

Inhalt

Vorwort	33
---------------	----

TEIL I Grundlagen

1 Installation und Aktualisierung von SQL Server 2014	37
--	-----------

1.1 Überblick über die verfügbaren SQL-Server-2014-Versionen	37
1.2 Installationsvoraussetzungen	38
1.3 Installation von SQL Server 2014	39
1.4 Installation der SQL-Server-Beispieldatenbank	48
1.5 Aktualisierung auf SQL Server 2014	51
1.5.1 Der Upgrade Advisor	51
1.5.2 Durchführung der Aktualisierung	58

2 Datenbankgrundlagen	65
------------------------------------	-----------

2.1 Server und Client	65
2.2 Relationale Datenbanken	66
2.2.1 Struktureller Aufbau von Tabellen	69
2.2.2 Im Zusammenhang mit Tabellen gebräuchliche Fachbegriffe	70
2.2.3 Schlüssel	71
2.2.4 Beziehungsarten	80
2.3 Datenbankmanagementsystem	83
2.4 Integritätsarten	86

3 Logischer Datenbankentwurf	89
---	-----------

3.1 Grundlagen des Datenbankentwurfs	89
---	-----------

3.2	Normalisierungsregeln (Normalformen)	90
3.2.1	Erste Normalform	91
3.2.2	Zweite Normalform	94
3.2.3	Dritte Normalform	95
3.3	Normalisierung in der Praxis	97
3.4	Denormalisierung	100
3.5	Entity-Relationship-Diagramme	102
4	Die Oberfläche von SQL Server 2014	105
<hr/>		
4.1	Das SQL Server Management Studio	105
4.1.1	Der Objekt-Explorer	112
4.2	Das Bearbeiten von SQL-Anweisungen im Management Studio	122
4.2.1	Der SQL-Abfrage-Editor	122
4.2.2	Der Ergebnisbereich	131
4.2.3	Der Abfrage-Designer	135
4.3	SQL-Server-Dokumentation und Hilfen zur Programmierung	137
4.3.1	Die SQL-Server-Dokumentation	137
4.3.2	SQL-Server-IntelliSense	139
4.3.3	Der Vorlagen-Explorer	140
4.3.4	Die Skript-Generierung	143
4.3.5	Die Verwendung von Lesezeichen	144
4.4	Überblick über die SQL-Server-Dienste	147
4.5	Das Dienstprogramm »sqlcmd«	148
4.6	SQL-Server-Integration in die Windows PowerShell	151
4.6.1	Allgemeiner Aufruf der PowerShell	152
4.6.2	Aufruf der PowerShell mit SQL-Server-Integration	153
4.6.3	Zugriff auf SQL Server mit der Windows PowerShell	154
4.6.4	Die SQL-Server-Cmdlets	157
4.7	Der SQL-Server-Aktivitätsmonitor	158
4.8	Berichte	160

TEIL II SQL-Programmierung

5	Grundlegende Abfragetechniken	163
5.1	Einführung in SQL	163
5.2	SQL-Grundlagen	164
5.2.1	Formatierung	165
5.2.2	Bezeichner	165
5.2.3	Systemdatentypen	166
5.2.4	Informationen zu den Datentypen einer Tabelle	171
5.2.5	Verwendung und Kennzeichnung von Zahlen, Zeichenketten und Datums-/Uhrzeitwerten	172
5.2.6	Kommentare	173
5.3	Grundlegende Operatoren	173
5.3.1	Arithmetische Operatoren	174
5.3.2	Zeichenkettenoperator	174
5.3.3	Vergleichsoperatoren	174
5.3.4	Logische Operatoren	175
5.4	Einfache Abfragen	177
5.4.1	USE	177
5.4.2	SELECT ... FROM	178
5.4.3	Berechnete Spalten in Abfragen	181
5.4.4	DISTINCT	183
5.4.5	ORDER BY-Klausel	184
5.4.6	WHERE-Klausel	187
5.5	Auswahloperatoren	192
5.5.1	IS (NOT) NULL-Auswahloperator	193
5.5.2	BETWEEN-Auswahloperator	194
5.5.3	IN-Auswahloperator	196
5.5.4	LIKE-Auswahloperator	196
5.6	Aggregatfunktionen	200
5.7	Unterabfragen	204
5.7.1	Definition der Werteliste des IN-Operators durch eine Unterabfrage	206
5.7.2	Verwendung der Operatoren ALL und ANY mit Unterabfragen	207
5.7.3	Korrelierte Unterabfragen	209

5.8	Zusammenfassung, Gruppierung und Beschränkung von Abfrageergebnissen	210
5.8.1	Verknüpfung mehrerer Abfrageergebnisse durch UNION	210
5.8.2	Beschränkung des Abfrageergebnisses mit TOP (n)	212
5.8.3	Seitenweises Abrufen von Datensätzen	215
5.8.4	GROUP BY-Klausel	217
5.9	Die Mengen-Operatoren EXCEPT und INTERSECT	222
5.9.1	Der EXCEPT-Operator	223
5.9.2	Der INTERSECT-Operator	224
5.10	Ausgaben mit PRINT und SELECT	225
6	Grundlagen der SQL-Programmierung	227
<hr/>		
6.1	Das Stapeltrennzeichen GO	227
6.2	(Lokale) Variablen	229
6.2.1	Variablendeklaration	229
6.2.2	Wertezuweisung an eine Variable	230
6.2.3	Kombinierte Deklaration und Wertezuweisung	231
6.2.4	Inkrement und Dekrement	232
6.2.5	Gültigkeitsbereich von Variablen	233
6.2.6	Verwendung von Variablen	234
6.2.7	Lokale und globale Variablen in SQL Server	234
6.2.8	Wertezuweisung an Variablen durch Abfragen	234
6.3	Ablaufsteuerung	238
6.3.1	Blöcke	238
6.3.2	IF ... ELSE	238
6.3.3	IF EXISTS	241
6.3.4	WHILE-Schleife	243
6.3.5	RETURN	246
6.3.6	GOTO	246
6.3.7	WAITFOR	247
6.4	Fallunterscheidungen	248
6.4.1	Die CASE-Funktion	248
6.4.2	Die IIF-Funktion	254
6.4.3	Die CHOOSE-Funktion	255
6.4.4	Die ISNULL-Funktion	255

