

# Inhalt

Vorwort und Danksagung .....	17
Einleitung .....	19

<b>1</b>	<b>Performancemanagement einer SAP-Lösung</b>	<b>33</b>
----------	---	-----------

---

<b>1.1</b>	<b>Die Architektur von SAP S/4HANA .....</b>	<b>33</b>
1.1.1	SAP S/4HANA .....	34
1.1.2	Client-Server-Architektur .....	41
<b>1.2</b>	<b>Grundlegende Begriffe und Aufgaben der Performanceoptimierung .....</b>	<b>48</b>
1.2.1	Die Parameter der Performanceoptimierung .....	48
1.2.2	Aufgaben, Rollen und Werkzeuge der Performanceoptimierung .....	52
<b>1.3</b>	<b>Das Überwachungs- und Optimierungskonzept für eine SAP-Lösung .....</b>	<b>57</b>
1.3.1	Anforderungen an ein Überwachungs- und Optimierungskonzept .....	57
1.3.2	Service Level Management .....	60
1.3.3	Werkzeuge für die Performanceüberwachung und Analyse .....	66
<b>1.4</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>72</b>

<b>2</b>	<b>Analyse von Hardware, Datenbank und ABAP-Applikationsserver</b>	<b>75</b>
----------	--	-----------

---

<b>2.1</b>	<b>Begriffsklärungen .....</b>	<b>76</b>
<b>2.2</b>	<b>Analyse der Workprozesse .....</b>	<b>77</b>
2.2.1	Felder der Workprozess-Übersicht .....	77
2.2.2	Workprozess-Analyse durchführen .....	81
2.2.3	Überwachung der Dispatcher-Queue .....	84
2.2.4	Workprozess-Stichprobenanalyse (/SDF/SMON) .....	85

2.2.5	Workprozess-Stichprobenanalyse (technisches Monitoring) .....	87
2.2.6	Zusammenfassung .....	90
<b>2.3</b>	<b>Hardwareanalyse</b> .....	<b>91</b>
2.3.1	Analyse eines Hardwareengpasses (CPU und Hauptspeicher) .....	93
2.3.2	Identifizierung von Schreib-/Lese-(I/O-)Problemen .....	99
2.3.3	Parameteränderungen und Netzwerkcheck .....	100
2.3.4	Zusammenfassung .....	101
<b>2.4</b>	<b>Datenbankanalyse</b> .....	<b>103</b>
2.4.1	Performancemonitor im DBA-Cockpit .....	103
2.4.2	Analyse des Datenbank Hauptspeichers .....	106
2.4.3	Identifizierung teurer SQL-Anweisungen .....	110
2.4.4	Weitere Analysen auf Datenbankebene .....	124
2.4.5	Zusammenfassung .....	130
<b>2.5</b>	<b>Analyse der SAP-Speicherkonfiguration</b> .....	<b>131</b>
2.5.1	Analyse der SAP-Puffer .....	132
2.5.2	Analyse des Extended Memorys und des Heap Memorys .....	134
2.5.3	Anzeige des allokierten Speichers .....	136
2.5.4	Weitere Monitore zur detaillierten Analyse .....	138
2.5.5	Zusammenfassung .....	139
<b>2.6</b>	<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>140</b>
<b>2.7</b>	<b>Übungsfragen</b> .....	<b>141</b>
<b>3</b>	<b>Workload-Analyse</b> .....	<b>143</b>
<b>3.1</b>	<b>Einführung in die Workload-Analyse</b> .....	<b>144</b>
<b>3.2</b>	<b>Einzelstatistik</b> .....	<b>146</b>
<b>3.3</b>	<b>Details zur Workload-Analyse</b> .....	<b>151</b>
3.3.1	Ablauf eines Anwendungsschrittes .....	151
3.3.2	Weitere Zeitkomponenten .....	155
3.3.3	Interpretation der Antwortzeiten .....	156
3.3.4	Aktivität, Durchsatz und Last .....	159
<b>3.4</b>	<b>Workload-Monitor</b> .....	<b>161</b>
3.4.1	Mit dem Workload-Monitor arbeiten .....	161
3.4.2	Technische Einstellungen zum Workload-Monitor .....	164
3.4.3	Profile im Workload-Monitor .....	165

