

Inhaltsverzeichnis

Vorwort

14

| | | |
|--------------------------|---|-----------|
| 1 | Einleitung | 17 |
| 1.1 | Optimierungsmodell | 18 |
| 1.2 | Was vermittelt dieses Buch? | 19 |
| 1.2.1 | Tipps und Hinweise | 20 |
| 1.3 | Wo finde ich was? | 21 |
| 1.4 | Welche Voraussetzungen werden benötigt? | 23 |
| 1.5 | Begleitmaterial | 24 |
| 1.6 | Danksagung | 24 |
| 1.7 | Performanz oder Performance? | 25 |
| Teil 1 Grundlagen | | 27 |
| 2 | Datenverwaltung durch SQL Server | 29 |
| 2.1 | Datenbanken | 29 |
| 2.2 | Daten lesen | 30 |
| 2.3 | Daten schreiben | 31 |
| 2.3.1 | Experiment: Transaktionsgröße | 32 |
| 2.4 | Zusammenfassung | 36 |
| 3 | Ausführung von Abfragen | 37 |
| 3.1 | Logische Schritte der Abfrageausführung | 37 |
| 3.2 | Physikalischer Ausführungsplan | 40 |
| 3.2.1 | Parser | 41 |
| 3.2.2 | Algebrizer | 41 |
| 3.2.3 | Optimierer | 41 |
| 3.2.4 | Anzeigen des Ausführungsplanes | 46 |
| 3.3 | Zusammenfassung | 50 |

5

| | |
|--|------------|
| 4 Werkzeuge und Indikatoren zum Messen der Leistung | 51 |
| 4.1 Allgemeine Werkzeuge | 54 |
| 4.1.1 Messen mit der Stoppuhr | 54 |
| 4.1.2 Statistische Größen | 55 |
| 4.2 Der Aktivitätsmonitor | 56 |
| 4.2.1 Übersicht | 57 |
| 4.2.2 Prozesse | 57 |
| 4.2.3 Ressourcenwartevorgänge | 58 |
| 4.2.4 Datendatei E/A | 58 |
| 4.2.5 Aktuell wertvolle Abfragen | 58 |
| 4.3 Ablaufverfolgungen und der SQL Server Profiler | 59 |
| 4.3.1 Erstellen einer einfachen Ablaufverfolgung | 61 |
| 4.3.2 Ereignisse und Ereignisspalten | 66 |
| 4.3.3 Arbeiten mit Ablaufverfolgungen | 69 |
| 4.3.4 Serverseitige Ablaufverfolgungen | 70 |
| 4.3.5 Arbeiten mit Ablaufverfolgungsdateien | 73 |
| 4.4 Der Windows-Systemmonitor | 74 |
| 4.4.1 Wichtige Leistungsindikatoren | 75 |
| 4.4.2 Protokollieren mit Typeperf.exe | 87 |
| 4.5 Verbindung von Systemmonitor-Berichten mit Ablaufverfolgungen | 89 |
| 4.6 Dynamische Verwaltungssichten | 90 |
| 4.6.1 Abfrage der aktuellen Aktivität | 92 |
| 4.6.2 Abfrage der E/A-Vorgänge | 92 |
| 4.6.3 Abfrage der insgesamt aufgetretenen Wartezustände | 94 |
| 4.6.4 Abfrage der SQL Server-Leistungsindikatoren | 96 |
| 4.7 Statistische Systemfunktionen | 96 |
| 4.8 Gespeicherte Systemprozeduren | 98 |
| 4.9 DBCC | 101 |
| 4.10 SQLdiag | 102 |
| 4.11 Ausführungspläne | 106 |
| 4.11.1 Wichtige Operatoren in Ausführungsplänen | 107 |
| 4.11.2 Eigenschaften von Operatoren | 110 |
| 4.11.3 Analyse von Ausführungsplänen | 113 |
| 4.12 Datenauflistungen | 118 |
| 4.12.1 Konfiguration eines Verwaltungs-Data Warehouse | 119 |
| 4.12.2 Konfigurieren von Datenauflistungen | 121 |
| 4.13 Berichte | 126 |
| 4.13.1 Allgemeine Berichte | 127 |
| 4.13.2 Berichte der Datenauflistung | 132 |

| | | |
|-------------|---|------------|
| 4.14 | Erweiterte Ereignisse | 135 |
| 4.14.1 | Standardsitzungen | 137 |
| 4.14.2 | Eine Beispielsitzung | 138 |
| 4.14.3 | Auswertung der Ereignisprotokolle | 143 |
| 4.15 | SQL Server Service Broker | 144 |
| 4.15.1 | Beispiel: Überwachung der automatischen Dateivergrößerung | 145 |
| 4.16 | RML Utilities | 149 |
| 4.16.1 | ReadTrace | 150 |
| 4.16.2 | Reporter | 152 |
| 4.16.3 | OStress | 153 |
| 4.17 | Performance Analysis of Logs (PAL) | 153 |
| 4.18 | Zusammenfassung | 156 |