6.5	Funktionen	256
6.5.1	Konfigurationsfunktionen	257
6.5.2	Datums-/Uhrzeitfunktionen	257
6.5.3	Zeichenfolgenfunktionen	263
6.5.4	Mathematische Funktionen	267
6.5.5	Funktionen zur Statusabfrage	268
6.5.6	Konvertierungsfunktionen	268
6.5.7	Formatierung von Ausdrücken mit der FORMAT-Funktion	275
6.6	Dynamische SQL-Anweisungen	277
6.6.1	Ausführung dynamischer Anweisungen mit EXECUTE	278
6.6.2	Ausführung dynamischer Anweisungen mit »sp_executesql«	278
6.7	Fehler in SQL Server und ihre Behandlung	279
6.7.1	Struktur von Fehlermeldungen in SQL Server	279
6.8	Fehlerbehandlung	282
6.8.1	Fehlerbehandlung mit TRY und CATCH	282
6.8.2	Funktionen zur Fehlerbehandlung	286
6.8.3	Gegenüberstellung von TRY ... CATCH und @@ERROR	289
6.8.4	Abbruchverursachende Fehler	291
6.8.5	Erstellung benutzerdefinierter Fehlermeldungen	291
6.8.6	Programmgesteuerte Fehlerauslösung	294
6.8.7	Fehlerauslösung unter Verwendung von Parametern	295
6.8.8	Löschen von benutzerdefinierten Fehlermeldungen	302
7	Mehrtabellenabfragen	303
<hr/>		
7.1	Tabellen verknüpfen (JOIN-Anweisung)	303
7.1.1	Einbindung zweier Tabellen in die SELECT-Anweisung	303
7.1.2	Innere Verknüpfung (INNER JOIN)	305
7.1.3	Äußere Verknüpfung (OUTER JOIN)	308
7.1.4	Mehrfache JOIN-Anweisungen	309
7.1.5	Kreuzverknüpfung (CROSS JOIN)	310
7.1.6	Umkehrung der Funktionsweise des INNER JOINS	311
7.2	Abfragen unter Verwendung mehrerer Server	313
7.2.1	Vollgekennzeichnete (vollqualifizierte) Namen	313
7.2.2	Einrichtung eines Verbindungsservers	314

8	Erstellen und Ändern von Datenbanken	315
8.1	Erstellen einer einfachen Datenbank	315
8.2	Einfluss der »model«-Datenbank auf das Erstellen neuer Datenbanken	323
8.3	Löschen von Datenbanken	324
8.4	Erstellen einer Datenbank mit mehreren Dateien	324
8.5	Nachträgliche Änderungen an Datenbankdateien	327
8.5.1	Dateien hinzufügen	327
8.5.2	Dateieigenschaften ändern	329
8.5.3	Dateien löschen	329
8.6	Erstellen einer Datenbank mit mehreren Dateigruppen	330
8.7	Datenbanken verkleinern	333
8.8	Datenbankdateien verkleinern	335
8.9	Gespeicherte Systemprozeduren (Stored Procedures) zur Datenbankverwaltung	336
8.10	Datenbank-Momentaufnahmen	337
8.10.1	Erstellen einer Datenbank-Momentaufnahme	337
8.10.2	Interne Verwaltung einer Datenbank-Momentaufnahme	340
8.10.3	Erstellen eines Snapshots für eine Datenbank mit mehreren Datendateien	343
8.10.4	Weitere Informationen zu Momentaufnahmen	345
8.10.5	Datenbank-Momentaufnahme löschen	345
8.11	RAID-Systeme	346
8.11.1	RAID 0	346
8.11.2	RAID 1	347
8.11.3	RAID 3	348
8.11.4	RAID 5	349
8.12	Transparente Datenverschlüsselung	350
8.12.1	Die Struktur der transparenten Datenverschlüsselung in SQL Server	350
9	Erstellen von Tabellen	353
9.1	Die grundlegende Syntax zur Tabellenerstellung	353
9.1.1	Berechnete Spalten	355

9.1.2	Definition einer Identitätsspalte	356
9.1.3	SPARSE-Eigenschaft einer Tabellenspalte	358
9.1.4	Festlegung des physischen Speicherorts	362
9.1.5	Verwendung von FILESTREAM zur Speicherung von Daten im Dateisystem	362
9.2	Tabellen ändern	370
9.2.1	Spalten hinzufügen ADD	371
9.2.2	Spalten ändern ALTER COLUMN	372
9.2.3	Spalten löschen DROP COLUMN	373
9.3	Löschen von Tabellen	373
9.4	Implementierung der Datenintegrität	374
9.4.1	Die Einschränkungsarten im Überblick	374
9.4.2	Definition von Einschränkungen	375
9.4.3	Eigenschaften von Constraints	376
9.4.4	Lösch- und Änderungsweitergabe	380
9.5	Anwendungsbeispiel zu Einschränkungen	381
9.6	Nachträgliche Definition von Einschränkungen	384
9.7	Verwaltung von Einschränkungen	384
9.7.1	Deaktivierung und Aktivierung von Einschränkungen	385
9.7.2	Löschen einer Einschränkung	386
9.8	Temporäre Tabellen	386
9.8.1	Lokale temporäre Tabellen	386
9.8.2	Globale temporäre Tabellen	387
9.9	Partitionierung von Tabellen	389
9.9.1	Erstellung einer Partitionsfunktion	390
9.9.2	Erstellung eines Partitionsschemas	392
9.9.3	Erstellung einer partitionierten Tabelle	394