<b>3.5</b>	<b>Workload-Analyse durchführen</b>	172
3.5.1	Liegt ein allgemeines Performanceproblem vor?	173
3.5.2	Liegt ein temporäres oder ein dauerhaftes Performanceproblem vor?	174
3.5.3	Liegt ein Hardwareengpass auf einem Rechner vor?	176
3.5.4	Liegt ein allgemeines Datenbankperformanceproblem vor?	177
3.5.5	Liegt ein Performanceproblem aufgrund falscher Lastverteilung vor?	178
3.5.6	Liegt ein Performanceproblem mit der SAP-Speicherverwaltung vor?	179
3.5.7	Liegt ein Performanceproblem mit einer Anwendung vor?	180
3.5.8	Liegt ein Netzwerkproblem zwischen Präsentationsserver und Applikationsserver vor?	181
<b>3.6</b>	<b>Workload-Analyse mit dem technischen Monitoring</b>	182
<b>3.7</b>	<b>Zusammenfassung</b>	188
<b>3.8</b>	<b>Übungsfragen</b>	190

4

Hardware-Sizing und  
Komponentenverteilung

193

<b>4.1</b>	<b>Initiales Hardware-Sizing</b>	193
4.1.1	Übersicht über das Projekt zum initialen Sizing	195
4.1.2	Sizing-Methoden	200
4.1.3	Sizing-Projekt im Detail durchführen	205
4.1.4	SAP Standard Application Benchmarks	209
<b>4.2</b>	<b>Sizing bei Laststeigerung, Versionswechsel oder Migration</b>	212
4.2.1	Übersicht über ein Sizing-Projekt im Umfeld einer bereits produktiven Installation	213
4.2.2	Sizing im Umfeld produktiver Installationen im Detail durchführen	214
4.2.3	SAP-HANA-Migration	219
<b>4.3</b>	<b>Systemlandschaft planen</b>	221
4.3.1	Skalierung der Datenbankebene	222
4.3.2	Skalierung der Applikationsebene	225

<b>4.4</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>226</b>
<b>4.5</b>	<b>Übungsfragen .....</b>	<b>227</b>
<b>5</b>	<b>Optimierung von ABAP-Programmen .....</b>	<b>229</b>
<hr/>		
<b>5.1</b>	<b>Performance-Trace .....</b>	<b>229</b>
5.1.1	Performance-Trace erstellen .....	230
5.1.2	SQL-Trace auswerten .....	233
5.1.3	Puffer-Trace auswerten .....	243
5.1.4	RFC-Trace auswerten .....	244
5.1.5	HTTP-Trace auswerten .....	244
5.1.6	Enqueue-Trace auswerten .....	245
<b>5.2</b>	<b>Performanceanalyse mit dem ABAP-Trace (Laufzeitanalyse) .....</b>	<b>246</b>
5.2.1	ABAP-Trace erstellen .....	247
5.2.2	ABAP-Trace auswerten .....	253
5.2.3	Zeitachsensicht verwenden .....	255
<b>5.3</b>	<b>Analyse des Speicherverbrauchs mit dem ABAP Debugger und im Memory Inspector .....</b>	<b>257</b>
<b>5.4</b>	<b>Statische Codeprüfungen mit dem ABAP Test Cockpit .....</b>	<b>262</b>
<b>5.5</b>	<b>Tipps und Tricks für performante ABAP-Programme .....</b>	<b>266</b>
<b>5.6</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>273</b>
<b>5.7</b>	<b>Übungsfragen .....</b>	<b>274</b>
<b>6</b>	<b>Speicherkonfiguration .....</b>	<b>277</b>
<hr/>		
<b>6.1</b>	<b>Grundlagen der Speicherkonfiguration .....</b>	<b>277</b>
6.1.1	Begriffsklärungen .....	277
6.1.2	Speicherbereiche der ABAP-Instanz .....	279
6.1.3	Zero Administration Memory Management .....	282
6.1.4	Benutzerquoten .....	282
6.1.5	Technische Realisierung im Detail .....	285
6.1.6	Zusammenfassung .....	293
<b>6.2</b>	<b>Speicherbereiche konfigurieren und überwachen .....</b>	<b>294</b>
6.2.1	Auslagerungsspeicher überwachen .....	294

