

Auf einen Blick

1	Die Versionsgeschichte von SQL Server	29
2	Zukunftssicherheit, Stabilität und Performance im Enterprise-Bereich	65
3	Die SQL-Server-Editionen im Überblick	79
4	Installation von SQL Server und Aktualisierung auf neue Versionen	89
5	Konfigurieren von SQL Server	135
6	Die SQL-Server-Systemdatenbanken im Überblick	181
7	Grundlegendes Know-how für Administratoren und Entwickler	195
8	PowerShell	269
9	Backup und Restore	279
10	SQL-Server-Sicherheit	321
11	Automatisieren von administrativen Aufgaben	405
12	Einrichten von Warnungen und Benachrichtigungen	433
13	Skalierbarkeit von SQL Server	457
14	Verteilung von Daten – Replikation ist kein Hexenwerk	487
15	Hochverfügbarkeitslösungen	517
16	Überwachen von SQL Server	581
17	Hilfreiche Tools von Drittherstellern	631
18	Problembehebung und Performance-Tuning	637
19	Applikations- und Multiserver-Verwaltung	719
20	Weitere Komponenten für Entwickler und Anwender	745
21	ETL-Prozesse mit den Integration Services	763
22	Parallel Data Warehouse (PDW)	805
23	Die Reporting Services	817
24	Analysis Services – Datenanalyse für jedermann	863
25	Big Data – Analysewerkzeuge für SQL Server	879

Inhalt

Vorwort	25
---------------	----

1 Die Versionsgeschichte von SQL Server 29

1.1 Entwicklung bis Microsoft SQL Server 2005	30
1.2 Von Microsoft SQL Server 2008 zu SQL Server 2014	32
1.2.1 SQL Server 2012: Hochverfügbarkeit	32
1.2.2 SQL Server 2012: SQL Server AlwaysOn	33
1.2.3 SQL Server 2012: Skalierbarkeit und Performance	33
1.2.4 SQL Server 2012: Columnstore-Indizes	34
1.2.5 SQL Server 2012: FileTable	34
1.2.6 SQL Server 2012: Volltextsuche	34
1.2.7 SQL Server 2012: Benutzerdefinierte Serverrollen	35
1.2.8 SQL Server 2012: SQL Server 2012 – Contained Database	35
1.2.9 SQL Server 2012: Distributed Replay	36
1.2.10 SQL Server 2012: SQL-Server-Audit-Erweiterungen	36
1.2.11 SQL Server 2012: Management Pack für Hochverfügbarkeit	36
1.2.12 SQL Server 2012: Windows Server Core	36
1.2.13 SQL Server 2012: PHP-Treiber	37
1.2.14 SQL Server 2012: LocalDB-Laufzeitumgebung	37
1.2.15 SQL Server 2012: SQL Server Data Tools (SSDT)	37
1.2.16 SQL Server 2012: Data Quality Services	38
1.2.17 SQL Server 2012: PowerView – Report- und Analysetool	38
1.2.18 SQL Server 2012: Reporting als SharePoint Shared Service	38
1.2.19 SQL Server 2012: SSIS-Bereitstellung von Projekten und Paketen	38
1.2.20 SQL Server 2012: Tabellarische Projekte in den SQL Server Data Tools	39
1.2.21 SQL Server 2014: Verbesserungen der Skalierbarkeit, Leistung und Performance	39
1.2.22 SQL Server 2014: Support und Diagnose erfahren eine deutliche Vereinfachung	39
1.3 SQL Server 2016 – wichtige Neuerungen im Überblick	40
1.3.1 SQL Server 2016: Verbesserungen des Datenbankmoduls	40
1.3.2 SQL Server 2016: Analysis Services (SSAS)	41
1.3.3 SQL Server 2016: Integration Services (SSIS)	41
1.3.4 SQL Server 2016: Master Data Services (MDS)	42