10 Speicherung von Daten in FileTables 397

10.1	Voraussetzungen für die Verwendung von FileTables	397
10.1.1	Aktivierung von FILESTREAM auf Serverebene	397
10.1.2	Vorhandensein einer Datenbank mit einer FILESTREAM-Datei- gruppe und konfiguriertem nicht transaktionalem Zugriff	398
10.2	Erstellung einer FileTable	400

10.3 Zugriff auf eine FileTable 402
10.4 Sichten zur Abfrage vorhandener FileTables in einer Datenbank 404

11 Verwendung der räumlichen und hierarchischen Datentypen 405

11.1 Räumliche Datentypen 405
 11.1.1 Der »geometry«-Datentyp 406
 11.1.2 Der »geography«-Datentyp 406
 11.1.3 Koordinatenübergabe an räumliche Datentypen 407
 11.1.4 Das Klassenmodell räumlicher Datentypen 407
 11.1.5 Grundlegende Techniken zur Verwendung räumlicher Datentypen 414
 11.1.6 Allgemeine Verwendung räumlicher Datentypen 417
 11.1.7 Methoden zur Verarbeitung räumlicher Daten 418
 11.1.8 Circular Arcs 429
 11.1.9 Beispiel für die Verwertung des »geography«-Datentyps 434
 11.1.10 Indizierung von Geodaten 437
11.2 Der hierarchische Datentyp 441
 11.2.1 Die Methoden des hierarchischen Datentyps 443

12 Daten verwalten 451

12.1 Grundlegende Befehle zur Datensatzmanipulation 451
 12.1.1 Einfügen von Datensätzen mit INSERT 451
 12.1.2 Daten aktualisieren mit UPDATE 456
 12.1.3 Löschen von Daten mit DELETE 459
12.2 Verwendung des Zeilenkonstruktors 460
12.3 Kombinierte Auswahl-/Einfügeanweisungen 461
 12.3.1 INSERT ... SELECT 462
 12.3.2 SELECT ... INTO 462
12.4 Die MERGE-Anweisung 464
 12.4.1 Grundlagen der MERGE-Anweisung 464
 12.4.2 Filterung von Datensätzen 468
 12.4.3 Die OUTPUT-Klausel 469

12.5	Massenkopierprogramme	470
12.5.1	BULK INSERT	470
12.5.2	»bcp«	472
13	Benutzerverwaltung und Schemas	473
13.1	Authentifizierung am Server	474
13.1.1	Einrichten eines Logins mit Windows-Authentifizierung	475
13.1.2	Einrichten eines Logins mit SQL-Server-Authentifizierung	476
13.2	Datenbankzugriff erteilen	478
13.3	Zusammenfassung von Benutzern zu Rollen	481
13.3.1	Feste Serverrollen	482
13.3.2	Feste Datenbankrollen	483
13.3.3	Hinzufügen eines Benutzers zu einer Rolle	486
13.4	Rechtevergabe an Benutzer und Rollen	487
13.4.1	Objektberechtigungen	488
13.4.2	Anweisungsberechtigungen	488
13.4.3	SQL-Anweisungen zur Rechtevergabe	490
13.5	Deaktivierung und Aktivierung von Logins und Datenbankbenutzern	494
13.6	Vordefinierte Konten auf Server- und Datenbankebene	496
13.6.1	Das Login »system administrator« (»sa«)	497
13.6.2	Der Datenbankbenutzer »guest«	498
13.7	Schema	499
13.7.1	Objektverwaltung bis SQL Server 2000	500
13.7.2	Objektverwaltung seit SQL Server 2005	501
13.7.3	Erstellen eines Schemas	501
13.7.4	Namensauflösung bei fehlender Schema-Angabe	504
14	Eigenständige Datenbanken	505
14.1	Das Konzept der eigenständigen Datenbanken	505
14.2	Konfiguration des Servers zur Verwendung eigenständiger Datenbanken	505
14.3	Erstellung einer eigenständigen Datenbank	506
14.4	Identifizierung eigenständiger Datenbanken	507

14.5 Besonderheiten der Benutzerverwaltung eigenständiger Datenbanken	508
14.6 Verbindungsaufbau zu einer eigenständigen Datenbank	509
14.7 Konvertierung einer Datenbank in eine eigenständige Datenbank	511
14.7.1 Durchführung der Konvertierung	512
14.7.2 Konvertierung von Benutzern	513
14.7.3 Identifizierung datenbankübergreifender Elemente	513
14.8 Migration einer eigenständigen Datenbank auf einen anderen Server	514
14.8.1 Sicherung einer eigenständigen Datenbank auf dem Quellserver	515
14.8.2 Wiederherstellung einer eigenständigen Datenbank auf dem Zielsystem	515

15 Sichten **517**

15.1 Einsatz von Sichten	518
15.2 Verwalten von Sichten	520
15.2.1 Erstellen einer Sicht	520
15.2.2 Ändern einer Sicht	522
15.2.3 Löschen einer Sicht	522
15.3 Datenmanipulationsanweisungen auf eine Sicht	523
15.3.1 DML-Anweisungen auf eine Sicht ohne WHERE-Klausel	523
15.3.2 DML-Anweisungen auf eine Sicht mit WHERE-Klausel	524
15.4 Systemsichten von SQL Server	528
15.4.1 Informationsschemasichten	529
15.4.2 Systemsichten im Schema »sys«	530

16 Programmierung von gespeicherten Prozeduren **531**

16.1 Überblick über die Verwendung von gespeicherten Prozeduren in SQL Server	531
16.2 Erstellung und Aufruf von gespeicherten Prozeduren	535
16.2.1 Grundlegende Syntax zu Erstellung einer gespeicherten Prozedur ...	535
16.2.2 Verwendung von Eingabeparametern	536

