

# LGWR-Analyse

Martin Frauendorfer  
SAP AG  
Waiblingen

## Schlüsselworte:

LGWR, Log Writer, log file sync, log file parallel write, Redo Log

## Einleitung

SAP-Hinweis 1438410 stellt eine Sammlung von SQL-Kommandos zur Verfügung. Im Rahmen dieses Dokuments hier wird bei Bedarf mittels *SQL: „<script\_name>“* auf Skripten dieser Sammlung verwiesen.

Neben CPU-Verbrauch, lesenden I/O-Aktivitäten und Sperrsituationen sind of auch Wartezeiten auf COMMIT-Operationen für einen signifikanten Anteil der Datenbank-Antwortzeit verantwortlich. Während eines COMMITS werden alle durch die Transaktion erzeugten Änderungen aus dem Redo Buffer im Hauptspeicher in die Online Redo Logs auf Plattenebene geschrieben. Um sicherzustellen, dass auch im Falle eines Crashes die bereits committeten Daten noch verfügbar sind, muss dieses Schreiben synchron passieren – der Client-Prozess muss mit dem COMMIT also warten, bis alle Daten vom I/O-Subsystem und Betriebssystem als erfolgreich geschrieben bestätigt worden sind.

Das Schreiben in die Online-Redo Logs wird vom Oracle Log Writer-Prozess LGWR durchgeführt. Im Gegensatz zu anderen schreiblastigen Prozessen wie DBWR und ARCH lassen sich nicht mehrere LGWR-Prozesse konfigurieren. Daher kann es in verschiedenen Situationen, z.B. bei Hochlast oder schlechter I/O-Performance, zu Engpässen kommen.

Zwei Oracle Wait-Events protokollieren die Zeiten, die für COMMITS und die damit verbundene Synchronisation der Online Redo Logs verbraucht werden:

„log file parallel write“: Zeit, die ein vom LGWR abgesetzter Schreib-Request in die Online Redo Logs braucht

„log file sync“: Zeit, die für das gesamte Synchronisieren der Redo Logs aus Client-Sicht gebraucht wird; in der Regel wird diese Zeit zu einem sehr großen Teil durch die „log file parallel write“-Request bestimmt, es können aber noch Oracle-interne Aktivitäten und Wartesituationen dazukommen.

Indikationen für ein Problem können sein:

Häufige COMMIT-Waits in Transaktion SM50 / SM66  
„log file sync“-Anteil von mehr als 5 % an der gesamten relevanten Oracle-Serverzeit  
(*SQL: „TimedEvents\_TopTimedEvents“*)  
Durchschnittliche „log file sync“-Zeiten von mehr als 10 ms im Tagesmittel  
Durchschnittliche „log file sync“-Zeiten von mehr als 20 ms im Stundenmittel

Typische Problemursachen sind:

Durchsatzprobleme beim Schreiben in die Online Redo Logs auf Betriebssystem- oder I/O-Ebene.

Hohes Redo Log-Aufkommen, das vom LGWR nicht mehr bewältigt werden kann

Instanz-interne Sperrsituationen (z.B. beim Zugriff aufs Controlfile)

## Hohe COMMIT-Frequenz

Oft wird der Fehler gemacht, hohe „log file sync“-Zeiten pauschal mit Problemen im I/O-Bereich der Online Redo Logs gleichzusetzen, dies ist aber nicht immer korrekt. Dieses Dokument beschreibt, wie man LGWR-Performanceprobleme sauber analysiert und behebt.

### Fall 1 – Controlfile-Enqueues:

„log file sync“ dominiert die Oracle-Serverzeit (SQL: „TimedEvents\_TopTimedEvents“):

