

~~GW 15 SSA~~

2781 - 3730

**Niederfrequente Variabilität großräumiger
atmosphärischer Zirkulationsstrukturen in spektralen
Modellen niederer Ordnung**

**Ultra-low-frequency variability of large scale atmospheric
circulation patterns in spectral low-order models**

Antje Weisheimer

**Ber. Polarforsch. 356 (2000)
ISSN 0176 - 5027**

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung / Abstract

I

1 Einführung

1.1 Motivation	1
1.2 Bisheriger Wissensstand	3
1.3 Ziel der Arbeit	6

2 Charakteristika der allgemeinen atmosphärischen Zirkulation der Nordhemisphäre

2.1 Zeitlich gemittelte Strömungszustände in der Tropo- und unteren Stratosphäre	9
2.2 Langperiodische Variabilität in beobachteten Daten	17
2.3 Hinweise aus paläoklimatologischen Analysen	19

3 Methoden zur Analyse der niederfrequenten Raum-Zeit-Variabilität

3.1 Empirische Orthogonale Funktionen (EOF)	21
3.2 Spektralanalyse	23
3.3 Wavelet-Transformation	26

4 Das spektrale 2-Schichten-Modell

4.1 Modellbeschreibung	29
4.1.1 Grundgleichungen	29
4.1.2 Vertikale Diskretisierung und Randbedingungen	31
4.1.3 Parametrisierungen	32
4.1.4 Variablentransformation und Entdimensionierung	33
4.1.5 Horizontale Diskretisierung	34
4.1.5.1 Die spektrale Methode	34
4.1.5.2 Anwendung in sphärischer Geometrie mit Hilfe der Wechselwirkungskoeffizienten	36
4.1.6 Numerische Integration	39
4.2 Modellantrieb, Bifurkationsverhalten und Charakterisierung des Attraktors	39
4.2.1 Wahl der Anregungsparameter	40
4.2.2 Bifurkationsdiagramm	41
4.2.3 Der chaotische Attraktor	43
4.3 Zeitlich gemittelter Zustand der Modellatmosphäre	46
4.3.1 Persistente Zirkulationsanomalien und Index-Zustände	46
4.3.2 Stromfunktionen und Zonalwind	48
4.4 Räumliche und zeitliche Moden der Variabilität	50
4.4.1 Dominante Muster der barotropen Stromfunktion	50
4.4.2 Dominante Muster der baroklinen Stromfunktion	56

4.4.3	Einfluß des Mittelungsintervalls auf die Struktur der 1. barotropen EOF	60
4.4.4	Einfluß des Jahresganges auf das Variabilitätsverhalten	62

5 Das spektrale 3-Schichten-Modell

5.1	Modellbeschreibung	67
5.1.1	Grundgleichungen	67
5.1.2	Vertikale Diskretisierung und Randbedingungen	68
5.1.3	Parametrisierungen	69
5.1.4	Entdimensionierung	71
5.1.5	Lösungsmethode	73
5.1.6	Horizontale Diskretisierung	76
5.1.6.1	Die Transformationsmethode	76
5.1.6.2	Anwendung auf die Modellgleichungen	80
5.1.7	Numerische Integration	82
5.2	Bestimmung der Anregung und der Modellparameter	82
5.3	Auswirkungen verschiedener Horizontalaufösungen auf die zeitlich gemittelte Struktur der Modellzirkulation	85
5.3.1	Die Zirkulation in der Tropo- und Stratosphäre	85
5.3.2	Meridionale Windprofile	88
5.3.3	Zonal gemittelter Impulsfluß	89
5.3.4	Zonal gemittelter Temperaturfluß	90
5.4	Einfluß der horizontalen Auflösung auf die dominanten räumlichen und zeitlichen Moden der Variabilität	91
5.4.1	Kopplung zwischen Tropo- und Stratosphäre	92
5.4.2	Wellenzüge und Telekonnektionen der mittleren und unteren Troposphäre	95
5.4.3	Charakteristika des spektralen Verhaltens	96
5.5	Einfluß des Jahresganges auf das Modellverhalten	105
5.5.1	Die zeitlich gemittelte Zirkulation im Winter	106
5.5.2	Die zeitlich gemittelte Zirkulation im Sommer	108
5.5.3	Die Variabilität unter dem Einfluß des Jahresganges	109

6 Klimavariabilität in einem gekoppelten Zirkulationsmodell der Atmosphäre und des Ozeans

6.1	Modellbeschreibung	115
6.2	Zeitlich gemittelte Zustände an der Erdoberfläche, in der Tropo- und Stratosphäre	116
6.3	Charakteristische räumliche und zeitliche Strukturen der niederfrequenten atmosphärischen Variabilität	118
6.3.1	Der stratosphärische Wirbel	118
6.3.2	Die mittlere Troposphäre	122
6.3.3	Das Verhalten an der Erdoberfläche	125

6.4 Persistente Zirkulationsanomalien der mittleren Troposphäre	128
6.4.1 Natürliche atmosphärische Zirkulationsregime	128
6.4.2 Bevorzugte Zustände im Modell	130
7 Zusammenfassung	135
Literaturverzeichnis	139
Anhang I: Wechselwirkungskoeffizienten	149
Anhang II: Spektrale Gleichungen in komplexer Form	151
Anhang III: Spektrale Gleichungen in reeller Form	155
Anhang IV: Ergänzende Größen und Zusammenhänge	162
Symbole und Abkürzungen	167
Danksagung	173