16.2.3	Die verschiedenen Arten der Parameterübergabe	540
16.2.4	Verweisbezogene Übergabe	542
16.2.5	Verwendung von Ausgabeparametern	545
16.2.6	Verwendung eines Rückgabestatuscodes	548
16.3	Tabellenübergabe an eine gespeicherte Prozedur	553
16.4	Optionen von gespeicherten Prozeduren	555
16.4.1	ENCRYPTION	555
16.4.2	RECOMPILE	558
16.4.3	RESULT SETS	559
16.4.4	EXECUTE AS	560

17 Programmierung von benutzerdefinierten Funktionen 563

17.1	Überblick über benutzerdefinierte Funktionen	563
17.2	Skalare Funktionen (Skalarwertfunktionen)	564
17.3	Inlinefunktionen (Tabellenwertfunktionen)	568
17.4	Tabellenwertfunktion mit mehreren Anweisungen	571
17.5	Ändern und Löschen von benutzerdefinierten Funktionen	574
17.5.1	Ändern einer benutzerdefinierten Funktion	574
17.5.2	Löschen einer benutzerdefinierten Funktion	574
17.6	Verwendung des Datentyps »table« als lokale Variable	574
17.6.1	Verwendung von Einschränkungen	577

18 Programmierung und Einsatz von Triggern 579

18.1	DML-Trigger	579
18.1.1	Programmierung von DML-Triggern	581
18.2	DDL-Trigger	601
18.2.1	DDL-Trigger mit Serverbereich	601
18.2.2	DDL-Trigger mit Datenbankbereich	604
18.2.3	Informationen zur Auslösung von DDL-Triggern	606

19 Nachverfolgung von Datenänderungen 607

19.1	Die Möglichkeiten zur Nachverfolgung von Datenänderungen: Change Data Capture und die Änderungsnachverfolgung	607
19.2	Change Data Capture	608
19.2.1	Konfiguration der Datenbank zur Verwendung von Change Data Capture	609
19.2.2	Konfiguration von Change Data Capture zur Überwachung einer Tabelle	610
19.2.3	Die Aufzeichnungsinstanz	613
19.2.4	Verwendung der Abfragefunktionen	615
19.2.5	Zyklische Abfragen	620
19.2.6	Abfragen auf einen Zeitbereich	621
19.2.7	Erstellung von Datetime-Wrapperfunktionen für die Abfrage auf Zeitbereiche	622
19.3	Änderungsnachverfolgung	623

20 Ereignisbenachrichtigungen (Event Notifications) 629

20.1	Konfiguration einer Datenbank zur Nutzung des Service Brokers	630
20.2	Konfiguration des Zieldienstes	631
20.2.1	Einrichtung der Warteschlange	631
20.2.2	Erstellung des Dienstes	631
20.2.3	Einrichtung der Route	632
20.3	Erstellen einer Ereignisbenachrichtigung	633
20.4	Auslösen und Empfangen einer Ereignisbenachrichtigung	634
20.5	Service-Broker-Aktivierung	636
20.5.1	Erstellung der Aktivierungsprozedur	636
20.5.2	Modifizierung der Warteschlange zur Verwendung der internen Aktivierung	639
20.6	Löschen der erstellten Objekte	640

21 Erstellung und Einsatz eines Cursors 641

21.1	Funktionsweise eines Cursors	641
21.2	Erstellung eines Cursors	643

21.3	Öffnen eines Cursors	645
21.4	Das Abrufen von Datensätzen aus einem Cursor	646
21.4.1	Aufruf einer FETCH-Anweisung ohne Verwendung von Variablen	646
21.4.2	Aufruf einer FETCH-Anweisung unter Verwendung von Variablen ...	647
21.4.3	Die Verwendung von Positionsangaben zum Abruf von Daten aus einem Cursor	647
21.5	Schließen und Löschen eines Cursors	655
21.6	Schleifenprogrammierung zum automatischen Durchlaufen eines Cursors	656
21.7	Daten in der Cursorauswahl aktualisieren und löschen	661
21.7.1	Aktualisieren	661
21.7.2	Löschen	661

22 Sequenzen 663

22.1	Erstellung einer Sequenz mit Standardeinstellungen	663
22.2	Informationen zu den vorhandenen Sequenzen in einer Datenbank	664
22.3	Abrufen von Sequenzwerten	664
22.3.1	Abruf einzelner Sequenzwerte	665
22.3.2	Anfordern eines Wertebereichs	665
22.4	Die Verwendung der Parameter AS, START, INCREMENT, MINVALUE, MAXVALUE, CYCLE und CACHE	666
22.4.1	AS, START und INCREMENT	666
22.4.2	MAXVALUE	669
22.4.3	CYCLE	670
22.4.4	MINVALUE	670
22.4.5	CACHE	671

23 Indizes 675

23.1	Der nicht gruppierte Index auf einem Heap	676
23.1.1	Vorgehensweise beim Durchlaufen eines Index	679
23.2	Der gruppierte Index	680
23.3	Der nicht gruppierte Index auf einem gruppierten Index	683

