

INHALTSVERZEICHNIS

KURZFASSUNG	5
1 EINLEITUNG UND STAND DER TECHNIK	13
1.1 Einführung.....	13
1.2 Kommunikation verteilter Systeme.....	14
1.2.1 Grundlagen der Kommunikation.....	14
1.2.2 Kommunikation zwischen Anwendungen	15
1.2.3 Zugriff auf Prozeduren und Methoden entfernter Anwendungen.....	15
1.2.4 Bewertung der Verfahren	17
1.3 Verteilter gemeinsamer Speicher.....	18
1.3.1 Austausch der Daten innerhalb eines VVS	19
1.3.2 Replikation von Daten.....	20
1.3.3 Lokalisierung der verteilten Daten	21
1.3.4 Konsistenz der Daten in einem VVS.....	21
1.3.5 Persistenz eines VVS	23
1.4 Umfeld der Arbeit und Abgrenzung zu bekannten Systemen	24
1.5 Ziel der Arbeit	25
1.6 Kurzübersicht.....	26
2 FORMALE BESCHREIBUNGSTECHNIKEN	27
2.1 Aufgaben der formalen Beschreibung.....	27
2.1.1 Verständnis und Präzision während der Entwicklung.....	27
2.1.2 Funktion und Verhalten eines Protokolls	27
2.1.3 Korrektheit und Vertrauen in ein Protokolls	28
2.2 Techniken der formalen Beschreibung	29
2.2.1 Darstellung eines Protokolls durch endliche Zustandsmaschinen	29
2.2.2 Die erweiterten endlichen Zustandsmaschinen	30
2.3 Estelle.....	31
2.3.1 Das Estelle Basismodell.....	31
2.3.2 Prioritäten von Transitionen.....	34
2.3.3 Instanzen von Modulen	34
2.3.4 Interner Aufbau von Modulen.....	35
2.3.5 Kanäle und Interaktionspunkte.....	36
2.3.6 Ablauf der Modul-Zustandsübergänge.....	37

2.4	LOTOS	38
2.4.1	Prozesse und ihr Verhalten	38
2.4.2	Definition der Verhaltensausdrücke	38
2.4.3	Verbindungsaufbau in LOTOS	39
2.5	SDL	40
2.5.1	Strukturierung in SDL	41
2.5.2	Textuelle und graphische Notation	42
2.5.3	Prozesse in SDL	42
2.5.4	Verbindungsaufbau in SDL	43
2.6	Zusammenfassung	44
3	SPEICHERKONSISTENZMODELLE IN EINEM VVS	45
3.1	Konsistenzmodelle	45
3.1.1	Strenge Konsistenz	46
3.1.2	Sequentielle Konsistenz	47
3.1.3	Die kausale Konsistenz	48
3.1.4	Bewertung der Konsistenzmodelle	49
3.2	Das Zeitmodell der strikten Konsistenz	50
3.3	Transaktionen	51
3.3.1	Rücksetzbarkeit von Transaktionen mit Schattenkopien	53
3.3.2	Rücksetzbarkeit von Transaktionen durch ein Log	54
3.4	Nebenläufigkeit in verteilten Systemen	55
3.4.1	Synchronisierung durch Sperren	56
3.4.2	Synchronisierung durch Zeitstempel	57
3.5	Optimistische Synchronisierung	58
3.5.1	Rückwärtsorientierte Validierung (Backward Validation)	60
3.5.2	Vorwärtsorientierte Validierung (Forward Validation)	61
3.6	Kollisionsauflösung und Fairness	62
3.7	Klassifikation der Konsistenz eines VVS Systems	63
3.7.1	Sequentialisierung eines verteilten Speichers	64
3.7.2	Definition der transaktionalen Konsistenz	67
3.7.3	Vergleich der verschiedenen Sichten der sequentiellen Konsistenz	69
3.8	Zusammenfassung der Konsistenzmodelle	70