| EVENT_NAME                    | TOTAL_WAITS | TIME_WAITED | AVG_MS  | PERCENT | ACT_SESS |
|-------------------------------|-------------|-------------|---------|---------|----------|
| BEGIN: 26.04.2012 08:00:07    |             |             |         |         |          |
| END: 26.04.2012 11:00:37      |             |             |         |         |          |
| INSTANCE: ALL                 |             |             |         |         |          |
| log file sync                 | 1905695     | 106 h       | 200.17  | 36.46   | 26.43    |
| db file sequential read       | 32016018    | 98 h        | 11.01   | 33.69   | 24.43    |
| NETWORK                       | 374009531   | 42 h        | 0.40    | 14.30   | 10.37    |
| CPU                           |             | 25 h        |         | 8.46    | 6.14     |
| Disk file operations I/O      | 91449       | 10 h        | 392.47  | 3.43    | 2.49     |
| enq: TX - row lock contention | 8999        | 5 h         | 2185.92 | 1.88    | 1.36     |
| db file parallel read         | 230154      | 2 h         | 24.34   | 0.54    | 0.39     |
| read by other session         | 527991      | 1 h         | 9.33    | 0.47    | 0.34     |
| SQL*Net more data to client   | 14612312    | 0 h         | 0.12    | 0.17    | 0.12     |
| db file scattered read        | 268392      | 0 h         | 6.07    | 0.16    | 0.11     |

Von zentraler Bedeutung für das Verständnis des LGWR-Prozesses ist das Kommando SQL: „SystemStatistics\_LGWR“ (bzw. in älteren Versionen SQL: „SystemStatistics\_RedoWrites“):

| BEGIN_TIME          | REDO_SIZE_MB | REDO_WRITES | KB/WRITE | MS/WRT_REQ | WRT_MB/S | WRT_BUSY_% | SYNC_REQS | MS/SYNC_REQ | SYNC_SESS | COMMITTS/S |
|---------------------|--------------|-------------|----------|------------|----------|------------|-----------|-------------|-----------|------------|
| 2012-04-26 12:00:50 | 14767.04     | 694215      | 21.27    | 0.81       | 26.23    | 15.63      | 732366    | 1.50        | 0.31      | 202.56     |
| 2012-04-26 11:00:37 | 13927.50     | 594603      | 23.42    | 1.93       | 12.12    | 31.82      | 677401    | 359.39      | 67.38     | 185.13     |
| 2012-04-26 10:00:30 | 12676.10     | 609875      | 20.78    | 1.48       | 14.05    | 25.01      | 679809    | 288.12      | 54.30     | 187.80     |
| 2012-04-26 09:00:16 | 11942.12     | 555668      | 21.49    | 1.54       | 13.96    | 23.66      | 591906    | 238.93      | 39.13     | 163.11     |
| 2012-04-26 08:00:07 | 10335.73     | 626520      | 16.50    | 1.01       | 16.41    | 17.46      | 655732    | 67.34       | 12.24     | 182.03     |
| 2012-04-26 07:00:06 | 7332.97      | 440234      | 16.66    | 0.76       | 21.98    | 9.27       | 456616    | 1.24        | 0.16      | 127.03     |
| 2012-04-26 06:00:55 | 10211.55     | 481516      | 21.21    | 0.97       | 21.93    | 13.12      | 503361    | 16.61       | 2.35      | 141.45     |
| 2012-04-26 05:00:54 | 5652.38      | 339563      | 16.65    | 0.63       | 26.51    | 5.92       | 345186    | 0.95        | 0.09      | 95.16      |
| 2012-04-26 04:00:52 | 5132.18      | 297113      | 17.27    | 1.33       | 13.01    | 10.95      | 312900    | 2.13        | 0.18      | 86.46      |
| 2012-04-26 03:00:51 | 5349.15      | 354748      | 15.08    | 0.60       | 25.33    | 5.86       | 366439    | 0.96        | 0.10      | 101.29     |

Für die kritischen Stunden lassen sich daraus schon folgende Rückschlüsse ziehen:

- Keine besonders hohe Redo Log-Generierung (REDO\_SIZE\_MB)
- Keine besonders hohe Anzahl von COMMITTS (COMMITTS/S)
- „log file parallelwrite“ (WRT\_MB/S) ist durchgehend gut
- „log file sync“ (MS/SYNC\_REQ) verschlechtert sich massiv
- LGWR ist nicht besonders stark beschäftigt (WRT\_BUSY\_%)

Damit fallen klassische Erklärungen wie I/O-Probleme bereits weg. Man muss also noch etwas tiefer einsteigen.