23.4	Der Columnstore-Index	686
23.5	Erstellung von Indizes	686
23.5.1	Manuelle Erstellung eines Index	686
23.5.2	Automatische Erstellung von Indizes	689
23.6	Verwaltung von Indizes	690
23.6.1	Fragmentierung	690
23.6.2	Neuerstellung von Indizes	693
23.6.3	Löschen eines Index	694
23.7	Statistiken	694
23.7.1	Löschen einer Statistik	698
23.7.2	Aktualisieren einer Statistik	698
23.7.3	Informationen zu Statistiken abrufen	698
23.8	Planung des Einsatzes von Indizes	699
23.8.1	Verwenden des Datenbankmodul-Optimierungsratgebers	701
23.9	Weitere Optimierungsmöglichkeiten mit Hilfe von Indizes	708
23.9.1	Indizes mit eingeschlossenen Spalten	708
23.9.2	Gefilterte Indizes	713
23.9.3	Indizierte Sichten	714
23.9.4	Partitionierte Indizes	716
24	Columnstore-Indizes	717
<hr/>		
24.1	Das Grundprinzip von Columnstore-Indizes	717
24.2	Erstellung eines nicht gruppierten Columnstore-Index	719
24.2.1	Beispiel für den Leistungsvergleich eines regulären nicht grup- pierten Index mit einem nicht gruppierten Columnstore-Index	720
24.2.2	Steuerung der Verwendung nicht gruppierter Columnstore-Indizes	724
24.3	Erstellung eines gruppierten Columnstore-Index	724
24.4	Abfragen von Informationen über vorhandene Columnstore-Indizes	728
25	Transaktionen	729
<hr/>		
25.1	Einführung in Transaktionen	729
25.2	ACID	731
25.3	Interne Transaktionsverarbeitung	734

25.4 Verhalten bei Systemfehlern	735
25.5 Programmierung expliziter Transaktionen	737
25.6 Implizite Transaktionen	741
25.7 Sperren	743
25.7.1 Sperrebenen	743
25.7.2 Gemeinsame Sperren (Shared Locks)	744
25.7.3 Exklusive Sperren (Exclusive Locks)	744
25.8 Isolationsstufen auf Verbindungsebene	745
25.8.1 READ UNCOMMITTED	746
25.8.2 READ COMMITTED	748
25.8.3 REPEATABLE READ	750
25.8.4 SERIALIZABLE	752
25.8.5 Snapshot	753
25.8.6 Zusammenfassung der Eigenschaften von Sperrstufen	753
25.8.7 Setzen eines Timeout-Wertes	754
25.9 Sperrhinweise auf Tabellenebene	755
25.10 Informationen zu Sperren	757
25.11 Deadlocks	757
25.11.1 Vermeidung von Deadlocks	759
25.11.2 Beispiel zur Erzeugung eines Deadlocks	759
25.11.3 Erfassung von Deadlocks im Profiler	760
26 Speicheroptimierte Tabellen	763
<hr/>	
26.1 Grundlagen der speicheroptimierten Tabellen	763
26.1.1 Vor- und Nachteile speicheroptimierter Tabellen	764
26.2 Beständigkeit speicheroptimierter Tabellen	764
26.2.1 Speicheroptimierte Tabellen mit nicht beständigen Inhalten	765
26.2.2 Speicheroptimierte Tabellen mit beständigen Inhalten	765
26.3 Konfiguration einer Datenbank zur Verwendung speicheroptimierter Tabellen	765
26.3.1 Hinzufügen einer Dateigruppe zur Speicherung speicheroptimierter Tabellen	766
26.3.2 Hinzufügen einer Datei zur Speicherung speicheroptimierter Tabellen	767
26.3.3 Festlegung der Isolationsstufe für speicheroptimierte Tabellen	768

26.4	Erstellung speicheroptimierter Tabellen	769
26.4.1	Erstellung einer speicheroptimierten Tabelle mit beständigen Inhalten	769
26.4.2	Erstellung einer speicheroptimierten Tabelle mit nicht beständigen Inhalten	771
26.5	Vergleich des Verhaltens beider Arten von speicheroptimierten Tabellen	772

27 Indizierung speicheroptimierter Tabellen 773

27.1	Unterschiede zwischen der Indizierung speicheroptimierter und dateibasierter Tabellen	773
27.2	Indexarten für die Verwendung mit speicheroptimierten Tabellen	774
27.2.1	Nicht gruppierte Indizes	774
27.2.2	Nicht gruppierte Hash-Indizes	774
27.3	Überlegungen zur Verwendung nicht gruppierter Indizes oder nicht gruppiertes Hash-Indizes	779
27.4	Abfragen zu Indizes speicheroptimierter Tabellen	779

28 Systemintern kompilierte gespeicherte Prozeduren 781

28.1	Überblick über systemintern kompilierte gespeicherte Prozeduren und deren Verwendung	781
28.2	Erstellung systemintern kompilierter gespeicherter Prozeduren	782
28.2.1	Erstellung einer systemintern kompilierten gespeicherten Prozedur für den lesenden Zugriff auf eine speicheroptimierte Tabelle	784
28.2.2	Erstellung einer nativ kompilierten Prozedur zur Demonstration der Optionen ATOMIC und LANGUAGE	785
28.3	Ändern einer systemintern kompilierten gespeicherten Prozedur	787
28.4	Informationen zum Speicherort und den geladenen DLL-Dateien	787

TEIL III .NET-Programmierung

29	SQL Server als Laufzeitumgebung für .NET	791
29.1	Die Programmiermodelle im Vergleich	791
29.1.1	T-SQL	791
29.1.2	Erweiterte gespeicherte Prozeduren	792
29.1.3	Einbindung von COM-Objekten	793
29.1.4	Einsatz von Managed Code	793
29.2	Die CLR-Integration im Detail	795
29.2.1	CLR-Hosting	796
29.2.2	Thread- und Speichermanagement	797
29.2.3	I/O-Zugriffe	797
29.2.4	Assemblies Loading	797
29.2.5	Application Domain Management	798
29.3	Der Hosting-Layer	799
29.4	Verwaltung von Assemblies	801
29.5	Sicherheitsstufen	803
30	.NET-Programmierung	805
30.1	CLR-Unterstützung aktivieren	805
30.1.1	CLR-Unterstützung per Skript aktivieren	807
30.2	CLR-Prozeduren und Funktionen	807
30.2.1	CLR vs. T-SQL	807
30.2.2	Prozeduren vs. Funktionen	807
30.2.3	Veröffentlichung von Methoden	808
30.2.4	Implementierungsregeln	809
30.2.5	Parameter und Rückgabewerte	810
30.2.6	Sicherheitsaspekte	812
30.3	Gespeicherte Prozeduren	812
30.3.1	Eine gespeicherte Prozedur mit Visual Studio erstellen	812
30.3.2	Das SqlParameter-Attribut	816
30.3.3	Parameter und Rückgabe	816
30.3.4	Temporäre Prozeduren	817
30.3.5	Assembly bereitstellen	817
30.3.6	Assembly ohne Visual Studio kompilieren	818