1.3.5	SQL Server 2016: Reporting Services (SSRS)	42
1.3.6	Das neue MS SQL Server Management Studio (SSMS)	42
1.4	SQL Server 2017 – wichtige Neuerungen im Überblick	43
1.4.1	SQL Server 2017: Datenbank-Engine (Database Engine)	43
1.4.2	SQL Server 2017: Integration Services (SSIS)	45
1.4.3	SQL Server 2017: Master Data Services (MDS)	46
1.4.4	SQL Server 2017: Analysis Services (SSAS)	46
1.4.5	SQL Server 2017: Reporting Services (SSRS)	47
1.4.6	SQL Server 2017: Machine Learning	47
1.5	SQL Server 2019 – Aussichten auf die Neuerungen im Überblick	48
1.5.1	Die Datenbank-Engine	51
1.5.2	Datenbank-Kompatibilitätsgrad (CTP 2.0)	53
1.5.3	UTF-8-Unterstützung (CTP 2.0)	53
1.5.4	Erstellung fortsetzbarer Onlineindizes (CTP 2.0)	53
1.5.5	Erstellen und erneutes Erstellen von gruppierten Columnstore-Indizes (online) (CTP 2.0)	54
1.5.6	Always Encrypted mit Secure Enclaves (CTP 2.0)	54
1.5.7	Intelligente Abfrageverarbeitung (CTP 2.0)	55
1.5.8	Erweiterungen für die Programmierbarkeit der Java-Sprache (CTP 2.0)	56
1.5.9	SQL-Graphfeatures	57
1.5.10	Datenbankweit gültige Standardeinstellung für Online- und fortsetzbare DDL-Vorgänge (CTP 2.0)	57
1.5.11	AlwaysOn-Verfügbarkeitsgruppen: Erhöhung synchroner Replikate (CTP 2.0)	58
1.5.12	Datenermittlung und -klassifizierung (CTP 2.0)	58
1.5.13	Erweiterte Unterstützung für Geräte mit beständigem Speicher (CTP 2.0)	59
1.5.14	Hybrider Pufferpool (CTP 2.1)	60
1.5.15	Unterstützung für Columnstore-Statistiken in DBCC CLONEDATABASE (CTP 2.0)	60
1.5.16	Neue Optionen für »sp_estimate_data_compression_savings« (CTP 2.0)	60
1.5.17	Failover-Cluster für SQL Server Machine Learning Services und partitionsbasierte Modellierung (CTP 2.0)	61
1.5.18	Standardmäßig aktivierte LWP-Abfrageinfrastruktur (CTP 2.0)	61
1.5.19	Neue PolyBase-Connectors	61
1.5.20	Rückgabe von Seiteninformationen durch neue »sys.dm_db_page_info«-Systemfunktion (CTP 2.0)	61
1.5.21	SQL Server unter Linux (CTP 2.0)	62
1.5.22	Master Data Services (CTP 2.0)	63

1.5.23	Sicherheit (CTP 2.0)	63
1.5.24	Tools für den SQL Server	64
2	Zukunftssicherheit, Stabilität und Performance im Enterprise-Bereich	65
2.1	Kapazitätsplanung von Prozessor, Speicher und I/O	65
2.2	Erfassen von Leistungs- und Baseline-Daten	66
2.3	Sequenzieller und Random I/O	68
2.4	Dimensionierung des E/A-Subsystems	69
2.4.1	Größe der Auslagerungsdatei bestimmen	70
2.5	RAID und SAN – Konfiguration	70
2.5.1	RAID 0: Stripe Set	71
2.5.2	RAID 1: Spiegelung	72
2.5.3	RAID 5: Stripe Set mit Parität	73
2.5.4	RAID 01	73
2.5.5	RAID 10	74
2.5.6	Hardwarechnittstellen	75
2.6	SQL Server und virtuelle Umgebungen – was ist zu beachten?	75
2.7	Ausblick auf zukünftige Technologien – Storage im Netz	76
2.7.1	Microsoft Azure: SQL Server in der Cloud	76
3	Die SQL-Server-Editionen im Überblick	79
3.1	Standard Edition	79
3.2	Business Intelligence Edition	80
3.3	Enterprise Edition	80
3.4	Parallel Data Warehouse und Data Warehouse Fast Track Edition	80
3.5	Spezielle Editionen	81
3.5.1	Developer Edition	81
3.5.2	Web Edition	81
3.5.3	Express Edition	82
3.5.4	Compact Edition	82
3.5.5	Microsoft Azure SQL-Datenbank (früher SQL Azure)	83

3.6	Microsoft Azure SQL-Datenbank	84
3.6.1	Überblick	84
3.6.2	Technologie und Zugriff	85
3.7	Zusammenfassung	88

4 Installation von SQL Server und Aktualisierung auf neue Versionen 89

4.1	Überlegungen zur Installation	90
4.1.1	Sprachen und landesspezifische Anpassungen – Sortierreihenfolge	91
4.1.2	Windows- versus SQL-Server-Authentifizierung	92
4.1.3	Sicherheitsbetrachtungen – die Wahl der richtigen Dienstkonten	92
4.1.4	Aktualisierung auf SQL Server 2017/2019	93
4.2	Vorbereitung – Was Sie vor der Installation erledigen sollten	94
4.3	Die vollständige Installation	95
4.3.1	Der Installationsprozess im Detail	96
4.3.2	SQL Server und mehrere Instanzen	117
4.3.3	Installation und Konfiguration der Reporting Services	119
4.3.4	Installation des Management Studios	119
4.4	Durchführen einer unbeaufsichtigten Installation	120
4.4.1	Vorbereitungen	120
4.4.2	Installation mit einer INI-Datei	121
4.4.3	Installation mit Parameterangaben	126
4.4.4	Vorbereitung einer Installation mit Sysprep	127
4.5	Installation einer Instanz unter Linux	127
4.5.1	SQL Server 2017 Linux installieren	129
4.5.2	SQL-Server-Befehlszeilentool installieren	131
4.6	Installation einer Instanz in der Cloud	133
4.6.1	Installation einer SQL Server-Instanz in Azure	133