6.2.2	Speicherbereiche konfigurieren und überwachen .....	296
6.2.3	Hilfe zur Fehlerbehebung .....	299
6.3	<b>Zusammenfassung</b> .....	306
6.4	<b>Übungsfragen</b> .....	308

7

**Lastverteilung, Remote Function Calls  
und SAP GUI**

311

---

7.1	<b>Services des ABAP-Servers</b> .....	312
7.2	<b>Lastverteilung innerhalb der ABAP-Instanzen</b> .....	314
7.2.1	Message- und Enqueue- Service verteilen .....	316
7.2.2	Dialog-, Hintergrund- und Spool-Workprozesse verteilen	317
7.2.3	Benutzer und Workprozesse auf CPU-Ressourcen verteilen .....	318
7.2.4	Dynamische Benutzerverteilung: Anmeldegruppen konfigurieren .....	320
7.2.5	Lastverteilungskonzept für Dialog-Workprozesse .....	322
7.2.6	Ressourcen pro Benutzer beschränken .....	325
7.2.7	Betriebsarten .....	326
7.2.8	Dynamische Workprozesse konfigurieren .....	327
7.2.9	Hintergrundverarbeitung .....	327
7.2.10	Verbuchung .....	328
7.3	<b>Remote Function Calls</b> .....	336
7.3.1	Grundlagen und Begriffe .....	336
7.3.2	RFC-Typen .....	339
7.3.3	Ablauf eines RFCs .....	341
7.3.4	Parallelisierung von Programmen .....	344
7.3.5	RFC-Verbindungen konfigurieren und testen .....	346
7.3.6	Serialisierung auswählen .....	350
7.3.7	Eingehende und ausgehende Last überwachen .....	351
7.3.8	Parallelisierung von Prozessen mit asynchronen RFCs konfigurieren .....	357
7.3.9	Datenübertragung mit transaktionalen und Hintergrund-RFCs überwachen .....	358
7.4	<b>SAP GUI</b> .....	360
7.4.1	Interaktionsmodell und Performancemessung .....	360
7.4.2	Performance der GUI-Kommunikation analysieren und optimieren .....	363

<b>7.5</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>367</b>
<b>7.6</b>	<b>Übungsfragen .....</b>	<b>370</b>
<b>8</b>	<b>Internetanbindung und SAP Fiori .....</b>	<b>373</b>
<b>8.1</b>	<b>SAP-Webanwendungen .....</b>	<b>374</b>
8.1.1	Webservices und der Internet Communication Manager .....	375
8.1.2	Einsatz von Web UI und SAP GUI planen .....	378
<b>8.2</b>	<b>Analysewerkzeuge für Webanwendungen .....</b>	<b>382</b>
8.2.1	Performancewerkzeuge der Internetbrowser .....	386
8.2.2	SAP-Statistiken in der HTTP-Anfrage .....	387
8.2.3	Webanwendungen kontinuierlich überwachen .....	389
<b>8.3</b>	<b>Pufferung von Webdokumenten .....</b>	<b>390</b>
8.3.1	Browserpuffer (Browsercache) .....	390
8.3.2	Puffer im ICM und im SAP Web Dispatcher .....	393
8.3.3	Content Delivery Network .....	395
8.3.4	Zusammenfassung: Nutzung von Puffern in Webanwendungen .....	396
<b>8.4</b>	<b>Business Server Pages, Web Dynpro ABAP und integrierter ITS .....</b>	<b>396</b>
8.4.1	Business Server Pages und Web Dynpro ABAP .....	397
8.4.2	SAP GUI for HTML und integrierter ITS .....	399
8.4.3	Performanceanalyse für eine Web-GUI-Anwendung durchführen .....	400
<b>8.5</b>	<b>SAP Fiori, SAPUI5 und OData-Services .....</b>	<b>401</b>
8.5.1	Grundlagen von SAP Fiori, SAPUI5 und OData .....	401
8.5.2	Aufbau einer SAP-Fiori-Systemlandschaft .....	404
8.5.3	SAP-Gateway-Statistiken .....	407
8.5.4	Performance von SAP Fiori, SAPUI5 und OData optimieren .....	409
8.5.5	Pufferung von SAPUI5- und OData-Metadatendokumenten .....	413
8.5.6	Performanceanalyse für eine SAP-Fiori-Anwendung durchführen .....	417
<b>8.6</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>419</b>
<b>8.7</b>	<b>Übungsfragen .....</b>	<b>421</b>

