

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	XV
Tabellenverzeichnis.....	XIX
Abkürzungsverzeichnis	XXIII
1 Einleitung.....	1
1.1 Motivation.....	1
1.2 Zielsetzung	2
1.3 Gang der Untersuchung	3
2 Grundlagen der Datenmodellierung	5
2.1 Schemata-Konzept.....	6
2.2 Entity-Relationship-Modelle.....	8
2.2.1 Konventionelles Entity-Relationship-Modell.....	8
2.2.2 Extended-Entity-Relationship-Modell	12
2.2.2.1 Spezialisierung.....	13
2.2.2.2 Generalisierung.....	16
2.3 Relationales Datenmodell.....	19
2.3.1 Basiselemente	19
2.3.2 Schlüsselbeziehungen.....	21
2.3.3 Anomalien	23
2.3.4 Normalformen	24
2.3.5 Relationale Algebra.....	25
2.3.6 Fehlende Werte.....	29

3	Zeitbezogene Daten	31
3.1	Begriffliches.....	31
3.1.1	Zeitmodelle und Zeitbegriff	31
3.1.2	Klassifikation der Zeit	33
3.2	Darstellung und Auswertung	41
3.2.1	Zeitstempelung	41
3.2.1.1	Tupel-Zeitstempelung	41
3.2.1.2	Attribut-Zeitstempelung	44
3.2.2	Intervallbeziehungen	47
3.2.3	Verschmelzung	52
3.3	Modellierung	55
3.3.1	Zeitbezogene relationale Datenmodelle	55
3.3.2	Zeitbezogene Entity-Relationship-Modelle	64
3.3.2.1	Zeitbezogene konventionelle Entity-Relationship-Modelle.....	64
3.3.2.1.1	ER-Modell ohne Modifikation	65
3.3.2.1.2	TERM.....	67
3.3.2.1.3	RAKE-Modell	68
3.3.2.1.4	ERT-Modell	69
3.3.2.1.5	TER-Modell	71
3.3.2.1.6	RETTE-Modell	72
3.3.2.2	Zeitbezogene Extended-Entity-Relationship-Modelle	73
3.3.2.2.1	TEER-Modell.....	73
3.3.2.2.2	STEER-Modell.....	74
3.3.2.2.3	TEER ² -Modell.....	76
3.3.2.2.4	TimeER-Modell.....	77

4	Daten im Data Warehouse.....	79
4.1	Begriffliches.....	79
4.1.1	Data-Warehouse-Konzept.....	79
4.1.2	Data-Warehouse-Architektur	82
4.1.3	On-Line Analytical Processing	84
4.1.4	Abgrenzung	86
4.2	Darstellung	87
4.2.1	Fakten	87
4.2.2	Dimensionen	88
4.2.2.1	Klassifikationshierarchien.....	89
4.2.2.2	Standarddimensionen	93
4.3	Auswertung	95
4.4	Modellierung	97
4.4.1	Star-Schema	97
4.4.2	Entity-Relationship-Modelle im Data Warehouse	102
4.4.2.1	Extended-Entity-Relationship-Modell ohne Modifikation	102
4.4.2.2	Entity-Relationship-Modell für verdichtete Daten.....	104
4.4.2.3	Multidimensionales Entity-Relationship-Modell.....	107

5	Zeitbezogene Daten im Data Warehouse	109
5.1	Darstellung	111
5.1.1	Berücksichtigung der Gültigkeitszeit	111
5.1.1.1	Zeitstempelung der Fakten	112
5.1.1.1.1	Ursachen der fehlenden Fakten	113
5.1.1.1.2	Zeitbezogener Metadatenraum	114
5.1.1.2	Zeitstempelung der Klassifikationshierarchien	116
5.1.1.2.1	Arten der Änderungen der Klassifikationshierarchie	116
5.1.1.2.2	Berücksichtigung von Änderungen der Klassifikationshierarchie	119
5.1.1.2.3	Konzept der slowly changing dimensions	120
5.1.1.2.4	Gültigkeitszeitmatrix	121
5.1.2	Berücksichtigung der Gültigkeits- und Transaktionszeit	126
5.1.2.1	Zeitstempelung der Fakten	128
5.1.2.2	Zeitstempelung der Klassifikationshierarchien	128
5.2	Auswertung	130
5.2.1	Aufbau der Klassifikationshierarchien	131
5.2.2	Klassifikation der Benutzersichten	134
5.2.3	Benutzertypen	138
5.3	Modellierung	139
5.3.1	Zeitbezogenes Star-Schema	139
5.3.1.1	Berücksichtigung der Gültigkeitszeit	139
5.3.1.1.1	Zeitstempelung der Fakten	141
5.3.1.1.2	Zeitstempelung der Klassifikationshierarchien	142

