

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Bedeutung einer intelligenten Datenauswertung und Visualisierung kontinuierlicher, multidimensionaler, meteorologischer Satellitendaten	3
1.1.1	Umweltsatellit ENVISAT und Instrument MIPAS	4
1.1.2	Kontinuierliche, mehrdimensionale, meteorologische Satellitendaten	5
1.1.3	Struktur der meteorologischen MIPAS/ENVISAT-Satellitendaten	7
1.1.4	Anforderungen an die Visualisierung kontinuierlicher, multidimensionaler Satellitendaten	12
1.2	Darstellung des Entwicklungsstandes	15
1.2.1	Punktbasierte Diagramme	16
1.2.1.1	Scatterplot (Streudiagramm, Punktdiagramm)	16
1.2.1.2	Scatterplot-Matrix (Streudiagramm-Matrix)	18
1.2.2	Linienbasierte Diagramme	21
1.2.2.1	Liniendiagramm	21
1.2.2.2	Parallele Koordinaten	22
1.2.2.3	Kiviatgraph	26
1.2.2.4	Polardiagramm	26
1.2.3	Flächenbasierte Diagramme	26
1.2.3.1	Säulen- und Balkendiagramme (Bar Charts)	26
1.2.3.2	Histogramme	29
1.2.3.3	Kreis- und Ringdiagramme	29
1.2.3.4	Flächenbasierte Kiviatgraphen	30
1.2.4	Ikonenbasierte Techniken	30
1.2.4.1	Chernoff-Gesichter (Chernoff Faces)	31
1.2.4.2	Strichmännchen (Stick Figures)	33
1.2.4.3	Glyphen	34
1.2.4.4	Data Jack	37
1.2.4.5	Farb-Ikonen	38
1.2.5	Pixelbasierte Techniken	39
1.2.6	3D-Techniken	39
1.2.6.1	Volumen- und Flächendarstellung	39
1.2.6.2	2D-Techniken im 3D-Raum	42
1.2.6.3	Einsatz von Farben bei der Visualisierung	42
1.2.6.4	Helligkeit	44
1.2.6.5	Linien- und Flächenattribute	44
1.2.6.6	Größe und Gestalt	45
1.2.6.7	Transparenz	45
1.2.6.8	Schattierung von Flächen- und Volumenelementen . .	47

1.2.6.9	Perspektive und Projektion im Raum	49
1.2.6.10	Künstlicher Nebel	50
1.2.7	Animationen	51
1.2.7.1	Grundlagen	51
1.2.7.2	Animationen zur Visualisierung wissenschaftlicher Daten	52
1.2.7.3	Animationstechniken	53
1.2.8	Fazit	54
1.3	Ziele und Aufgaben der Arbeit	54
2	Neues Konzept zur 2D- und 3D-Visualisierung multidimensionaler Daten	59
2.1	Beschreibung des Konzeptes	59
2.2	Datensätze	61
2.3	Hilfsmittel für die 2D- und 3D-Visualisierung	64
2.3.1	Hilfsmittel für die 3D-Visualisierung	64
2.3.1.1	Farben, Farbhelligkeit und Linienstärke	64
2.3.1.2	Weltkarte, Globus, Koordinatensystem und Surrogate	64
2.3.1.3	Räumliches Gitter	67
2.3.1.4	Positions- und Distanzanpassung	69
2.3.1.5	Selektion und detaillierte Datenanzeige	70
2.3.1.6	3D-Basis-Viewer	70
2.3.2	Hilfsmittel für die 2D-Visualisierung	71
2.4	Scatterplot	72
2.5	Neues Konzept für den Einsatz von Stick Figures im 3D-Raum	77
2.5.1	Neue Stick-Figure-Varianten	78
2.5.2	Visuelle Interpretation der abgebildeten Parameter	81
2.5.3	Optimierung der Interpretation und Identifikation von Profilverläufen	83
2.5.3.1	Absolutsetzen der Extremitätendrehwinkel relativ zum Basiskörper	84
2.5.3.2	Ausblenden des Basiskörpers und der Extremitäten	86
2.5.3.3	Veränderung des Längenverhältnisses zwischen Extre- mitäten und Basiskörper	88
2.5.3.4	Überlagerung mit farbkodierten Spurengasprofilen	88
2.5.3.5	Wertabhängige Farb- bzw. Element-Helligkeit	90
2.5.3.6	Verwendung von Transparenz	91
2.5.4	Visualisierung der unterschiedlichen Stick-Figure-Varianten	92
2.5.4.1	Varianten mit festen Extremitäten- und Basiskörper- winkeln	92
2.5.4.2	Varianten mit parameterabhängiger Basiskörperdre- hung und festen Extremitätenwinkeln	95
2.5.4.3	Varianten mit parameterabhängigen Basiskörper- und Extremitätenwinkeln	96

