

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Modellierung, Visualisierung und Komprimierung von Raum-Zeit-Daten	11
2.1	Einleitung	11
2.2	Datenmodellierung: Strukturierungskonzepte für Raum-Zeit-Daten	11
2.2.1	Spektrum raumzeitbezogener Daten	12
2.2.2	Konzepte von Raumdaten	15
2.2.3	Konzepte von Zeitdaten	18
2.2.4	Konzepte von raum- und zeitbezogenen Daten	22
2.3	Datenvisualisierung: Raumzeitliche Visualisierungstechniken	25
2.3.1	Analyseziele für Raum-Zeit-Daten	25
2.3.2	Visuelle Datenanalyse	28
2.3.3	Visualisierungsprozess und -techniken	29
2.3.4	Visualisierungsentwurf	34
2.3.5	Grafische Variablen	36
2.3.6	Methoden zur Visualisierung von Raum-Zeit-Daten	40
2.3.7	Statische Einzeldarstellungen	43
2.3.8	Bilderfolgen: Sequenzen von Einzeldarstellungen	50
2.3.9	Dynamische Darstellungen	52
2.3.10	Interaktive Methoden	58
2.4	Internet-basierte Software-Entwicklung	63
2.4.1	Web-Dienste	63
2.4.2	Randbedingungen	65
2.4.3	Software-Architektur zur Internet-basierten Datenvisualisierung	67
2.5	Datenkomprimierung: Komprimierung von Geometriemodellen	72
2.5.1	Grundlagen	72
2.5.2	Komprimierung statischer Geometriemodelle	74
2.5.3	Approximationsfehler	78
2.5.4	Wavelet-Transformation	80
2.6	Zusammenfassung	85
3	Untersuchte Problemstellungen und bisherige Arbeiten	87
3.1	Einleitung	87
3.2	Datenrecherche im Internet	87
3.3	Datenmodellierung	89
3.3.1	Bisherige konzeptionelle Datenmodelle	90
3.3.2	Anforderungen	92

3.4	Internet-basierte Datenvisualisierung	93
3.5	Datenaustausch	96
3.5.1	Konzepte von Grafiksprachen	96
3.5.2	Animationsbeschreibungen in Grafiksprachen	97
3.5.3	Bisherige Grafiksprachen und Datenaustauschformate	98
3.5.4	Anforderungen	101
3.6	Datenpräsentation	102
3.6.1	Initialisierungsphase	102
3.6.2	Ausführungsphase	103
3.6.3	Probleme und Anforderungen	105
3.7	Datenkomprimierung	106
3.7.1	Komprimierung dynamischer Geometriemodelle	106
3.7.2	Anforderungen	108
3.8	Zusammenfassung	108
4	Lösungsansätze	111
4.1	Einleitung	111
4.2	Datenmodellierung: Raum-Zeit-EER-Modell (RZ-EERM)	112
4.2.1	Entwurfsziele	112
4.2.2	Räumliche und zeitliche Datentypen	113
4.2.3	Attribute	114
4.2.4	Entitätsklassen	116
4.2.5	Beziehungsklassen	117
4.3	Datenaustausch: VRML History	121
4.3.1	Entwurfsziele	121
4.3.2	Konzepte für zeitabhängige Visualisierungen	122
4.3.3	Konzepte für semantische Abstraktionen	125
4.3.4	Realisierung mit VRML	125
4.4	Datenpräsentation: VRML History-Browser	136
4.4.1	Detemporalisierung	137
4.4.2	Integration der Detemporalisierung	137
4.5	Datenkomprimierung: Raum-Zeit-Wavelet-Kompression von zeitabhängigen Höhenfeldern	139
4.5.1	Verfahrensansatz	140
4.5.2	Raumzeitliche Wavelet-Transformation	142
4.5.3	Erweiterung der Distanzfunktion	144
4.6	Zusammenfassung	144
5	Implementierungsaspekte	147
5.1	Einleitung	147
5.2	Datenmodellierung: XML-Repräsentation zum RZ-EERM	148
5.2.1	XML-basierte Beschreibungssprache	148
5.3	Datenaustausch: XML-Erweiterung von VRML History	152
5.3.1	Attributversionierung	153
5.3.2	Elementversionierung	154
5.3.3	Ergänzungen	156
5.3.4	Anwendungsbeispiel	156
5.4	Datenpräsentation: Explorationsmethoden und Zeitindex	157

5.4.1	Implementierung neuer Objekttypen	158
5.4.2	Verwaltung der Zeitwerte	159
5.4.3	Zeitliche Legende	161
5.4.4	Explorationsmethoden	162
5.5	Datenkomprimierung: Parametrisierung der Wavelet-Transformation	164
5.5.1	Globale Parametrisierung	164
5.5.2	Parameter der Wavelet-Transformation	167
5.5.3	Anzahl der Wavelet-Koeffizienten	175
5.6	Zusammenfassung	178
6	Anwendungsszenarien und Ergebnisse	179
6.1	Einleitung	179
6.2	Simulationsergebnisse aus dem Grundwassermanagement	179
6.2.1	Darstellungen von raumzeitabhängigen Simulationsdaten	181
6.2.2	Datenpräsentation und -exploration	183
6.3	Katasterarchiv für RZIS	185
6.3.1	Konzeptionelles Datenschema	185
6.3.2	Darstellungen von zeitabhängigen Grafikobjekten	186
6.3.3	Datenpräsentation und -exploration	188
6.4	Zusammenfassung	189
7	Zusammenfassung und Ausblick	191
	Literaturverzeichnis	199
	Abbildungsverzeichnis	229
	Tabellenverzeichnis	233