5.3.1.2 Berücksichtigung der Gültigkeits- und Transaktionszeit	144
5.3.1.2.1 Zeitstempelung der Fakten.....	144
5.3.1.2.1.1 Berücksichtigung der Wertänderungen.....	145
5.3.1.2.1.1.1 Vollständige Zeitstempelung.....	146
5.3.1.2.1.1.2 Zeitstempelung nach Sarda	147
5.3.1.2.1.1.3 Bewertung.....	149
5.3.1.2.1.2 Berücksichtigung des Importzeitpunktes und der Wertänderungen.....	150
5.3.1.2.1.2.1 Vollständige Zeitstempelung.....	151
5.3.1.2.1.2.2 Zeitstempelung nach Sarda	152
5.3.1.2.1.2.3 Zeitstempelung nach Clifford und Croker.....	155
5.3.1.2.1.2.4 Zeitstempelung nach Ariav	158
5.3.1.2.1.2.5 Bewertung.....	160
5.3.1.2.2 Zeitstempelung der Klassifikationshierarchien	161
5.3.2 Zeitbezogene Entity-Relationship-Modelle im Data Warehouse.....	162
5.3.2.1 Zeitbezogenes Extended-Entity-Relationship-Modell ohne Modifikation.....	162
5.3.2.2 Zeitbezogenes multidimensionales Entity-Relationship-Modell	164
6 Zusammenfassung und Ausblick	167
Literaturverzeichnis	171

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Vier-Schemata-Konzept	6
Abb. 2: Symbole des ER-Diagramms	9
Abb. 3: ER-Diagramm für die Projektbearbeitung	10
Abb. 4: ER-Diagramm in (min, max)-Notation für die Projektbearbeitung	11
Abb. 5: Spezialisierung im EER-Diagramm	14
Abb. 6: Spezialisierung im EER-Diagramm für die Projektbearbeitung	15
Abb. 7: Mehrfache Spezialisierung im EER-Diagramm für die Projektbearbeitung	15
Abb. 8: Generalisierung im EER-Diagramm	16
Abb. 9: Entitätsmenge Sekretärin und Entitätsmenge Abteilungsleiter	17
Abb. 10: Generalisierung im EER-Diagramm für die Projektbearbeitung	18
Abb. 11: Rollback-Relation	39
Abb. 12: Historische Relation	39
Abb. 13: Bitemporale Relation	40
Abb. 14: Ausschnitt des ER-Diagramms für die Projektbearbeitung	64
Abb. 15: Schwache Entitätsmenge zur Darstellung von Versionen für die Entitätsmenge Mitarbeiter	66
Abb. 16: Entitätsmenge Zeit zur Darstellung von Versionen für die Entitätsmenge Mitarbeiter	66
Abb. 17: Versionierung im ER-Diagramm für die Projektbearbeitung	67
Abb. 18: Zusätzliche Symbole des RAKE-Diagramms	68
Abb. 19: RAKE-Diagramm für die Projektbearbeitung	69
Abb. 20: Symbole des ERT-Diagramms	70
Abb. 21: ERT-Diagramm für die Projektbearbeitung	70
Abb. 22: TER-Diagramm für die Projektbearbeitung	71
Abb. 23: RETTE-Diagramm für die Projektbearbeitung	72