Teil 2 Physische Aspekte des Datenbankentwurfes 157

| | | |
|----------|---|------------|
| 5 | Verwenden von Indizes | 159 |
| 5.1 | Der Heap: Eine Tabelle ohne Index | 159 |
| 5.2 | Der gruppierte Index | 161 |
| 5.3 | Der nicht gruppierte Index auf einem Heap | 164 |
| 5.3.1 | Forwarding Pointer | 165 |
| 5.4 | Der nicht gruppierte Index auf einem gruppierten Index | 166 |
| 5.5 | Eingeschlossene Spalten | 168 |
| 5.6 | Gefilterte Indizes | 169 |
| 5.7 | Indizierte Sichten | 169 |
| 5.8 | Columnstore-Indizes | 171 |
| 5.9 | Erstellen von Indizes | 171 |
| 5.9.1 | Manuelles Erstellen von Indizes: CREATE INDEX | 171 |
| 5.9.2 | Automatische Erstellung von Indizes | 173 |
| 5.9.3 | Indizes auf Sichten | 173 |
| 5.9.4 | Index-Füllfaktor | 174 |
| 5.9.5 | Einen Index neu aufbauen | 175 |
| 5.9.6 | Löschen von Indizes | 176 |
| 5.10 | Zusammenfassung | 177 |

| | | |
|------------|---|------------|
| 6 | Verwalten von Indizes | 179 |
| 6.1 | Fragmentierung und Reorganisation | 180 |
| 6.1.1 | Einen Index reorganisieren | 183 |
| 6.1.2 | Einen Index neu erstellen | 184 |
| 6.1.3 | Strategie zur Indexprüfung und -Defragmentierung | 185 |
| 6.2 | Fehlende Indizes | 187 |
| 6.2.1 | Fehlende Indizes in gespeicherten Ausführungsplänen | 188 |
| 6.2.2 | Die sys.dm_db_missing_index...-Systemsichten | 192 |
| 6.3 | Überflüssige Indizes | 195 |
| 6.4 | Index-Duplikate | 199 |
| 6.5 | Zusammenfassung | 203 |
| 7 | Partitionierung | 205 |
| 7.1 | Horizontale Partitionierung | 206 |
| 7.1.1 | Partitionierte Sichten | 208 |
| 7.2 | Vertikale Partitionierung | 208 |
| 7.3 | Zusammenfassung | 212 |
| 8 | Komprimierung von Daten | 213 |
| 8.1 | Allgemeines zur Komprimierung | 213 |
| 8.2 | Vorteile der Komprimierung | 214 |
| 8.3 | Komprimierungsarten | 214 |
| 8.4 | Beispiel: Auswirkung der Komprimierung auf die Abfrageleistung | 215 |
| 8.5 | Komprimierten Speicherplatz berechnen | 217 |
| 8.6 | Spalten mit geringer Dichte | 220 |
| 8.7 | Columnstore-Indizes | 221 |
| 8.7.1 | Erzeugen eines Columnstore-Index | 222 |
| 8.7.2 | Empfehlungen für den Einsatz von Columnstore-Indizes | 223 |
| 8.7.3 | Vorteile | 223 |
| 8.7.4 | Einschränkungen und Nachteile | 224 |
| 8.8 | Zusammenfassung | 225 |

Teil 3 Optimierung

227

| | | |
|-------------|---|------------|
| 9 | Analysieren und Optimieren von Abfragen | 229 |
| 9.1 | Ausführungspläne und der Plancache | 229 |
| 9.1.1 | Kompilierung und Re-Kompilierung von Ausführungsplänen | 233 |
| 9.1.2 | Entfernen von Plänen aus dem Plancache | 233 |
| 9.1.3 | Parametrisierte Abfragen | 234 |
| 9.1.4 | Wiederverwendung von Abfrageplänen | 235 |
| 9.2 | Die Rolle von Statistiken | 239 |
| 9.2.1 | Erstellen und Aktualisieren von Statistiken | 247 |
| 9.2.2 | Gefilterte Indizes und Statistiken | 252 |
| 9.2.3 | Probleme mit Statistiken | 255 |
| 9.2.4 | Praxistipps für den Umgang mit Statistiken | 267 |
| 9.3 | Parametrisierte Abfragen | 268 |
| 9.3.1 | Positive Auswirkungen der Parametrisierung | 269 |
| 9.3.2 | Probleme mit Parametrisierung | 275 |
| 9.3.3 | Erzwungene Parametrisierung | 276 |
| 9.4 | Parameter Sniffing | 279 |
| 9.4.1 | Probleme mit Parameter Sniffing | 279 |
| 9.4.2 | Lösung von Parameter-Sniffing-Problemen | 288 |
| 9.5 | Physikalische JOIN-Operatoren | 300 |
| 9.5.1 | MERGE JOIN | 301 |
| 9.5.2 | HASH JOIN | 303 |
| 9.5.3 | NESTED LOOPS | 305 |
| 9.6 | Auffinden geeigneter Indizes | 306 |
| 9.6.1 | Suchargumente (SARGs) | 307 |
| 9.6.2 | Auswahl des gruppierten Index für eine Tabelle | 309 |
| 9.6.3 | Selektivität und Sortierung | 311 |
| 9.6.4 | Verknüpfungen und Fremdschlüssel (Foreign Keys) | 319 |
| 9.6.5 | Columnstore-Indizes | 322 |
| 9.7 | Zusammenfassung | 331 |
| 10 | Auffinden problematischer Abfragen | 333 |
| 10.1 | Überwachung durch dynamische Verwaltungssichten | 334 |
| 10.1.1 | Auswertung der E/A-Operationen | 335 |
| 10.1.2 | Ermitteln fehlender Indizes | 338 |
| 10.1.3 | Auswerten der im Plancache gespeicherten Ausführungspläne | 338 |