SQL: „ASH\_AggregationPerTimeSlice“ zeigt, dass der LGWR immer wieder auf Controlfile-Enqueues (enq: CF – contention) wartet und nicht in die Redo Logs schreibt:

| BEGIN_TIME     | OCC_TOTAL | ACT_SESS | FIGURE_1 | OCC_1 | PCT_1 | SESS_1 |
|----------------|-----------|----------|----------|-------|-------|--------|
| Aggregated by: | EVENT     |          |          |       |       |        |
| Instance:      | ALL       |          |          |       |       |        |
| Program:       | %LGWR%    |          |          |       |       |        |

| Time slice:         | 60 s |      |  |   |     |      |  |
|---------------------|------|------|--|---|-----|------|--|
| 26.04.2012 11:37:00 | 2    | 0.33 | log file parallel write                        | 2 | 100 | 0.33 |  |
| 26.04.2012 11:36:00 | 5    | 0.83 | log file parallel write                        | 5 | 100 | 0.83 |  |
| 26.04.2012 11:35:00 | 5    | 0.83 | log file parallel write                        | 4 | 80  | 0.67 |  |
| 26.04.2012 11:34:00 | 4    | 0.67 | log file parallel write                        | 4 | 100 | 0.67 |  |
| 26.04.2012 11:33:00 | 6    | 1.00 | enq: CF - contention (5 / Share/Sub-Exclusive) | 3 | 50  | 0.50 |  |
| 26.04.2012 11:32:00 | 6    | 1.00 | enq: CF - contention (5 / Share/Sub-Exclusive) | 6 | 100 | 1.00 |  |
| 26.04.2012 11:31:00 | 4    | 0.67 | enq: CF - contention (5 / Share/Sub-Exclusive) | 3 | 75  | 0.50 |  |
| 26.04.2012 11:30:00 | 3    | 0.50 | enq: CF - contention (5 / Share/Sub-Exclusive) | 2 | 67  | 0.33 |  |
| 26.04.2012 11:28:00 | 1    | 0.17 | log file parallel write                        | 1 | 100 | 0.17 |  |
| 26.04.2012 11:27:00 | 1    | 0.17 | log file parallel write                        | 1 | 100 | 0.17 |  |
| 26.04.2012 11:25:00 | 2    | 0.33 | log file parallel write                        | 2 | 100 | 0.33 |  |
| 26.04.2012 11:24:00 | 1    | 0.17 | LGWR wait for redo copy                        | 1 | 100 | 0.17 |  |
| 26.04.2012 11:23:00 | 2    | 0.33 | log file parallel write                        | 2 | 100 | 0.33 |  |
| 26.04.2012 11:22:00 | 2    | 0.33 | log file parallel write                        | 1 | 50  | 0.17 |  |
| 26.04.2012 11:20:00 | 2    | 0.33 | log file parallel write                        | 2 | 100 | 0.33 |  |

Genau zu diesen Zeiten warten besonders viele andere Prozesse auf "log file sync":

| BEGIN_TIME          | OCC_TOTAL     | ACT_SESS | FIGURE_1      | OCC_1 | PCT_1 | SESS_1 |
|---------------------|---------------|----------|---------------|-------|-------|--------|
| Aggregated by:      | EVENT         |          |               |       |       |        |
| Event:              | log file sync |          |               |       |       |        |
| Instance:           | ALL           |          |               |       |       |        |
| Time slice:         | 60 s          |          |               |       |       |        |
| 26.04.2012 11:37:00 | 565           | 94.17    | log file sync | 565   | 100   | 94.17  |
| 26.04.2012 11:36:00 | 1526          | 254.33   | log file sync | 1526  | 100   | 254.33 |
| 26.04.2012 11:35:00 | 1283          | 213.83   | log file sync | 1283  | 100   | 213.83 |
| 26.04.2012 11:34:00 | 1069          | 178.17   | log file sync | 1069  | 100   | 178.17 |
| 26.04.2012 11:33:00 | 1467          | 244.50   | log file sync | 1467  | 100   | 244.50 |
| 26.04.2012 11:32:00 | 2081          | 346.83   | log file sync | 2081  | 100   | 346.83 |
| 26.04.2012 11:31:00 | 575           | 95.83    | log file sync | 575   | 100   | 95.83  |
| 26.04.2012 11:30:00 | 312           | 52.00    | log file sync | 312   | 100   | 52.00  |
| 26.04.2012 11:29:00 | 1             | 0.17     | log file sync | 1     | 100   | 0.17   |
| 26.04.2012 11:28:00 | 1             | 0.17     | log file sync | 1     | 100   | 0.17   |
| 26.04.2012 11:27:00 | 1             | 0.17     | log file sync | 1     | 100   | 0.17   |
| 26.04.2012 11:26:00 | 2             | 0.33     | log file sync | 2     | 100   | 0.33   |
| 26.04.2012 11:24:00 | 1             | 0.17     | log file sync | 1     | 100   | 0.17   |
| 26.04.2012 11:23:00 | 2             | 0.33     | log file sync | 2     | 100   | 0.33   |
| 26.04.2012 11:22:00 | 1             | 0.17     | log file sync | 1     | 100   | 0.17   |
| 26.04.2012 11:20:00 | 2             | 0.33     | log file sync | 2     | 100   | 0.33   |