Abb. 24: STEER-Diagramm für die Projektbearbeitung	75
Abb. 25: Beispiel einer Generalisierung im STEER-Diagramm	76
Abb. 26: TimeER-Diagramm für die Projektbearbeitung	77
Abb. 27: Data-Warehouse-Architektur	82
Abb. 28: Multidimensionaler Datenraum PRODUKTIONSMENGE	86
Abb. 29: Einfaches Klassifikationsschema für die Dimension PRODUKTE	90
Abb. 30: Klassifikationshierarchie Produktstruktur	90
Abb. 31: Klassifikationsschema für die Dimension PRODUKTE	91
Abb. 32: Klassifikationshierarchien Produktstruktur und Vertriebsstruktur	92
Abb. 33: Klassifikationsschema für die Dimension BETRIEBE	92
Abb. 34: Klassifikationshierarchie Gesellschaftsstruktur	93
Abb. 35: Klassifikationsschema für die Zeitdimension	94
Abb. 36: Teilsichten beim Slicing und Dicing	96
Abb. 37: Star-Schema für den MDR PRODUKTIONSMENGE	98
Abb. 38: Star-Schema mit Klassifikationshierarchien für den MDR PRODUKTIONSMENGE	99
Abb. 39: EER-Diagramm für den MDR PRODUKTIONSMENGE	103
Abb. 40: Dimension ZEIT im ER-Diagramm mit verdichteten Daten	104
Abb. 41: Zusätzliche Symbole im ER-Diagramm mit verdichteten Daten	105
Abb. 42: ER-Diagramm für verdichtete Daten für den MDR PRODUKTIONSMENGE	106
Abb. 43: Zusätzliche Symbole des ME/R-Diagramms	107
Abb. 44: ME/R-Diagramm für den MDR PRODUKTIONSMENGE	108
Abb. 45: MDR PRODUKTIONSMENGE mit fünf Produkten	112
Abb. 46: MDR PRODUKTIONSMENGE mit fehlenden Fakten	113
Abb. 47: MDR PRODUKTIONSMENGE mit fehlenden Fakten bei Berücksichtigung des zeitbezogenen Metadatenraumes	115
Abb. 48: Klassifikationshierarchie Produktstruktur im Monat M_1	117

Abb. 49: Klassifikationshierarchie Produktstruktur im Monat M_2	117
Abb. 50: Klassifikationshierarchie Produktstruktur im Monat M_3	118
Abb. 51: Attribut-Zeitstempelung der Klassifikationshierarchie Produktstruktur	122
Abb. 52: Tupel-Zeitstempelung der Klassifikationshierarchie Produktstruktur.....	123
Abb. 53: MDR PRODUKTIONSMENGE und Klassifikationshierarchie Produktstruktur für Betrieb B_1	130
Abb. 54: MDR PRODUKTIONSMENGE und Klassifikationshierarchie Produktstruktur für Betrieb B_1 mit $t_{RGZ} = 1$	131
Abb. 55: MDR PRODUKTIONSMENGE und Klassifikationshierarchie Produktstruktur für Betrieb B_1 mit $t_{RGZ} = [3, 5[$	132
Abb. 56: MDR PRODUKTIONSMENGE und Klassifikationshierarchie Produktstruktur für Betrieb B_1 mit $t_{RGZ} = [2, 4[$	133
Abb. 57: Zeitbezogenes Star-Schema mit Klassifikationshierarchien für den MDR PRODUKTIONSMENGE	140
Abb. 58: Zeitbezogenes EER-Diagramm für den MDR PRODUKTIONSMENGE	163
Abb. 59: Zusätzliche Symbole des zeitbezogenen ME/R-Diagramms.....	165
Abb. 60: Zeitbezogenes ME/R-Diagramm für den MDR PRODUKTIONSMENGE.....	166