5 Konfigurieren von SQL Server 135

5.1	Der SQL Server-Konfigurations-Manager	135
5.1.1	Die Dienste von SQL Server	135
5.1.2	Clientkonfiguration, Alias und Protokolle	136

5.1.3	Deaktivieren nicht benötigter Dienste	137
5.1.4	Ausblenden einer Instanz des SQL-Server-Datenbankmoduls	137
5.2	Die SQL-Server-Protokolle	138
5.2.1	Shared Memory	138
5.2.2	TCP/IP	138
5.2.3	Erweiterter Schutz	139
5.2.4	Service Principal Name (SPN)	140
5.2.5	Named Pipes	141
5.2.6	Verschlüsselung der Kommunikation	141
5.3	SQL-Server-Startparameter	145
5.4	»sqlcmd« – das Tool für die Kommandozeile	148
5.5	Die Konfiguration der Instanz	150
5.5.1	Serveroptionen mit dem Management Studio konfigurieren	150
5.5.2	Serveroptionen mithilfe der Prozedur »sp_configure« konfigurieren	152
5.6	Konfigurieren von SQL Server mit der PowerShell	156
5.7	SQL-Server-Agent-Grundkonfiguration	158
5.8	Konfiguration von SQL Server mithilfe der Richtlinienverwaltung (policy management)	160
5.9	Hilfsprogramm-Kontrollpunkte (Utility Control Point, UCP)	166
5.9.1	Technologie von Utility Control Points	167
5.9.2	Der Hilfsprogramm-Explorer	167
5.9.3	Einrichten eines Utility Control Points auf einer Instanz von SQL Server	167
5.9.4	Workshop: Registrieren eines Service Principal Names (SPN)	174
5.9.5	Workshop: Konfiguration der Windows-Firewall für eine Standardinstanz von SQL Server	177

6 Die SQL-Server-Systemdatenbanken im Überblick 181

6.1	Aufbau und Funktionsweise von SQL-Server-Systemdatenbanken	182
6.1.1	Zusammenhänge – Wiederherstellungsmodell (Recovery Model), Sicherung (Backup) der Datenbank und Transaktionsprotokoll (Transaction Log)	182
6.1.2	Die Ressourcen- und Distributionsdatenbank	184
6.2	Verschieben (Move) von Systemdatenbanken	184
6.3	Neuerstellen von Systemdatenbanken	187

6.4	Konfigurieren von Systemdatenbanken	190
6.4.1	Die MASTER-Datenbank	190
6.4.2	Die MODEL-Datenbank	192
6.4.3	Die MSDB-Datenbank	193
6.4.4	Die TEMPDB	194

7 **Grundlegendes Know-how für Administratoren und Entwickler** 195

7.1	SQL Server verwalten – SQL Server Management Studio (SSMS)	195
7.1.1	Starten des SQL Server Management Studios	196
7.1.2	Grundlegender Aufbau des SQL Server Management Studios	196
7.1.3	Der Objekt-Explorer	197
7.1.4	Abfrage-Editor-Fenster	199
7.1.5	Management-Studio-Berichte	200
7.1.6	Verwalten verschiedener SQL-Serverinstanzen und -versionen	201
7.1.7	Vorlagen-Explorer und Vorlagenparameter – Schablonen erleichtern die Arbeit	203
7.1.8	Der »Skript«-Button – eigentlich ist alles T-SQL	205
7.1.9	IntelliSense – Unterstützung zur passenden Zeit	207
7.2	Dynamische Verwaltungssichten (Dynamic Management Views, DMV), Katalogsichten	209
7.2.1	Katalogsichten (Catalog Views)	209
7.2.2	Dynamische Verwaltungssichten	210
7.2.3	Informationen und Leistungsdaten rundherum	211
7.2.4	Scripting mit T-SQL	211
7.3	Datenbanken anlegen	215
7.3.1	Was geschieht beim Erstellen einer Datenbank?	216
7.3.2	Dateigruppen – Strategie zur Verteilung von Objekten auf Datenträgern	217
7.3.3	Fehler finden – Debuggen von T-SQL	220
7.4	T-SQL – Die wichtigsten Befehle für den Administrator	222
7.4.1	DML – SELECT, INSERT, UPDATE, DELETE	222
7.4.2	DDL – CREATE, ALTER, DROP	224