Das bedeutet, die Wartezeiten auf „log file sync“ werden hauptsächlich durch die Controlfile-Sperren ausgelöst und nicht durch langsames I/O auf den Redo Logs.

Durch weitere Analysen konnte festgestellt werden, dass die Controlfiles durch den CKPT-Prozess längere Zeit gesperrt wurden. Auslöser waren schlechte Schreibzeiten auf den Controlfiles. In diesem Fall haben also schlechte Schreibzeiten auf den Controlfiles den LGWR-Prozess beeinträchtigt und COMMITs bzw. „log file sync“ verlangsamt.

## Fall 2 – Hohes Redo Log-Volumen:

SQL: „SystemStatistics\_LGWR“:

| BEGIN_TIME          | REDO_SIZE_MB | REDO_WRITES | KB/WRITE | MS/WRT_REQ | MS/WRT_MB | WRT_BUSY_% | SYNC_REQS | MS/SYNC_REQ | SYNC_SESS |
|---------------------|--------------|-------------|----------|------------|-----------|------------|-----------|-------------|-----------|
| 2011-08-27 04:00:54 | 234376.22    | 54690       | 4285.54  | 55.99      | 13.06     | 85.53      | 287617    | 148.58      | 11.94     |
| 2011-08-27 03:00:06 | 230504.38    | 75387       | 3057.61  | 42.25      | 13.82     | 87.31      | 305624    | 125.29      | 10.50     |
| 2011-08-27 02:01:01 | 252411.09    | 164869      | 1530.98  | 18.21      | 11.90     | 84.71      | 340094    | 60.99       | 5.85      |
| 2011-08-27 01:00:04 | 252918.10    | 200415      | 1261.97  | 15.67      | 12.42     | 85.90      | 420512    | 47.24       | 5.43      |
| 2011-08-27 00:00:30 | 259763.78    | 154673      | 1679.44  | 19.74      | 11.75     | 85.43      | 280822    | 48.94       | 3.85      |
| 2011-08-26 23:00:31 | 231776.89    | 181921      | 1274.05  | 17.61      | 13.82     | 89.02      | 436321    | 52.59       | 6.38      |
| 2011-08-26 22:00:27 | 259981.43    | 118755      | 2189.23  | 27.81      | 12.70     | 91.65      | 319604    | 73.06       | 6.48      |