Tab. 24: Dimensionstabelle der Dimension PRODUKTE	100
Tab. 25: Ausschnitt aus der Faktentabelle Produktion	101
Tab. 26: Zeitbezogener Metadatenraum für den MDR PRODUKTIONSMENGE.....	115
Tab. 27: Gültigkeitszeitmatrix der Klassifikationshierarchie Produktstruktur	123
Tab. 28: Gültigkeitszeitmatrix der Klassifikationshierarchie Gesellschaftsstruktur.....	126
Tab. 29: Gültigkeitszeitmatrix der Klassifikationshierarchie Produktstruktur bei Berücksichtigung der Transaktionszeit	129
Tab. 30: Aktuelle Sicht der Produktionsmengen für die Klassifikationshierarchie Produktstruktur und Betrieb B ₁	135
Tab. 31: Historische Sicht der Produktionsmengen für die Klassifikationshierarchie Produktstruktur und Betrieb B ₁ mit $t_{RGZ} = 2$	135
Tab. 32: Historische Wahrheit der Produktionsmengen für die Klassifikationshierarchie Produktstruktur und Betrieb B ₁	136
Tab. 33: Vergleichbare Konsolidierungen der Produktionsmengen für die Klassifikationshierarchie Produktstruktur und Betrieb B ₁	137
Tab. 34: Ausschnitt aus der zeitbezogenen Faktentabelle Produktion.....	141
Tab. 35: Ausschnitt aus der Faktentabelle zeitbezogener Metadatenraum für den MDR PRODUKTIONSMENGE	142
Tab. 36: Zeitbezogene Dimensionstabelle der Dimension PRODUKTE.....	143
Tab. 37: Produktionsmengen für Betrieb B ₁	145
Tab. 38: Vollständige Zeitstempelung des MDRs PRODUKTIONSMENGE bei ausschließlicher Berücksichtigung der Wertänderungen für Betrieb B ₁	146
Tab. 39: Ausschnitt aus der zeitbezogenen Faktentabelle Produktion für die vollständige Zeitstempelung bei ausschließlicher Berücksichtigung der Wertänderungen.....	147
Tab. 40: Zeitstempelung des MDRs HISTORISCHE PRODUKTIONSMENGE nach Sarda bei ausschließlicher Berücksichtigung der Wertänderungen für Betrieb B ₁	148
Tab. 41: Ausschnitt aus der zeitbezogenen Faktentabelle historische Produktion für die Zeitstempelung nach Sarda bei ausschließlicher Berücksichtigung der Wertänderungen.....	149
Tab. 42: Vollständige Zeitstempelung des MDRs PRODUKTIONSMENGE bei Berücksichtigung des Importzeitpunktes und der Wertänderungen für Betrieb B ₁	151

Tab. 43: Ausschnitt aus der zeitbezogenen Faktentabelle Produktion für die vollständige Zeitstempelung bei Berücksichtigung des Importzeitpunktes und der Wertänderungen	152
Tab. 44: Zeitstempelung des MDRs AKTUELLE PRODUKTIONSMENGE nach Sarda bei Berücksichtigung des Importzeitpunktes und der Wertänderungen für Betrieb B ₁	153
Tab. 45: Ausschnitt aus der zeitbezogenen Faktentabelle aktuelle Produktion für die Zeitstempelung nach Sarda bei Berücksichtigung des Importzeitpunktes und der Wertänderungen.....	153
Tab. 46: Zeitstempelung des MDRs HISTORISCHE PRODUKTIONSMENGE nach Sarda bei Berücksichtigung des Importzeitpunktes und der Wertänderungen für Betrieb B ₁	154
Tab. 47: Ausschnitt aus der zeitbezogenen Faktentabelle historische Produktion für die Zeitstempelung nach Sarda bei Berücksichtigung des Importzeitpunktes und der Wertänderungen	154
Tab. 48: Zeitstempelung des MDRs PRODUKTIONSMENGE nach Clifford und Croker für Betrieb B ₁	156
Tab. 49: Ausschnitt aus der zeitbezogenen Faktentabelle Produktion für die Zeitstempelung nach Clifford und Croker	156
Tab. 50: Ausschnitt aus der zeitbezogenen Dimensionstabelle der Dimension ZEIT für die Zeitstempelung nach Clifford und Croker.....	157
Tab. 51: Zeitstempelung des MDRs PRODUKTIONSMENGE nach Ariav für Produkt P ₁ und Betrieb B ₁	159
Tab. 52: Ausschnitt aus der zeitbezogenen Faktentabelle Produktion für die Zeitstempelung nach Ariav	159
Tab. 53: Zeitbezogene Dimensionstabelle der Dimension TRANSAKTIONSZEIT für die Zeitstempelung nach Ariav	160