30.3.7	Installation mit »sqlcmd« durchführen	819
30.3.8	Prozeduren mit Visual Studio debuggen	819
30.4	Benutzerdefinierte Funktionen	820
30.4.1	Einschränkungen	820
30.4.2	Das SqlFunction-Attribut	821
30.4.3	Funktionen bereitstellen	822
30.4.4	Skalare Funktionen	823
30.4.5	Eine Skalarfunktion erstellen	823
30.4.6	Tabellenwertige Funktionen	824
30.4.7	Unterschiede zwischen T-SQL- und CLR-Funktionen	824
30.4.8	Eine tabellenwertige Funktion erstellen	825
30.5	Serverseitiger Datenzugriff mit ADO.NET	828
30.5.1	Der Kontext	829
30.5.2	Verbindung zur Datenbank herstellen	830
30.6	Pipes	830
30.6.1	Die Send-Methode	831
30.6.2	Die ExecuteAndSend()-Methode	833
30.6.3	Ausgabestrom steuern	834
30.7	Impersonalisierung	838
30.8	Benutzerdefinierte Typen	842
30.8.1	Das SqlUserDefinedType-Attribut	844
30.8.2	Einen benutzerdefinierten Datentyp erstellen	844
30.8.3	Das INullable-Interface	845
30.8.4	Die ToString()-Methode	845
30.8.5	Die Parse()-Methode	846
30.8.6	Erstellung des CalendarWeek-Datentyps	846
30.8.7	Den CalendarWeek-Typ installieren	848
30.8.8	Den CalendarWeek-Typ testen	849
30.8.9	Validierungen	850
30.8.10	Methoden implementieren	850
30.8.11	Serialisierung	853
30.8.12	Typen als Klassen abbilden	857
30.8.13	Zugriff vom Client	858
30.9	Benutzerdefinierte Aggregate	859
30.9.1	Das SqlUserDefinedAggregate-Attribut	859
30.9.2	Die Init()-Methode	860
30.9.3	Die Accumulate()-Methode	860
30.9.4	Die Merge()-Methode	861
30.9.5	Die Terminate()-Methode	861

30.9.6	Ein Beispielaggregat	861
30.9.7	Das MaxRange-Aggregat implementieren	863
30.9.8	Hinweise zur Implementierung	866
30.9.9	Aggregate installieren	866
30.10	Benutzerdefinierte Trigger	867
30.10.1	Das SqlTrigger-Attribut	867
30.10.2	Die TriggerContext-Klasse	868
30.10.3	Trigger implementieren	869
30.10.4	Hinweise zur Implementierung	873
30.10.5	Trigger installieren	873
30.11	Administration und Monitoring von CLR-Objekten	874
30.11.1	Informationen über die installierten Assemblies ermitteln	874
30.11.2	Laufzeitinformationen von CLR-Objekten ermitteln	876
31	T-SQL: Erweiterte Themen	879
<hr/>		
31.1	CROSS APPLY und OUTER APPLY	881
31.2	Kreuztabellen mit PIVOT erstellen	883
31.2.1	Entscheidungstabellen mit PIVOT erstellen	887
31.2.2	Kreuztabellen in flache Listen transformieren	889
31.3	Common Table Expressions	891
31.3.1	Verarbeitung von hierarchischen Daten	895
31.3.2	Maximale Rekursionsstufe einstellen	898
31.4	Fehlerbehandlung	899
31.4.1	Informationen über den Fehler ermitteln	900
31.4.2	Eigene Fehler auslösen	904
31.4.3	Verschachtelte Fehlerbehandlung	905
31.5	Ranking- und Windowing-Funktionen	906
31.5.1	Ergebnisse mit RANK() gewichten	906
31.5.2	Ranking ohne Lücken mit DENSE_RANK()	907
31.5.3	Gruppierte Ranglisten mit Windowing	908
31.5.4	Zeilen mit ROW_NUMBER() nummerieren	909
31.5.5	Paging mit ROW_NUMBER()	910
31.5.6	Daten mit NTILE() partitionieren	912
31.6	Die OUTPUT-Klausel	913
31.7	Die TABLESAMPLE-Klausel	915
31.8	EXCEPT- und INTERSECT-Statement	917

31.9 Tabellenwertparameter	919
31.9.1 Tabellenwertparameter definieren	919
31.9.2 Tabellenwertparameter verwenden	920
31.9.3 Prozeduren mit Tabellenwertparametern aufrufen	920
31.9.4 Aufruf vom Client mit ADO.NET	921
31.9.5 Limitationen	923
32 Einsatz von XML in der Datenbank	925
<hr/>	
32.1 Warum XML?	926
32.2 HTML und XML	926
32.2.1 Auszeichnungssprachen	927
32.2.2 Auszeichnungen	928
32.3 XML-Fähigkeiten von SQL Server	931
32.4 Der XML-Datentyp	931
32.4.1 Vor- und Nachteile der XML-Datenspeicherung	931
32.4.2 XML-Felder anlegen	933
32.4.3 XML-Felder mit einem Schema verknüpfen	935
32.5 Auf gespeicherte XML-Daten zugreifen	937
32.5.1 Eine kurze Einführung in XPath	937
32.5.2 XQuery als Abfragesprache	940
32.5.3 Die Methoden des XML-Datentyps	940
32.5.4 Indizierung von XML-Feldern	946
32.6 Darstellung von Abfrageergebnissen im XML-Format	949
32.6.1 Der RAW-Modus	951
32.6.2 Allgemeine Optionen der FOR XML-Klausel	953
32.6.3 Der AUTO-Modus	956
32.6.4 Der PATH-Modus	958
32.6.5 Der EXPLICIT-Modus	960
32.7 XML-Schema ermitteln	966
32.8 XML-Daten in einem relationalen Modell speichern	968
32.8.1 Ein XML-Dokument in eine Tabelle importieren	969