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|-------------|--|------------|
| 10.1.4 | Permanentes Speichern der Informationen aus dynamischen Verwaltungssichten | 341 |
| 10.1.5 | Berichte | 344 |
| 10.2 | Arbeiten mit dem Profiler | 346 |
| 10.3 | Einsatz von Datenauflistungen | 349 |
| 10.3.1 | Manuelle Abfragen des VDWH | 352 |
| 10.3.2 | Erzeugen von Ablaufverfolgungen mit dem Datenaufsteller | 354 |
| 10.4 | Verwenden von erweiterten Ereignissen | 357 |
| 10.5 | Zusammenfassung | 360 |
| 11 | Optimierung des physischen Datenbankentwurfs | 361 |
| 11.1 | Indexüberwachung mit Datenauflistungen | 361 |
| 11.1.1 | Ein Auflistsatz für fehlende und überflüssige Indizes | 362 |
| 11.1.2 | Ein Auflistelement für fehlende Indizes | 364 |
| 11.1.3 | Ein Auflistelement für die Indexverwendung | 365 |
| 11.1.4 | Daten sammeln und auswerten | 367 |
| 11.2 | Partitionierung mit Indizes | 372 |
| 11.2.1 | Horizontale Partitionierung | 373 |
| 11.2.2 | Vertikale Partitionierung | 375 |
| 11.3 | Arbeiten mit dem Datenbankoptimierungsratgeber | 376 |
| 11.3.1 | Tipps zur Verwendung des Datenbankoptimierungsratgebers | 382 |
| 11.4 | Zusammenfassung | 384 |
| 12 | Kontrollieren von Ressourcen | 385 |
| 12.1 | Funktionsweise der Ressourcenkontrolle | 386 |
| 12.2 | Einrichten der Ressourcenkontrolle | 387 |
| 12.2.1 | Erstellen von Ressourcenpools | 387 |
| 12.2.2 | Einrichten von Arbeitsauslastungsgruppen | 389 |
| 12.2.3 | Entwerfen einer Klassifizierungsfunktion | 389 |
| 12.2.4 | Aktivieren der Ressourcenkontrolle | 391 |
| 12.3 | Zusammenfassung | 392 |

| | | |
|-----------|---|------------|
| 13 | Testen und Optimieren des E/A-Systems | 393 |
| 13.1 | Physikalisches Datenbank-Layout | 394 |
| 13.2 | Testen des E/A-Systems | 396 |
| 13.2.1 | Testen auf Korrektheit von E/A-Operationen mit SQLIOSIM | 396 |
| 13.2.2 | Messen des E/A-Durchsatzes mit SQLIO | 398 |
| 13.3 | Zusammenfassung | 406 |
| A | Anhang: Häufige Fehler und Irrtümer | 407 |
| A.1 | Vertrauen auf RAID 5 | 407 |
| A.2 | Planung des E/A-Systems nach Kapazität | 407 |
| A.3 | Gruppiertes Index für den Primärschlüssel | 407 |
| A.4 | Verwenden von GUIDs als Primärschlüssel | 408 |
| A.5 | Verwenden von Autogrow | 408 |
| A.6 | Verwenden von SHRINK DATABASE | 409 |
| A.7 | Aktualisieren der Statistiken nach dem Re-Index | 409 |
| A.8 | Optimierung = leistungsfähigere Hardware anschaffen | 409 |
| A.9 | Scans sind generell schlecht | 410 |
| A.10 | Dynamisches SQL ist „ungesund“ | 410 |
| A.11 | Verwenden automatisch ersterter UNIQUE-Indizes | 410 |
| A.12 | Cursor sind in jedem Fall zu vermeiden | 411 |
| A.13 | Mehr Einschränkungen in der WHERE-Klausel senken die Abfragekosten | 413 |
| A.14 | Mehr Indizes können die Abfrageleistung von SELECT-Anweisungen nicht verschlechtern | 415 |
| A.15 | Unzureichende Einschränkungen | 418 |
| A.16 | Verwenden von Funktionen | 419 |
| A.17 | Verwenden von Tabellenvariablen | 421 |
| A.18 | Indizes und implizite Typkonvertierungen | 422 |
| B | Literatur | 425 |
| | Stichwortverzeichnis | 427 |