---

## 9 Sperren 423

---

<b>9.1 Sperrkonzepte von Datenbanksystem und SAP-System .....</b>	<b>424</b>
9.1.1 Datenbanksperren .....	424
9.1.2 Enqueues .....	425
9.1.3 Lesekonsistenz .....	427
<b>9.2 Überwachung von Sperren .....</b>	<b>429</b>
9.2.1 Datenbanksperren .....	429
9.2.2 Enqueues .....	434
9.2.3 Lesekonsistenz .....	436
<b>9.3 Nummernkreispufferung .....</b>	<b>437</b>
9.3.1 Grundlagen .....	437
9.3.2 Nummernkreispufferung einschalten .....	442
9.3.3 Nummernkreispufferung überwachen .....	443
<b>9.4 Zusammenfassung .....</b>	<b>444</b>
<b>9.5 Übungsfragen .....</b>	<b>445</b>

## 10 Optimierung von SQL-Anweisungen 447

---

<b>10.1 Teure SQL-Anweisungen identifizieren und analysieren .....</b>	<b>449</b>
10.1.1 Identifizierung und Voranalyse .....	449
10.1.2 Klassifizierung von teuren SQL-Anweisungen .....	453
<b>10.2 Die fünf goldenen Regeln der performanten SQL-Programmierung .....</b>	<b>457</b>
<b>10.3 SQL-Anweisungen im Programm optimieren .....</b>	<b>465</b>
10.3.1 Beispiel für die Optimierung eines ABAP-Programms .....	465
10.3.2 Vorbelegung von Feldern in Reporttransaktionen .....	473
<b>10.4 SQL-Anweisungen durch Sekundärindizes optimieren .....</b>	<b>479</b>
10.4.1 Ein wenig Theorie .....	479
10.4.2 Indizes anlegen .....	490
10.4.3 Allgemeine Regeln zum Anlegen oder Ändern von Sekundärindizes .....	494
10.4.4 Regeln für Sekundärindizes im SAP HANA Columns Store .....	497
10.4.5 Regeln für Sekundärindizes im SAP HANA Row Store und auf klassischen Datenbanken .....	500
10.4.6 Sekundärindizes bei der SAP-HANA-Migration .....	505

<b>10.5</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>507</b>
<b>10.6</b>	<b>Übungsfragen .....</b>	<b>510</b>
 <b>11 Pufferung auf dem Applikationsserver</b>		<b>513</b>
<hr/>		
<b>11.1</b>	<b>Pufferungsarten .....</b>	<b>514</b>
<b>11.2</b>	<b>Grundlagen der Tabellenpufferung .....</b>	<b>515</b>
11.2.1	Arten der Tabellenpufferung .....	515
11.2.2	Pufferzugriffe .....	518
11.2.3	Pufferinvalidierung .....	520
11.2.4	Puffersynchronisation .....	521
11.2.5	Pufferung einschalten .....	524
11.2.6	Welche Tabellen sollen gepuffert werden? .....	528
<b>11.3</b>	<b>Tabellenpufferung auf dem ABAP-Server überwachen .....</b>	<b>531</b>
11.3.1	Tabellenzugriffsstatistik .....	532
11.3.2	Analyse der gepufferten Tabellen .....	535
11.3.3	Analyse der bisher nicht gepufferten Tabellen .....	540
11.3.4	Detaillierte Tabellenanalyse .....	542
11.3.5	Monitor zur Puffersynchronisation (DDLOG-Einträge) .....	545
11.3.6	Teure SQL-Anweisungen durch falsche Pufferung .....	546
<b>11.4</b>	<b>Objektorientierte Anwendungspuffer überwachen .....</b>	<b>548</b>
<b>11.5</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>553</b>
<b>11.6</b>	<b>Übungsfragen .....</b>	<b>555</b>
 <b>12 Optimierung von Datenbank Anfragen mit SAP HANA</b>		<b>557</b>
<hr/>		
<b>12.1</b>	<b>Grundlagen der Hauptspeicherdatenbank SAP HANA .....</b>	<b>559</b>
12.1.1	Spaltenorientierte Datenspeicherung .....	561
12.1.2	Datenkomprimierung .....	562
12.1.3	Datenhaltung im Hauptspeicher .....	566
12.1.4	Indizierung .....	569
12.1.5	Textsuche und Kategorisierung .....	572
<b>12.2</b>	<b>Architektur von SAP HANA im Überblick .....</b>	<b>573</b>