33 Datenbankzugriff mit ADO.NET	971
33.1 Einleitung	971
33.1.1 Projekte anlegen und speichern	973
33.1.2 Die Beispieldatenbank	974
33.2 Die Datenprovider	974
33.3 Die Verbindung zu einer Datenbank herstellen	976
33.3.1 Die Verbindungszeichenfolge	976
33.3.2 Die Verbindung mit einer bestimmten SQL-Server-Instanz aufbauen	978
33.3.3 Öffnen und Schließen einer Verbindung	982
33.3.4 Das Verbindungspooling	986
33.3.5 Die Ereignisse eines »Connection«-Objekts	990
33.3.6 Verbindungszeichenfolgen aus einer Konfigurationsdatei abrufen	992
33.3.7 Die Klasse »SqlConnection« im Überblick	995
33.3.8 Verbindungen mit dem »OleDb«-Datenprovider	997
33.4 Die Datenbankabfrage	999
33.4.1 Das »SqlCommand«-Objekt	999
33.4.2 Abfragen, die genau ein Ergebnis liefern	1005
33.5 Das »SqlDataReader«-Objekt	1005
33.5.1 Datensätze einlesen	1006
33.5.2 Schließen des »SqlDataReader«-Objekts	1009
33.5.3 MARS (Multiple Active Resultsets)	1009
33.5.4 Batch-Abfragen mit »NextResult« durchlaufen	1011
33.5.5 Das Schema eines »SqlDataReader«-Objekts untersuchen	1012
33.6 Parametrisierte Abfragen	1015
33.6.1 Parametrisierte Abfragen mit dem »SqlClient«-Datenprovider	1015
33.6.2 Die Klasse »SqlParameter«	1018
33.6.3 Asynchrone Abfragen	1018
33.6.4 Gespeicherte Prozeduren (Stored Procedures)	1022
33.7 Der SqlDataAdapter	1030
33.7.1 Was ist ein »DataAdapter«?	1030
33.7.2 Die Konstruktoren der Klasse »DataAdapter«	1032
33.7.3 Die Eigenschaft »SelectCommand«	1033
33.7.4 Den lokalen Datenspeicher mit »Fill« füllen	1034
33.7.5 Tabellenzuordnung mit TableMappings	1038
33.7.6 Das Ereignis »FillError« des »SqlDataAdapters«	1043

33.8	Daten im lokalen Speicher – das »DataSet«	1044
33.8.1	Verwenden des »DataSet«-Objekts	1045
33.8.2	Dateninformationen in eine XML-Datei schreiben	1049
33.8.3	Dem »DataSet« Schemainformationen übergeben	1050
33.8.4	Schemainformationen bereitstellen	1052
33.8.5	Eigenschaften einer »DataColumn«, die der Gültigkeitsprüfung dienen	1052
33.8.6	Die »Constraints«-Klassen einer »DataTable«	1053
33.8.7	Das Schema mit Programmcode erzeugen	1054
33.8.8	Schemainformationen mit »SqlDataAdapter« abrufen	1056
33.8.9	Änderungen in einer »DataTable« vornehmen	1060
33.8.10	Was bei einer Änderung einer Datenzeile passiert	1065
33.8.11	Manuelles Steuern der Eigenschaft »DataRowState«	1069
33.9	Mit mehreren Tabellen arbeiten	1070
33.9.1	Der Weg über JOIN-Abfragen	1071
33.9.2	Mehrere Tabellen in einem »DataSet«	1072
33.9.3	Eine »DataRelation« erzeugen	1073
33.9.4	»DataRelations« und Einschränkungen	1074
33.9.5	In Beziehung stehende Daten suchen	1076
33.9.6	Ergänzung zum Speichern von Schemainformationen in einer XML-Schemadatei	1079
33.10	Aktualisieren der Datenbank	1079
33.10.1	Aktualisieren mit dem »CommandBuilder«-Objekt	1079
33.10.2	Manuell gesteuerte Aktualisierungen	1082
33.10.3	Aktualisieren mit »ExecuteNonQuery«	1084
33.10.4	Manuelles Aktualisieren mit dem »DataAdapter«	1092
33.10.5	Den zu aktualisierenden Datensatz in der Datenbank suchen	1096
33.10.6	Den Benutzer über fehlgeschlagene Aktualisierungen informieren	1101
33.10.7	Konfliktverursachende Datenzeilen bei der Datenbank abfragen	1104
34	LINQ	1111
<hr/>		
34.1	Was ist LINQ?	1111
34.1.1	Verzögerte Ausführung	1113
34.1.2	LINQ-Erweiterungsmethoden an einem Beispiel	1113
34.2	LINQ to Objects	1117
34.2.1	Musterdaten	1117
34.2.2	Die allgemeine LINQ-Syntax	1119