7.5	Views – Daten aus anderen Perspektiven	225
7.6	Benutzerdefinierte Funktionen	227
7.6.1	Anlegen, Anzeigen und Löschen von benutzerdefinierten Funktionen	227
7.6.2	Aufrufen von benutzerdefinierten Funktionen	228
7.7	Gespeicherte Prozeduren	229
7.7.1	Erstellen von gespeicherten Prozeduren	230
7.7.2	Anzeigen und Löschen von gespeicherten Prozeduren im SQL Server Management Studio	231
7.7.3	Gespeicherte Prozeduren, Parameter und Rückgabewerte	231
7.7.4	Gespeicherte Prozeduren ausführen	234
7.8	Wichtige gespeicherte Prozeduren	235
7.8.1	»sp_help«	236
7.8.2	»sp_helpdb«	236
7.8.3	»sp_monitor«	237
7.8.4	Erweiterte Systemprozeduren	238
7.8.5	Wichtige Funktionen	238
7.8.6	Die »IDENTITY«-Eigenschaft	238
7.9	Trigger	239
7.9.1	DML-Trigger	240
7.9.2	Die Trigger-Tabellen »inserted« und »deleted«	241
7.9.3	Ein Trigger für alle Fälle	243
7.9.4	Trigger und Cursorschleifen	245
7.9.5	Die UPDATE()-Funktion	248
7.9.6	DDL-Trigger	248
7.9.7	Zum richtigen Umgang mit Triggern	249
7.10	Interessante T-SQL-Neuerungen für Entwickler	250
7.11	SQL Server 2014 – T-SQL Enhancements	250
7.12	SQL Server 2016/2017 – T-SQL Enhancements	250
7.13	SQL Server 2019 – T-SQL Enhancements	253
7.14	Dynamische Datenmaskierung (Dynamic Data Masking, DDM)	253
7.14.1	Maskierungsfunktionen	254
7.14.2	Wie funktioniert das?	255
7.14.3	Zusammenfassung	267
7.15	UTF-8-Unterstützung ab SQL Server 2019	267

8.1	Warum PowerShell?	269
8.2	Was bietet PowerShell?	270
8.2.1	Cmdlets (Commandlets)	270
8.2.2	PowerShell-Anbieter (Provider)	271
8.2.3	PowerShell-Skripte	271
8.3	Wie wird PowerShell installiert und aufgerufen?	271
8.3.1	PowerShell aus SQL Server Management Studio aufrufen	272
8.3.2	PowerShell über »sqlps« aufrufen	272
8.3.3	PowerShell über die Windows PowerShell aufrufen	274
8.3.4	PowerShell über den Agent ausführen	276
8.4	Beispiel: Anzeigen der Instanzen von SQL Server in HTML	276
8.5	DBATOOLS – PowerShell-Skripte für den Administrator	277
8.6	SQLWATCH – ein Open-Source-Monitoring-Projekt	277

9.1	Sicherungsverfahren	279
9.1.1	Vollständige Sicherung (Full Backup)	280
9.1.2	Differenzielle Sicherung (Differential Backup)	280
9.1.3	Transaktionsprotokoll-Sicherung (Transaction Log Backup)	280
9.1.4	Sicherung des Protokollfragments (Tail-Log Backup)	280
9.1.5	Teilsicherung (Partial Backup)	281
9.1.6	Dateigruppensicherung (Filegroup Backup)	281
9.2	Wiederherstellungsmodelle (Recovery Model): Ein Überblick über die Backup-Möglichkeiten	281
9.2.1	Das Wiederherstellungsmodell »Einfach« (recovery model »Simple«)	283
9.2.2	Das Wiederherstellungsmodell »Vollständig« (recovery model »Full«)	283
9.2.3	Massenprotokolliert	286
9.3	Sicherung von Dateigruppen	287
9.4	Systemdatenbanken richtig sichern und wiederherstellen	287

9.5	Datenbank-Snapshots: Datenbankzustände konservieren und wiederherstellen	287
9.5.1	Wie wird ein Snapshot erzeugt?	289
9.5.2	Wie ist die Snapshot-Technologie mit Sicherung und Wiederherstellung in Einklang zu bringen?	290
9.5.3	Überlegungen zum Einsatz von Snapshots	291
9.6	Backup-Strategie	292
9.6.1	Strategie für vollständige Datenbanksicherungen	293
9.6.2	Strategie für Datenbank- und Transaktionsprotokoll-Sicherung	293
9.6.3	Weitere Backup-Strategien	295
9.7	Medien	295
9.7.1	Logische Sicherungsmedien (Backup Devices)	297
9.7.2	Datenträgersicherungsmedien	298
9.7.3	Zusammenfassung	299
9.8	Workshops: Datenbanken mit verschiedenen Methoden richtig sichern	299
9.8.1	Szenario 1: Einfache, vollständige Sicherung einer Datenbank	299
9.8.2	Szenario 2: Wiederherstellen einer Datenbank aus einer Vollsicherung	303
9.8.3	Szenario 3: Wiederherstellen der Systemdatenbank MASTER aus einer Sicherung	306
9.8.4	Szenario 4: Sichern und Wiederherstellen einer Datenbank im vollständigen Wiederherstellungsmodus und Nachziehen der zugehörigen Transaktionsprotokoll-Sicherungen	311