|                     |           |        |         |       |       |       |        |       |      |
|---------------------|-----------|--------|---------|-------|-------|-------|--------|-------|------|
| 2011-08-26 21:00:31 | 267729.82 | 173948 | 1539.14 | 17.99 | 11.69 | 87.02 | 377382 | 48.68 | 5.11 |
| 2011-08-26 20:00:42 | 267209.80 | 248783 | 1074.07 | 13.28 | 12.37 | 92.08 | 783782 | 42.91 | 9.37 |
| 2011-08-26 19:00:48 | 203710.80 | 284561 | 715.88  | 10.09 | 14.10 | 79.93 | 469715 | 26.02 | 3.40 |
| 2011-08-26 18:00:44 | 164025.60 | 309638 | 529.73  | 8.63  | 16.29 | 74.14 | 468364 | 21.26 | 2.76 |
| 2011-08-26 17:00:46 | 156315.09 | 290785 | 537.56  | 8.90  | 16.56 | 71.93 | 410324 | 19.13 | 2.18 |
| 2011-08-26 16:00:51 | 126850.77 | 303133 | 418.47  | 7.79  | 18.61 | 65.68 | 399720 | 16.64 | 1.85 |
| 2011-08-26 15:00:56 | 110244.59 | 371630 | 296.65  | 6.16  | 20.75 | 63.64 | 478730 | 13.46 | 1.79 |
| 2011-08-26 14:00:07 | 130442.29 | 398481 | 327.35  | 6.47  | 19.77 | 70.69 | 579362 | 17.14 | 2.72 |
| 2011-08-26 13:00:13 | 130581.77 | 398841 | 327.40  | 6.64  | 20.28 | 73.67 | 630041 | 17.00 | 2.98 |
| 2011-08-26 12:00:21 | 103841.00 | 407900 | 254.57  | 5.63  | 22.10 | 63.90 | 551421 | 13.48 | 2.07 |
| 2011-08-26 11:00:26 | 92580.41  | 422322 | 219.22  | 5.05  | 23.03 | 59.32 | 540911 | 12.13 | 1.82 |
| 2011-08-26 10:00:25 | 60367.46  | 501994 | 120.26  | 3.53  | 29.33 | 49.16 | 605216 | 8.24  | 1.38 |
| 2011-08-26 09:00:15 | 49384.47  | 534569 | 92.38   | 3.07  | 33.21 | 45.43 | 644725 | 6.81  | 1.22 |
| 2011-08-26 08:00:25 | 37698.42  | 659156 | 57.19   | 2.36  | 41.24 | 43.31 | 780144 | 5.78  | 1.26 |
| 2011-08-26 07:00:24 | 25740.41  | 693959 | 37.09   | 2.02  | 54.54 | 38.99 | 796770 | 4.04  | 0.89 |

Ein Durchsatz von bis zu 250 GB pro Stunde kann für viele I/O-Subsysteme schon das Limit sein. In einem solchen Fall muss geprüft werden, ob man den Umfang der Redo Log-Daten reduzieren kann (z.B. durch Vermeidung unnötiger DML-Operationen, Verwendung von NOLOGGING oder Ausschalten von Advanced Compression).

### Fall 3 – Hohe COMMIT-Frequenz:

SQL: „SystemStatistics\_LGWR“:

| BEGIN_TIME          | REDO_SIZE_MB | REDO_WRITES | KB/WRITE | MS/WRT_REQ | MS/WRT_MB | WRT_BUSY_% | SYNC_REQS | MS/SYNC_REQ | SYNC_SESS |
|---------------------|--------------|-------------|----------|------------|-----------|------------|-----------|-------------|-----------|
| 2011-09-20 13:00:02 | 4734.23      | 238663      | 19.84    | 2.68       | 135.08    | 17.55      | 256755    | 5.46        | 0.39      |
| 2011-09-20 12:00:25 | 6654.97      | 207633      | 32.05    | 3.27       | 102.02    | 18.98      | 225154    | 8.63        | 0.54      |
| 2011-09-20 11:00:36 | 3968.69      | 194693      | 20.38    | 2.74       | 134.57    | 14.88      | 209864    | 5.04        | 0.29      |
| 2011-09-20 10:00:47 | 4815.60      | 179046      | 26.90    | 3.74       | 139.13    | 18.67      | 194299    | 11.44       | 0.62      |
| 2011-09-20 09:00:21 | 17792.61     | 252206      | 70.55    | 5.91       | 83.81     | 41.12      | 306591    | 30.81       | 2.60      |
| 2011-09-20 08:00:47 | 16860.62     | 276703      | 60.93    | 6.48       | 106.35    | 50.17      | 456786    | 44.72       | 5.72      |
| 2011-09-20 07:00:04 | 24446.38     | 381857      | 64.02    | 7.12       | 111.25    | 74.65      | 668113    | 31.37       | 5.75      |
| 2011-09-20 06:00:29 | 29683.76     | 381753      | 77.76    | 7.27       | 93.44     | 77.58      | 745656    | 29.67       | 6.19      |
| 2011-09-20 05:00:43 | 9059.47      | 212932      | 42.55    | 4.65       | 109.18    | 27.58      | 256010    | 12.76       | 0.91      |
| 2011-09-20 04:00:57 | 1536.50      | 95071       | 16.16    | 3.03       | 187.48    | 8.03       | 98090     | 7.82        | 0.21      |
| 2011-09-20 03:00:16 | 4393.92      | 353440      | 12.43    | 2.96       | 237.82    | 28.70      | 431193    | 8.15        | 0.97      |
| 2011-09-20 02:00:36 | 4364.25      | 212876      | 20.50    | 3.15       | 153.59    | 18.72      | 231280    | 5.69        | 0.37      |
| 2011-09-20 01:00:58 | 9582.46      | 210861      | 45.44    | 4.57       | 100.65    | 26.95      | 239972    | 32.53       | 2.18      |

Die hohe Anzahl von SYNC\_REQS weist auf eine hohe COMMIT-Frequenz hin. In solchen Fällen kann es dazu kommen, dass die „log file sync“-Zeiten (MS/SYNC\_REQ) deutlich höher als die reinen Schreibzeiten (MS/WRT\_REQ) sind, obwohl kein I/O-Engpaß vorliegt (Serialisierung der COMMITS).

