

1. Einleitung	4
2. Verteilte Systeme und Datenkonsistenz	13
2.1. Überblick	13
2.2. Verteilte Systeme	13
2.3. Fehlertoleranz	16
2.4. Inkonsistenzen	20
2.5. Konsistenzsicherung	22
2.6. Konsistenzerhaltung	26
3. Das Transaktionskonzept	32
3.1. Überblick	32
3.2. Grundlegende Begriffe	32
3.3. Synchronisationsverfahren	36
3.3.1. Pessimistische Verfahren	37
3.3.2. Optimistische Verfahren	41
3.3.3. Diskussion der Verfahren	43
3.4. Das Zwei-Phasen Commit-Protokoll	45
3.5. Schachtelung von Transaktionen	52
3.6. Beispielsysteme	54
3.7. Diskussion	56
4. Das verallgemeinerte Transaktionskonzept	58
4.1. Überblick	58
4.2. Grundlagen	59
4.3. Ein allgemeines Verfahren zur Fehlerbehebung und Sicherung	65
4.3.1. Der nicht-redundante Recoverygraph	65
4.3.2. Das zentrale Commit-Protokoll	67
4.3.3. Das Chase-Protokoll	71
4.4. Schachtelung von Transaktionen	73

4.5. Das Reliable Broadcast Protokoll	78
4.5.1. Die Datenübertragungsphase	82
4.5.2. Entdeckung von Stellenfehlern	83
4.5.3. Die Reformationsphase	84
4.6. Diskussion	87
5. Formales Modell für Synchronisation, Fehlerbehebung und Sicherung	89
5.1. Überblick	89
5.2. Übersicht über die Vienna Definition Language	90
5.3. Formales Systemmodell	96
5.4. Synchronisation	108
5.5. Fehlerbehebung	112
5.6. Sicherung	129
5.7. Der Recoverygraph	133
6. Effiziente Fehlerbehebung und Sicherung	135
6.1. Überblick	135
6.2. Der redundante Recoverygraph	136
6.2.1. Konzept der redundanten Speicherung	136
6.2.2. Implementierung im Verteilten System	142
6.3. Das dezentrale nicht-blockierende Commit-Protokoll	153
6.3.1. Protokollverhalten im fehlerfreien Fall	155
6.3.2. Löschen des Ausgangs von Commit-Vorgängen	157
6.3.3. Behandlung von Stellenfehlern	158
6.3.4. Vermutete Ausgänge von Commit-Vorgängen	160
6.4. Das terminierende Abort-Protokoll	160
6.5. Schrumpfen des redundanten Revcoverygraphen	163

7. Fallstudie: Die RelaX Systemarchitektur	166
7.1. Überblick	166
7.2. Beschreibung der Architektur	167
7.3. Struktur eines Datenverwalters	173
7.4. Der transaktionsorientierte Objektverwalter	177
8. Zusammenfassung und Ausblick	180
9. Literaturverzeichnis	184