10 SQL-Server-Sicherheit 321

10.1	Das SQL-Server-Authentifizierungskonzept	321
10.1.1	Authentifizierungsstufe »Server«: Serverberechtigungen	322
10.1.2	Windows-Authentifizierung	325
10.1.3	SQL-Server-Authentifizierung	326
10.2	Serverrollen	330
10.2.1	Was sind Serverrollen?	330
10.2.2	Die Rolle »public«	331
10.2.3	Eigene Serverrollen	332
10.2.4	Workshop: Zuweisen einer SQL-Anmeldung zu einer festen Serverrolle	332
10.2.5	Workshop: Zuweisen separater Berechtigungen zu SQL-Server-Anmeldungen	334

10.3	Authentifizierungsstufe »Datenbank« – Datenbankberechtigungen	337
10.3.1	Direkte Zuordnung von Datenbanken zu einer SQL-Server-Anmeldung	339
10.3.2	Datenbankbenutzer nachträglich anlegen und zuordnen	341
10.3.3	Datenbankbenutzer »guest«	343
10.3.4	Der Datenbankbenutzer »dbo«	344
10.3.5	Das Problem der verwaisten Benutzer (Orphaned Users)	344
10.4	Eigenständige Datenbanken	349
10.4.1	Was sind eigenständige Datenbanken?	349
10.4.2	Workshop: Aktivieren der Unterstützung von eigenständigen Datenbanken	352
10.4.3	Anlegen eines Datenbankbenutzers für eigenständige Datenbanken	353
10.4.4	Workshop: Anmelden am Management Studio mit einem enthaltenen Datenbankbenutzer	354
10.5	Berechtigungen auf allen Ebenen	356
10.5.1	Datenbank-Zugriffsberechtigungen setzen	357
10.5.2	Zugriffsberechtigungen aus Perspektive des Datenbankbenutzers setzen	360
10.5.3	Datenbankrollen	363
10.5.4	Workshop: Anlegen einer Datenbankrolle	366
10.6	Schemas	374
10.6.1	Workshop: Anlegen eines Schemas – Buchhaltung mit dem Management Studio	375
10.7	Datenverschlüsselung mit Zertifikaten und Schlüsseln	378
10.7.1	Schlüssel, Zertifikate und Algorithmen	379
10.7.2	Datenverschlüsselung	380
10.7.3	Workshops: Verschlüsseln und Entschlüsseln von Daten	382
10.7.4	Transparente Datenverschlüsselung (Transparent Data Encryption, TDE)	388
10.7.5	Kommunikationsverschlüsselung	390
10.7.6	Sichern und Wiederherstellen von Zertifikaten und Schlüsseln	393
10.8	Verbindungsserver/Delegation (Linked Server)	394
10.8.1	Anlegen eines Verbindungservers mit Zugriff auf eine weitere SQL-Server-Instanz mit dem Management Studio	394
10.8.2	Delegation	400
10.9	Eine Einführung in SQL-Server-Container	400
10.9.1	Container und der Docker-Container-Standard	400
10.9.2	Container für die SQL-Server-Entwicklung und die Qualitätssicherung (QA – Quality Assurance)	401

10.9.3	Eine Einleitung in den Gebrauch von SQL-Server-Containern	402
10.9.4	Fazit	403

11 Automatisieren von administrativen Aufgaben 405

11.1	Der SQL Server Agent	406
11.2	Erstellen von Aufträgen und Ausführen von SSIS-Paketen	406
11.2.1	Workshop: Anlegen eines Agent-Auftrags	407
11.3	Wartungspläne (Maintenance Plans) und T-SQL-Skripte	414
11.4	Konfigurieren des SQL Server Agents	424
11.5	Was sind Proxy-Konten, und welche Bedeutung kommt ihnen zu?	430
11.6	Automatische Optimierung (automatic tuning options)	430
11.6.1	Automatische Plankorrektur (Automatic Plan Correction)	431
11.6.2	»CREATE INDEX« und »DROP INDEX«	431
11.7	Machine Learning Services	432
11.7.1	Was ist das überhaupt?	432

12 Einrichten von Warnungen und Benachrichtigungen 433

12.1	Konfigurieren von Datenbank-E-Mail	433
12.1.1	Aktivieren von Datenbank-E-Mail	434
12.1.2	Einrichten eines E-Mail-Profiles	435
12.2	Einrichten von Warnungen	447
12.3	Anlegen von Operatoren	452
12.4	Warnungen zu Leistungsstatus, Fehlernummern und WMI	455
12.4.1	SQL-Server-Ereigniswarnung (SQL Server event alert)	455
12.4.2	SQL-Server-Leistungsstatuswarnung (SQL Server performance condition alert)	455
12.4.3	WMI-Ereigniswarnung (WMI event alert)	456