4	KOMMUNIKATION IN EINEM SEITENBASIERTEN VVS.....	73
4.1	Kommunikationsmodelle bekannter VVS Systeme	74
4.1.1	Busbasierte Multiprozessoren	74
4.1.2	Ringbasierte Multiprozessoren.....	75
4.1.3	Verbindungsorientierte Multiprozessoren.....	77
4.1.4	Seitenbasierter verteilter virtueller Speicher	80
4.1.5	Realisierung eines VVS mit gemeinsam genutzten Variablen.....	82
4.1.6	Objektbasierter VVS	84
4.1.7	Klassifizierung der VVS Systeme.....	85
4.2	Ein geradliniger Ansatz für einen seitenbasierten VVS	86
4.2.1	Spezifikation der Problemstellung	86
4.2.2	Anforderungen durch den Transfer von Seiteninhalten	87
4.2.3	Anforderungen der optimistischen Synchronisierung.....	89
4.2.4	Erfolgreiches Ende einer Transaktion	91
4.2.5	Darstellung der Seitenverwaltung in Plurix	92
4.3	Zusammenfassung der Anforderungen.....	94
4.4	Nachrichten des Plurix Protokolls	95
4.5	Vergleich der Plurix Kommunikation zu bekannten Verfahren	97
4.6	Bewertung der Plurix Protokolle	99
5	NACHRICHTEN FÜR DIE PERSISTENZ EINES VVS.....	101
5.1	Fehlerklassen in einem VVS.....	101
5.1.1	Fehler, die erkannt und behoben werden können.....	101
5.1.2	Katastrophale Fehler	102
5.2	Grundannahmen und Aufbau des Kapitels.....	102
5.3	Grundlagen der Pagerserver Konzepte	103
5.3.1	Aktualisieren des vollständigen Abbilds des VVS	103
5.3.2	Länge des Konsistenzintervalls	104
5.3.3	Organisation der Daten auf dem Speichermedium	105
5.3.4	Lineare Sicherung und Reorganisation der Daten.....	105
5.4	Das Forced Write Konzept	106
5.4.1	Funktionsweise.....	106
5.4.2	Bewertung des Verfahrens	106

5.5	Das Log - Datei Konzept.....	107
5.5.1	Funktionsweise.....	107
5.5.2	Leseoperationen auf dem Pageserver.....	108
5.5.3	Reorganisation der Daten.....	109
5.5.4	Bewertung des Verfahrens.....	110
5.6	Das Copy Konzept.....	111
5.6.1	Funktionsweise.....	111
5.6.2	Bewertung des Verfahrens.....	112
5.7	Das Innex Konzept.....	113
5.7.1	Notwendige Strukturen.....	113
5.7.2	Funktionsweise der Seitensicherung.....	114
5.7.3	Reorganisation der Partitionen.....	115
5.7.4	Bewertung des Verfahrens.....	116
5.8	Das Age Segment Konzept.....	116
5.8.1	Aufbau der Segmente.....	117
5.8.2	Seitensicherung.....	118
5.8.3	Lesen von Seiten.....	120
5.8.4	Reorganisation der Daten.....	120
5.8.5	Bewertung des Verfahrens.....	121
5.9	Multidisk Verfahren.....	121
5.10	Bewertung der Verfahren.....	122
5.11	Erweiterungen der Protokolle für den Pageserver.....	122
5.11.1	Kommunikationsstruktur für die Seitensicherung.....	122
5.11.2	Kommunikation im Fehlerfall.....	123
5.12	Kommunikation zum Starten eines VVS.....	124
5.12.1	Beitritt eines Rechners zu einem bestehenden VVS.....	124
5.12.2	Startvorgang des ersten Rechners in einem VVS.....	125
5.13	Abschalten eines Rechners.....	126
5.13.1	Abschalten eines Knotens mit dem Pageserver:.....	126
5.13.2	Abschalten eines Knotens ohne Pageserver:.....	127
5.14	Zusammenfassung der Pageserver Konzepte und ähnliche Arbeiten.....	127
6	VERIFIKATION DER PROTOKOLLE MIT SMV.....	129
6.1	Automaten.....	129
6.1.1	Definition eines Automaten.....	130
6.1.2	Ein Beispielautomat.....	130

6.2	Temporale Logik	131
6.3	Verifikation eines Modells	133
6.3.1	Funktionsweise der Verifikation	134
6.3.2	Ein Algorithmus zur Verifikation	134
6.3.3	Explosion des Zustandsraums	136
6.4	Symbolische Modellüberprüfung mit SMV	136
6.4.1	Symbolische Darstellung eines Automaten in SMV	137
6.4.2	Spezifikation des Tokenmechanismus in SMV	137
6.4.3	Verifikation des Tokenmechanismus	140
6.5	Zusammenfassung und Bewertung	141
7	MESSUNGEN	143
7.1	Messaufbau	143
7.1.1	Die Test-Transaktion	144
7.1.2	Die Mess-Transaktion	145
7.2	Ergebnisse der Messungen	145
7.3	Bewertung der Messungen	149
8	ZUSAMMENFASSUNG UND PERSPEKTIVEN	151
8.1	Zusammenfassung der Arbeit	151
8.2	Perspektiven	152
8.3	Das Resultat	153
A	LITERATUR	155
B	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	165
C	TABELLENVERZEICHNIS	167
D	LEBENS LAUF	169