Abhilfe kann hier eine Reduktion der COMMITS schaffen (z.B. über höhere Package-Größen).

### Fall 4 – I/O-Problem des LGWR:

SQL: „SystemStatistics\_LGWR“:

| BEGIN_TIME          | REDO_SIZE_MB | REDO_WRITES | KB/WRITE | MS/WRT_REQ | MS/WRT_MB | WRT_BUSY_% | SYNC_REQS | MS/SYNC_REQ | SYNC_SESS |
|---------------------|--------------|-------------|----------|------------|-----------|------------|-----------|-------------|-----------|
| 10.05.2011 09:00:57 | 218.85       | 2435        | 89.88    | 39.95      | 444.54    | 2.70       | 1473      | 119.86      | 0.05      |
| 10.05.2011 08:01:00 | 135.47       | 2198        | 61.63    | 44.30      | 718.84    | 2.71       | 1328      | 124.54      | 0.05      |
| 10.05.2011 07:01:00 | 137.48       | 1959        | 70.18    | 43.94      | 626.11    | 2.39       | 1182      | 139.54      | 0.05      |
| 10.05.2011 06:00:05 | 165.06       | 1977        | 83.49    | 44.77      | 536.23    | 2.42       | 1034      | 114.79      | 0.03      |
| 10.05.2011 05:00:08 | 197.65       | 2052        | 96.32    | 44.20      | 458.85    | 2.52       | 902       | 96.04       | 0.02      |
| 10.05.2011 04:00:26 | 128.75       | 1666        | 77.28    | 43.54      | 563.35    | 2.02       | 729       | 117.72      | 0.02      |
| 10.05.2011 03:00:25 | 130.82       | 1741        | 75.14    | 37.77      | 502.68    | 1.83       | 590       | 49.76       | 0.01      |
| 10.05.2011 02:00:22 | 140.29       | 2037        | 68.87    | 25.76      | 374.01    | 1.46       | 411       | 14.43       | 0.00      |
| 10.05.2011 01:00:28 | 108.73       | 2210        | 49.20    | 24.04      | 488.53    | 1.48       | 403       | 33.57       | 0.00      |
| 10.05.2011 00:00:27 | 336.78       | 3729        | 90.31    | 20.35      | 225.28    | 2.11       | 2105      | 12.89       | 0.01      |
| 09.05.2011 23:00:33 | 173.02       | 4986        | 34.70    | 17.73      | 511.05    | 2.46       | 3791      | 25.75       | 0.03      |
| 09.05.2011 22:00:36 | 198.45       | 3395        | 58.45    | 28.47      | 487.08    | 2.69       | 1887      | 58.08       | 0.03      |
| 09.05.2011 21:00:44 | 198.27       | 3279        | 60.47    | 26.64      | 440.56    | 2.43       | 2028      | 68.55       | 0.04      |

Trotz geringer Write-Größe (KB/WRITE) dauern die einzelnen Write-Request relativ lange (MS/WRT\_REQ). Dies deutet auf Probleme im I/O-Bereich unterhalb der Oracle-Datenbank hin. In einem solchen Fall müssen die I/O-relevanten Komponenten

unterhalb der Oracle-Datenbank wie Betriebssystem, Filesystem, Netzwerk zum I/O-Subsystem und das I/O-Subsystem selbst genauer geprüft werden.

**Kontaktadresse:**

Martin Frauendorfer  
SAP AG  
Dietmar-Hopp-Allee 16  
D-69190 Walldorf

Telefon: +49 (0) 6227 - 60 50 70  
E-Mail [martin.frauendorfer@sap.com](mailto:martin.frauendorfer@sap.com)  
Internet: [www.sap.de](http://www.sap.de)