13 Skalierbarkeit von SQL Server 457

13.1 Verteilen der SQL-Server-Dienste	458
13.2 SQL Server und NLB-Cluster	459
13.2.1 Reporting Services und Lastenausgleich	459
13.2.2 Failover-Cluster	460
13.2.3 SQL-Server-Protokollversand (Transaction Log Shipping)	461
13.3 Skalierung der Analysis Services	462
13.4 Skalierbare freigegebene Datenbanken	463
13.5 Skalierbarkeit von Datenbanken mit Hilfe der Peer-to-Peer- Transaktionsreplikation	464
13.6 AlwaysOn – nicht nur ein Thema für Hochverfügbarkeit	464
13.7 Service Broker – Skalierung für Entwickler	465
13.7.1 Nachrichtentypen	466
13.7.2 Verträge	466
13.7.3 Warteschlangen	467
13.7.4 Dienste	467
13.8 Workshop – SQL Server in der Cloud installieren	470

14 Verteilung von Daten – Replikation ist kein Hexenwerk 487

14.1 Einführung in die Replikation	487
14.1.1 Replikations-Agent	489
14.1.2 Speicherplatz und Zeitpläne	491
14.2 Die Rollenverteilung bei einer Replikation	492
14.2.1 Verleger (publisher)	492
14.2.2 Verteiler (distributor)	492
14.2.3 Abonnent (subscriber)	493
14.3 Replikationsarten	493
14.3.1 Die Snapshot-Replikation (Snapshot Replication)	493
14.3.2 Die Transaktionsreplikation (Transactional Replication)	494
14.3.3 Die Merge-Replikation (Merge Replication)	495
14.3.4 HTTP-Merge-Replikation – Websynchronisierung	496
14.3.5 Die Peer-to-Peer-Replikation (Peer-to-Peer Replication)	497
14.3.6 Bidirektionale Replikation (Bidirectional Replication)	497

14.3.7	Entscheidungsfaktoren für eine Replikationsart	498
14.3.8	Workshop: Einrichten einer Transaktionsreplikation	498

15 Hochverfügbarkeitslösungen 517

15.1	Hochverfügbarkeit – was ist das eigentlich genau?	518
15.1.1	Definition der Hochverfügbarkeit (High Availability/HA)	518
15.1.2	Einteilung der Verfügbarkeitsklassen	518
15.2	Lastenausgleich durch Network Load Balancing (NLB)	519
15.3	Failover-Cluster	521
15.3.1	iSCSI und Fibre Channel (FC)	523
15.3.2	Cluster-Ressourcen	523
15.3.3	Quorumdatenträger	524
15.3.4	Clusterknoten	524
15.3.5	Verhindern von Netzwerkausfällen beim Failover-Cluster	524
15.4	Clusterarten	525
15.4.1	Standardcluster	525
15.4.2	Hauptknotensatz-Cluster	526
15.5	Datenbankspiegelung	526
15.5.1	Betriebsarten einer Datenbankspiegelung	528
15.5.2	Der Clientzugriff	529
15.5.3	SQL-Server-Endpunkte	530
15.5.4	Erzwingen eines Failovers auf die Spiegeldatenbank	532
15.5.5	Reparatur fehlerverdächtiger Seiten	533
15.5.6	Überlegungen zum Schutz der Datenbankspiegelung	534
15.5.7	Fazit	534
15.6	Protokollversand	535
15.6.1	Einsatzszenarien für eine Lösung mit dem Protokollversand	536
15.6.2	Grundlagen einer Protokollversandlösung	537
15.7	Kombinieren von Lösungen für hohe Verfügbarkeit	537
15.7.1	Kombination Protokollversand und Lastenausgleich	538
15.7.2	Kombination Protokollversand, Datenbankspiegelung und Lastenausgleich	538
15.8	AlwaysOn – Mission Critical, die neue Hochverfügbarkeitslösung	539
15.8.1	Failover	541
15.8.2	Voraussetzungen und Einschränkungen	541
15.8.3	Voraussetzungen und Einschränkungen SQL Server	541

15.9 SSIS und AlwaysOn	543
15.10 Workshop I: Einrichten einer Datenbankspiegelung	543
15.11 Workshop II: Einrichten des Protokollversands	554
15.12 Workshop III: Einrichten von AlwaysOn	562