2.5.4.4	Varianten mit parameterabhängigen Extremitätenwinkeln und festem Basiskörperwinkel	100
2.5.5	Fazit	100
2.6	Glyphen	102
2.7	Data Jacks im 3D-Raum	107
2.8	Balkendiagramme (Bar Charts)	110
2.9	Profilgruppen	111
3	Neue Methode zur Darstellung von Profilverläufen: Parallele Profile	117
3.1	Grundlagen	117
3.2	Parallele Profile im zweidimensionalen Raum	119
3.3	Parallele Profile im dreidimensionalen Raum	120
3.4	Fazit	126
4	Erweiterung von Visualisierungen durch Bewegungsanimationen	129
4.1	Animationsarten	129
4.1.1	Bewegungen im Raum	130
4.1.2	Darstellung von zeitlichen Änderungen	131
4.1.3	Kombinationen	132
4.2	Animationen im 2D-Raum	132
4.2.1	Scatterplot	133
4.2.2	Stick Figures	135
4.2.3	Kiviatgraph	140
4.3	Animationen im 3D-Raum	145
4.3.1	Räumliche Animation	145
4.3.2	Zeitliche Animation	146
4.3.3	Fazit	148
5	Bewertung der unterschiedlichen Visualisierungselemente	151
5.1	Erkennbarkeit von Profilen und Korrelationen	152
5.2	Speicherplatzbedarf der 3D-Visualisierungselemente	155
5.3	Leistungsfähigkeit und Interaktionsgeschwindigkeit des Visualisierungssystems für unterschiedliche Visualisierungselemente	157
5.4	Komfortabilität der Visualisierungselemente	158
5.5	Fazit	159
6	Realisierung und Integration der Visualisierungstechniken	161
6.1	Struktur der Datensätze	162
6.2	Systemarchitektur	163
6.2.1	Struktur der Visualisierungselemente	167
6.2.2	Einbindung der Visualisierungselemente in ein Gitter	167
6.2.3	Struktur des Basis-Visualisierers	168

6.2.4	Datenhaltung bei parallelem Betrieb	169
6.2.5	Kommunikation zwischen Visualisierer und Elementen	170
6.2.6	Integration der Animationskomponente	171
6.3	Aufbau des Java3D-Szenegraphen des Basis-Visualisierers	172
6.4	Benutzungsoberflächen	175
6.5	Optimierungsbetrachtungen	176
7	Zusammenfassung und Ausblick	181
	Anhang	187
A	Datenaufbereitung für form- und farbändernde, zeitliche Animation	189
B	Java2D und Java3D - strukturelle Unterschiede	193
B.1	Java2D und die Java Foundation Classes	193
B.2	Java3D	194
B.2.1	3D-Szenegraph	194
B.2.2	Szenegraph und seine wesentlichen Komponenten	196
C	Transformation der Geolokationen auf die Globus-Oberfläche	203
D	Benutzungsoberflächen	207
D.1	Basis-Applikationen	207
D.2	Basis-Visualisierer	210
	Literaturverzeichnis	215
	Abbildungsverzeichnis	225
	Tabellenverzeichnis	229
	Glossar	231