
15.2.6 Alternative Anwendungsgebiete .....	252
<b>16 Zusammenfassung der Arbeit</b> .....	<b>255</b>
<b>17 Summary of the thesis</b> .....	<b>257</b>
<b>Anhang A: Glossar</b> .....	<b>259</b>
<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>265</b>