16 Überwachen von SQL Server **581**

16.1 Überwachen der SQL-Server-Aktivität mit SQL Server Monitor	581
16.1.1 Bereich »Übersicht« (»Overview«)	583
16.1.2 Bereich »Prozesse« (»Processes«)	584
16.1.3 Bereich »Ressourcenwartevorgänge« (»Resource Waits«)	584
16.1.4 Bereich »Datendatei-E/A« (»Data File I/O«)	584
16.1.5 Bereich »Letzte wertvolle Abfragen« (»Recent Expensive Queries«)	584
16.1.6 Bereich »Aktuelle wertvolle Abfragen« (»Active Expensive Queries«)	585
16.2 Ablaufverfolgung von SQL Server mit dem Profiler	585
16.3 Erweiterte Ereignisse (Extended Events)	592
16.4 Die Windows-Leistungsüberwachung (Performance Monitor)	599
16.5 Synchronisation von Windows-Leistungsüberwachungs- und SQL-Server-Profiler-Dateien	603
16.6 SQLdiag	605
16.7 SQL-Server-Auditing	608
16.7.1 Überwachen der Login-Aktivität	609
16.7.2 SQL-Server-Überwachung	610
16.7.3 C2-Überwachung mit SQL Server	615
16.7.4 Common Criteria	616
16.8 Konfigurieren des Datenauflisters (Data Collection)	617
16.8.1 Was ist ein VDWH?	617
16.8.2 Einrichten eines Verwaltungs-Data-Warehouse	618
16.8.3 Anzeige und Auswertung der Daten	623
16.8.4 Arbeiten mit dem Extended Event Profiler	625

17	Hilfreiche Tools von Drittherstellern	631
17.1	Monitoring	631
17.2	Backup	632
17.3	Analyse	633
17.4	DBA-Tätigkeiten	634
17.5	Die Onlinegemeinde	635
18	Problembehebung und Performance-Tuning	637
18.1	Richtiges Verwalten von Daten	637
18.2	Daten lesen und schreiben	639
18.2.1	Lesen von Daten	640
18.2.2	Aktualisieren von Daten	640
18.3	Wie werden Abfragen ausgeführt?	641
18.3.1	Erstellung eines Ausführungsplans	642
18.3.2	Der Plancache und die Wiederverwendung von Ausführungsplänen	642
18.3.3	SQL-Ausführungspläne richtig lesen	643
18.4	Der Datenbankoptimierungsratgeber	646
18.4.1	Beschreibung der Vorgehensweise	650
18.4.2	Registerkarte »Allgemein« (»General«)	651
18.4.3	Registerkarte »Optimierungsoptionen« (»Tuning Options«)	652
18.4.4	Registerkarte »Status« (»Progress«)	656
18.4.5	Registerkarte »Empfehlungen« (»Recommendations«)	659
18.4.6	Registerkarte »Berichte« (»Reports«)	662
18.4.7	Fragen und Antworten	663
18.5	Ressourcenkontrolle (Resource Governor)	667
18.5.1	Ressourcenpools	667
18.5.2	Arbeitsauslastungsgruppen	668
18.5.3	Klassifizierungsfunktion	668
18.6	Indizes: Wichtiges Mittel für eine gute Performance	673
18.6.1	Was ist ein Index?	673
18.6.2	Gruppierte Indizes (clustered indexes)	674
18.6.3	Nicht gruppierte Indizes (non-clustered indexes)	674
18.6.4	Gefilterte Indizes (filtered index)	675
18.6.5	Columnstore-Indizes: spaltenbasierte Indizes	675

18.6.6	Anlegen von Indizes	677
18.6.7	Anzeigen von Indizes im Management Studio	678
18.6.8	Indizierte Sichten	679
18.6.9	Ermitteln fehlender Indizes	679
18.7	Statistiken und Wartungspläne (maintenance plans)	683
18.8	Datenkomprimierung	685
18.8.1	Zeilenkomprimierung	686
18.8.2	Seitenkomprimierung	687
18.8.3	Unicode-Komprimierung	687
18.8.4	Komprimierung aktivieren	687
18.9	Change Data Capture	688
18.10	Datenbankoperationen	692
18.10.1	Transaktionen	692
18.10.2	Isolation Level	695
18.11	Parallelitätsprobleme (Deadlocks)	700
18.11.1	Erzeugen eines Deadlocks	700
18.12	Partitionierung – wenn Tabellen sehr groß werden	704
18.13	In-Memory OLTP (Online Transaction Processing)	707
18.13.1	Wie gehen wir vor?	708
18.14	Zusammenfassung der Performancethemen	716

19 Applikations- und Multiserver-Verwaltung 719

19.1	Vorteile und Einsatz der Multiserver-Verwaltung	719
19.1.1	Einrichten eines Masterservers	719
19.1.2	Definieren von Wartungsplänen und Aufträgen für Masterserver	725
19.1.3	Verwalten von Ziel- und Masterservern (Target and Master Servers)	727
19.2	DAC – Datenebenenanwendung (data-tier application)	727
19.2.1	Registrieren einer DAC-Anwendung im Management Studio	729
19.3	Registrierte SQL Server und Servergruppen	734
19.4	Zentraler Verwaltungsserver (Central Management Server)	740