---

<b>12.3</b>	<b>SAP-HANA-Administrationswerkzeuge zur Performanceoptimierung .....</b>	<b>576</b>
<b>12.4</b>	<b>Code Pushdown .....</b>	<b>582</b>
12.4.1	Tabellen- und Indexdesign .....	583
12.4.2	ABAP SQL .....	585
12.4.3	Core Data Services .....	587
12.4.4	Allgemeine Regeln für performante CDS-Views und SQL-Anweisungen .....	594
12.4.5	Konkrete Optimierungsbeispiele .....	599
12.4.6	Design von schreibenden Anwendungen .....	611
<b>12.5</b>	<b>Analyse teurer SQL-Anweisungen .....</b>	<b>612</b>
12.5.1	Ausführungsplan auswerten .....	614
12.5.2	Ausführungs-Trace erstellen und auswerten .....	619
<b>12.6</b>	<b>SQL Plan Cache und Result Cache .....</b>	<b>625</b>
12.6.1	SQL Plan Cache analysieren .....	625
12.6.2	Result Cache (Cached Views) .....	627
<b>12.7</b>	<b>Management von Tabellen auf SAP HANA .....</b>	<b>639</b>
12.7.1	Tabellengröße, Lade- und Entladevorgänge überwachen .....	640
12.7.2	Deltafragmente überwachen .....	646
12.7.3	Partitionierung und Skalierung .....	651
12.7.4	Datenreduktion durch Löschen oder Auslagern .....	657
12.7.5	Replikation .....	664
<b>12.8</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>666</b>
<b>12.9</b>	<b>Übungsfragen .....</b>	<b>670</b>
<b>13</b>	<b>Optimierung analytischer Anfragen .....</b>	<b>673</b>
<b>13.1</b>	<b>Grundlagenwissen zu analytischen Anfragen .....</b>	<b>674</b>
13.1.1	Übersicht über die wichtigsten Begriffe .....	675
13.1.2	Das Star-Schema .....	677
13.1.3	Analytische Anfragen .....	681
<b>13.2</b>	<b>Architektur von SAP S/4HANA Embedded Analytics und von SAP BW/4HANA .....</b>	<b>683</b>
13.2.1	SAP S/4HANA Embedded Analytics .....	683
13.2.2	SAP BW/HANA .....	687

13.2.3	Datenmodellierung aus Performancesicht .....	691
13.2.4	Datenladeprozesse .....	692
<b>13.3</b>	<b>Analyse teurer analytischer Anfragen .....</b>	<b>695</b>
13.3.1	Teure Anfragen identifizieren .....	695
13.3.2	BW-Statistiken im Workload-Monitor .....	697
13.3.3	Testumgebung für analytische Anfragen (Query-Monitor) .....	698
<b>13.4</b>	<b>Optimierung teurer analytischer Anfragen .....</b>	<b>703</b>
13.4.1	Einstellungen analytischer Anfragen optimieren .....	705
13.4.2	OLAP-Cache überwachen .....	709
13.4.3	Data Tiering .....	714
<b>13.5</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>716</b>
<b>13.6</b>	<b>Übungsfragen .....</b>	<b>717</b>

<b>Anhang</b>	<b>719</b>
---------------	------------

---

<b>A</b>	<b>Wichtige Transaktionscodes und Anwendungen .....</b>	<b>721</b>
<b>B</b>	<b>Fragen und Antworten .....</b>	<b>727</b>
<b>C</b>	<b>Glossar .....</b>	<b>733</b>
<b>D</b>	<b>Informationsquellen .....</b>	<b>743</b>

Der Autor .....	761
Index .....	763