

Inhaltsverzeichnis

I Einführung	1
1. Einleitung	1
2. Mehrrechner-Datenbanksysteme	6
2.1 Klassifikation von Mehrrechner-DBS	6
2.2 DB-Sharing vs. DB-Distribution	9
2.3 Schlüsselkonzepte zur Realisierung von Hochleistungs-DBS	14
2.3.1 Techniken zur Erlangung hoher TA-Raten und kurzer Antwortzeiten	14
2.3.2 Fehlertoleranz-Konzepte	16
II Allgemeine Synchronisationskonzepte in zentralisierten und verteilten Datenbanksystemen	20
3. Grundlagen	20
3.1 Korrektheitskriterium der Synchronisation	21
3.2 Anforderungen an die Synchronisationskomponente	24
4. Synchronisationstechniken für zentralisierte DBS	27
4.1 Sperrverfahren	28
4.1.1 RX-, RAX-, RAC-Sperrverfahren	28
4.1.2 Deadlock-Behandlung	30
4.1.3 Synchronisation auf High-Traffic-Objekten	32
4.2 Optimistische Synchronisationsverfahren	33
4.2.1 BOCC und FOCC	34
4.2.2 Das BOCC+-Verfahren	36
4.2.3 Kombination mit Sperrverfahren	38
4.2.4 Konsistenzebene 2 mit optimistischer Synchronisation	40
4.3 Zeitmarkenverfahren	41
4.4 Mehrversionen-Konzept	42
4.5 Bewertung der vorgestellten Synchronisationskonzepte	42
5. Synchronisation in verteilten Datenbanksystemen	46
5.1 Synchronisationsverfahren bei fehlender Datenreplikation	48
5.1.1 Sperrverfahren in VDBS	48
5.1.2 Optimistische Protokolle in VDBS	51
5.1.3 Zeitmarkenverfahren in VDBS	55
5.2 Update-Problematik bei replizierten Datenbanken	56

III Synchronisationsverfahren für DB-Sharing-Systeme	60
6. Systemmodell und funktionelle Komponenten	60
6.1 Lastkontrolle bei DB-Sharing	63
6.2 Logging und Recovery	67
6.3 Das Veralterungsproblem	68
6.4 Synchronisationsproblematik bei DB-Sharing	71
6.5 Abhängigkeiten funktioneller Komponenten in DB-Sharing-Systemen	74
7. Das Primary-Copy-Sperrverfahren	77
7.1 Basisverfahren	77
7.2 Optimierte Synchronisierung von Lesezugriffen	83
7.3 Integrierte Lösung des Veralterungsproblems	89
7.4 Kooperation mit der Lastkontrolle	98
7.5 Behandlung von Rechnerausfällen	102
8. Weitere Sperrverfahren für DB-Sharing	110
8.1 Zentrale Sperrverfahren	110
8.2 Synchronisation bei den DEC VAX-Clustern und bei AIM/SRCF	116
8.3 Pass-the-Buck-Protokolle	117
8.3.1 Synchronisation bei IMS Data Sharing	117
8.3.2 Erweiterungen des Pass-the-Buck-Protokolls	119
9. Optimistische Synchronisationsverfahren für DB-Sharing	124
9.1 Optimistische Protokolle mit zentraler Validierung	124
9.2 Optimistische Protokolle mit verteilter Validierung	129
9.2.1 Token-Ring-Ansatz	129
9.2.2 Broadcast-Validierung	131
9.2.3 Primary-Copy-artige Synchronisation	134
9.2.3.1 Broadcast-Validierung mit Primary-Copy-artiger Synchronisation	135
9.2.3.2 Kombination mit dem Primary-Copy-Sperrverfahren	138
9.3 Abschätzung des Validierungs- und Kommunikationsaufwandes	139
10. Entwurfsalternativen und Optimierungsmöglichkeiten	143
10.1 Asynchrone Sperranforderungen	143
10.2 Mehrversionen-Konzept bei DB-Sharing	144
10.3 Beschränkung auf Konsistenzebene 2	148
10.4 Einsatz einer nahen Rechnerkopplung	149
10.5 Synchronisation auf Eintrags- und Satzebene	152
10.6 Synchronisation von High-Traffic-Objekten bei DB-Sharing	155
11. Vergleich der vorgestellten Konzepte und Verfahren	157

IV Quantitative Leistungsuntersuchungen	166
12. Existierende Leistungsanalysen zur Synchronisation in DBS	166
12.1 Methoden der quantitativen Leistungsbewertung von Synchronisationsverfahren	166
12.2 Existierende Leistungsanalysen für zentralisierte und verteilte DBS	168
12.3 Existierende Leistungsanalysen für DB-Sharing	171
12.3.1 Arbeiten am IBM Research Center in Yorktown Heights	171
12.3.2 Simulationsarbeiten an der Universität Stuttgart	174
12.3.3 Bisherige empirische Simulationen an der Universität Kaiserslautern	176
13. Beschreibung des implementierten Simulationssystems sowie der verwendeten Referenz-Strings	179
13.1 Aufbau der Referenz-Strings	180
13.2 Aufbau, Parametrisierung und Realisierung des Simulationssystems	181
13.2.1 Grobstruktur und Parametrisierung des Simulationssystems	181
13.2.2 Die Simulationssteuerung	184
13.2.3 Abarbeitung der Referenzsätze	186
13.2.4 Der Referenz-Manager	188
13.2.5 Die Synchronisationskomponente	190
13.2.6 Systempufferverwaltung und Logging	192
13.2.7 Das Kommunikationssystem	194
13.3 Beschreibung der Transaktionslasten	195
13.4 Bestimmung der Routing-Tabellen und der PCA-Verteilungen	197
13.5 Ergebnisgrößen und Ausgabedaten	200
14. Quantitative Bewertung des Primary-Copy-Sperrverfahrens	202
14.1 Einfluß der Synchronisation auf FPA/DBTT-Seiten	202
14.1.1 Durchsatzverhalten	202
14.1.2 CPU-Auslastung	207
14.1.3 Antwortzeitverhalten	212
14.1.4 E/A-Verhalten	217
14.1.5 Sperr- und Kommunikationsverhalten	219
14.2 Einfluß der Lastverteilung	226
14.3 Einfluß der Kommunikationskosten	229
14.4 Zusammenfassende Bewertung der Simulationsresultate	234
15. Quantitative Analyse weiterer Synchronisationsverfahren für DB-Sharing	237
15.1 Simulationsergebnisse für die Token-Ring-Protokolle	237
15.1.1 Ergebnisse bei TER	237
15.1.2 Ergebnisse bei DOD	246
15.1.3 Zusammenfassende Bewertung	250
15.2 Beurteilung der Synchronisationsverfahren unter zentraler Kontrolle	253
V Resümee und Ausblick	256
VI Literatur	262