20	Weitere Komponenten für Entwickler und Anwender	745
20.1	Master Data Services	745
20.1.1	Master Data Services installieren	746
20.2	StreamInsight	749
20.2.1	Die Architektur von StreamInsight	751
20.2.2	StreamInsight installieren	752
20.2.3	Weiterführende Informationen	756
20.3	Data Quality Services	756
20.3.1	Was sind die Data Quality Services?	756
20.3.2	Installation und Einrichtung	758
20.3.3	Der Data Quality Client	759
20.4	Columnstore-Indizes (Columnstore Indexes)	760
20.4.1	Was ist ein Columnstore Index?	760
20.4.2	Wann sollten Sie Columnstore Indexes einsetzen?	761
20.4.3	Einsatz von Columnstore Indexes	761
21	ETL-Prozesse mit den Integration Services	763
21.1	Möglichkeiten zum Massenimport	764
21.1.1	Bulk Copy (»bcp«) – schnell im- und exportieren	764
21.1.2	BULK INSERT	765
21.1.3	OPENROWSET	766
21.2	Der Import/Export-Assistent	768
21.3	SSIS-Anwendungen: Erstellen von DTSX-Paketen mit den SQL Server Data Tools	772
21.3.1	Der Datenflusstask	777
21.3.2	Ereignishandler (Event Handlers)	790
21.3.3	SSIS-Paketkonfiguration	794
21.3.4	Protokollierung	798
21.3.5	Bereitstellen von Paketen	800
21.3.6	SSIS-Pakete auf SQL Server 2019 aktualisieren	801
21.3.7	Der Integration-Services-Katalog	801
21.4	Erstellen von Wartungsplänen mit den SQL Server Data Tools	803

22 Parallel Data Warehouse (PDW) 805

22.1 Grundlagen und Schlüsselmerkmale	805
22.2 Auch in Azure gibt es DWH-Lösungen	806
22.3 Symmetrisches Multiprocessing	807
22.4 Massive parallele Verarbeitung	807
22.4.1 Datenzugriff	808
22.4.2 Parallele Verarbeitung	808
22.5 Parallel Data Warehouse – Architektur	809
22.5.1 Hub-and-Spoke-Architektur	810
22.6 Parallel Data Warehouse – Knoten	811
22.6.1 Kontrollknoten	812
22.6.2 Rechenknoten	813
22.6.3 ETL-Prozessknoten	813
22.6.4 Backup-Knoten	813
22.7 Datenlayout – PDW-Schemadesign	814
22.7.1 Verteilung von Datenbanken und Tabellen	814
22.7.2 Tabellen, Sichten und Indizes	815
22.7.3 Daten laden	815
22.7.4 Backup von Daten	816
22.8 Verwaltung	816

23 Die Reporting Services 817

23.1 Neuerungen in den Reporting Services	817
23.2 Bereitstellung und Skalierung der Reporting Services	819
23.3 Installation und Konfiguration im einheitlichen Modus	822
23.3.1 Die Installation	822
23.3.2 Die Konfiguration	824
23.4 Workshops	837
23.4.1 Erstellen und Veröffentlichen eines Berichts mit Visual Studio	837
23.4.2 Erstellen und Veröffentlichen eines Berichts mit dem Report Builder 3.0	848
23.4.3 Erstellen einer Karte mit dem Kartenassistent des Report Builders ...	857

24 Analysis Services – Datenanalyse für jedermann 863

24.1 Beispielszenario für ein Analysis-Services-Projekt	863
24.1.1 Analyse aus Sicht eines Fachanwenders	863
24.1.2 Analyse aus Sicht eines Entwicklers	864
24.2 Was sind die SQL Server Analysis Services (SSAS)?	865
24.2.1 Die Familie der Analysis Services	865
24.2.2 OLTP- und OLAP-Datenbanken	866
24.2.3 Dimensions- und Faktentabellen	867
24.2.4 Cube	868
24.2.5 Cube-Operationen	868
24.2.6 MOLAP, ROLAP und HOLAP	869
24.2.7 Berechnungen in den Analysis Services	870
24.2.8 Key Performance Indicators	870
24.2.9 Aktionen	870
24.2.10 Partitionen	871
24.2.11 Aggregationen	871
24.2.12 Perspektiven	871
24.2.13 Übersetzungen	872
24.3 Microsoft Excel und Analysis Services	872
24.4 Das Sicherheitskonzept der Analysis Services	872
24.5 SQL Server – PowerPivot und DAX	874
24.6 PolyBase	875
24.6.1 PolyBase-Kompatibilität	875
24.6.2 Einsatzbereiche für PolyBase	875
24.7 Machine Learning und R	877

25 Big Data – Analysewerkzeuge für SQL Server 879

25.1 Daten und der Umgang damit	879
25.2 Was ist eigentlich Big Data?	879
25.3 Microsoft Big Data Cluster für SQL Server	880
25.4 Bereitstellung von Big Data Clusters für SQL Server	881
25.5 Fazit	881

Aussichten: Was bringt die Zukunft?	883
Anhang	887
Index	923