34.3 Die Abfrageoperatoren	1121
34.3.1 Übersicht der Abfrageoperatoren	1121
34.3.2 Die »from«-Klausel	1122
34.3.3 Mit »where« filtern	1124
34.3.4 Die Projektionsoperatoren	1126
34.3.5 Die Sortieroperatoren	1127
34.3.6 Gruppieren mit »GroupBy«	1129
34.3.7 Verknüpfungen mit »Join«	1131
34.3.8 Die Set-Operatoren-Familie	1134
34.3.9 Die Familie der Aggregatoperatoren	1136
34.3.10 Quantifizierungsoperatoren	1139
34.3.11 Aufteilungsoperatoren	1140
34.3.12 Die Elementoperatoren	1142
34.3.13 Die Konvertierungsoperatoren	1146
35 Einführung in das ADO.NET Entity Framework	1147
<hr/>	
35.1 Kritische Betrachtung von ADO.NET	1148
35.1.1 Die Organisation der Daten in Klassen	1149
35.2 Ein erstes Entity Data Model (EDM) erstellen	1150
35.3 Das Entity Data Model im Designer	1155
35.3.1 Die übergeordneten Eigenschaften einer Entität	1155
35.3.2 Eigenschaftstypen eines Entitätsobjekts	1156
35.3.3 Assoziationen im Entity Data Model	1159
35.3.4 Der Kontext der Entitäten	1160
35.4 Der Aufbau des Entity Data Models	1161
35.5 Die Klassen des Entity Data Models (EDM)	1165
35.5.1 Die Klassen für die DbContext-API	1165
35.5.2 Die Entitäten für .NET-Framework-4-ObjectContext	1166
35.5.3 Der »ObjectContext«	1171
35.6 Die Architektur des Entity Frameworks	1173
35.6.1 Object Services	1173
35.6.2 Die Schichten des Entity Frameworks	1173

36 Abfragen mit .NET 4 Framework-ObjectContext 1175

36.1 Abfragen mit LINQ to Entities	1176
36.1.1 Einfache Abfragen	1176
36.1.2 Navigieren in Abfragen	1183
36.1.3 Aggregatmethoden	1188
36.1.4 Joins in LINQ definieren	1190
36.1.5 In Beziehung stehende Daten laden	1194
36.2 Abfragen mit Entity SQL	1199
36.2.1 Ein erstes Beispiel mit Entity SQL	1200
36.2.2 Die fundamentalen Regeln der Entity-SQL-Syntax	1201
36.2.3 Filtern mit Entity SQL	1202
36.2.4 Parametrisierte Abfragen	1204
36.3 Der EntityClient-Provider	1205
36.3.1 Verbindungen mit »EntityConnection«	1206
36.3.2 Die Klasse »EntityCommand«	1207
36.4 Abfrage-Generator-Methoden (QueryBuilder-Methoden)	1208
36.5 SQL-Direktabfragen	1209

37 Entitätsaktualisierung und Zustandsverwaltung 1211

37.1 Aktualisieren von Entitäten	1211
37.1.1 Entitäten ändern	1211
37.1.2 Hinzufügen neuer Entitäten	1213
37.1.3 Löschen einer Entität	1218
37.2 Der Lebenszyklus einer Entität im Objektkontext	1220
37.2.1 Der Zustand einer Entität	1221
37.2.2 Das Team der Objekte im Überblick	1221
37.2.3 Neue Entitäten im Objektkontext	1222
37.2.4 Die Zustände einer Entität	1224
37.2.5 Zusätzliche Entitäten in den Datencache laden	1226
37.2.6 Die Zustandsverfolgung mit »MergeOption« steuern	1226
37.3 Das »ObjectStateEntry«-Objekt	1229
37.3.1 Die Current- und Originalwerte abrufen	1231
37.3.2 Die Methode »TryGetObjectStateEntry«	1232

- 37.3.3 Geänderte Entitäten mit »GetObjectStateEntries« abrufen 1233
- 37.3.4 Die Methode »GetModifiedProperties« 1234
- 37.4 Die Klasse »EntityKey«** 1235
 - 37.4.1 Die Methoden »GetObjectByKey« und »TryGetObjectByKey« 1235
- 37.5 Komplexere Szenarien** 1236
 - 37.5.1 Die Methode »ChangeState« 1237
 - 37.5.2 Die Methoden »ApplyCurrentChanges« und »ApplyOriginalChanges« 1238

38 Konflikte behandeln 1241

- 38.1 Allgemeine Betrachtungen** 1241
 - 38.1.1 Das pessimistische Sperren 1242
 - 38.1.2 Das optimistische Sperren 1242
- 38.2 Konkurrierende Zugriffe mit dem Entity Framework** 1243
 - 38.2.1 Das Standardverhalten des Entity Frameworks 1243
 - 38.2.2 Das Aktualisierungsverhalten mit »Fixed« beeinflussen 1244
 - 38.2.3 Auf die Ausnahme »OptimisticConcurrencyException« reagieren 1246
 - 38.2.4 Das »ClientWins«-Szenario 1247
 - 38.2.5 Das »StoreWins«-Szenario 1250

39 Die DbContext-API 1251

- 39.1 Datenabfragen mit »DbContext«** 1251
 - 39.1.1 Eine Entität mit »DbSet<>.Find« suchen 1253
 - 39.1.2 Lokale Daten mit »Load« und »Local« 1254
 - 39.1.3 In Beziehung stehende Daten laden 1256
- 39.2 Ändern von Entitäten** 1261
 - 39.2.1 Entitäten ändern 1261
 - 39.2.2 Hinzufügen einer neuen Entität 1262
 - 39.2.3 Löschen einer Entität 1263
- 39.3 Change Tracking (Änderungsnachverfolgung)** 1266
 - 39.3.1 Snapshot Change Tracking 1267
 - 39.3.2 Change Tracking Proxies 1270

39.4 Kontextlose Entitäten ändern	1273
39.4.1 Entitätszustände	1274
39.4.2 »DbContext« eine neue Entität hinzufügen	1274
39.4.3 »DbContext« eine geänderte Entität hinzufügen	1276
39.4.4 »DbContext« eine zu löschende Entität angeben	1277
Index	1279