

Bestimmung des Ozonabbaus in der arktischen und subarktischen Stratosphäre

Astrid Schulz

November 2000

Dissertation

**Eingereicht im Fachbereich Geowissenschaften
der Freien Universität Berlin**

Eingereicht am 30. November 2000

Tag der Disputation: 23. Januar 2001

1. Gutachterin: Prof. Dr. Karin Labitzke

2. Gutachter: Priv.-Doz. Dr. Justus Notholt

1	Einleitung	3
2	Grundlegende Größen und Zusammenhänge	5
2.1	Der vertikale Aufbau der Atmosphäre und die Dynamik	5
2.1.1	Thermische Struktur	5
2.1.2	Potentielle Temperatur	7
2.1.3	Potentielle Wirbelstärke	7
2.1.4	Der polare Vortex und die Meridionalzirkulation	10
2.1.5	Leewellen	12
2.2	Chemie in der Stratosphäre	14
2.2.1	Chemische Kontinuitätsgleichung	14
2.2.2	Ozon - die Chapman Chemie	14
2.2.3	Katalytische Ozonabbauzyklen	15
2.2.4	Halogene in der Stratosphäre	17
2.2.5	Stratosphärische Sulfataerosole	19
2.2.6	Polare Stratosphärenwolken	20
2.2.7	Heterogene Chemie und Chloraktivierung	22
2.2.8	Deaktivierung des Chlors	23
2.2.9	Katalytischer Ozonabbau in mittleren Breiten	24
2.3	Ozonnmessungen	26
2.3.1	Meßgrößen für Ozon	26
2.3.2	Funktionsweise von Ozonsonden	27
2.3.3	Das Starten einer Ozonsonde	28
3	Die Match Methode	30
3.1	Dynamisch bedingte Ozonvariabilität in der Arktis	30
3.2	Methoden zur Bestimmung des chemischen Ozonabbaus	32
3.2.1	Zeitliche Entwicklung der Wirbelmittel auf isentropen Flächen	33
3.2.2	Korrelation mit inerten Spurengasen	33
3.2.3	Vergleich von Modellergebnissen mit Einzelmessungen	34
3.3	Die Match Kampagnen	34
3.3.1	Entstehung	34
3.3.2	Verwendete Daten für die Kampagnensteuerung	35
3.3.3	Kampagnenablauf	35
3.3.4	Beispiel für ein Matchereignis	38
3.4	Match Auswertung	38
3.4.1	Auswahl der Matche	41
3.4.2	Statistische Auswertung	42
3.4.3	Temperaturgeschichte der Luftpakete	44
4	Ozonverluste im Polarwirbel	46
4.1	Winter 1996/97	46
4.1.1	Meteorologische Situation	46
4.1.2	Die Meßkampagne	48
4.1.3	Über den Wirbel gemittelte Ozonverluste	49
4.1.4	Verteilung des Ozonverlustes im Polarwirbel	52
4.1.5	Vergleich mit anderen Ergebnissen	56
4.2	Winter 1997/98	58
4.2.1	Meteorologische Situation	58
4.2.2	Die Kampagne	59
4.2.3	Ergebnisse	60
4.2.4	Vergleich mit anderen Ergebnissen	64
4.3	Winter 1998/99	66

4.3.1	Meteorologische Situation	66
4.3.2	Die Meßkampagne	68
4.3.3	Ergebnisse	69
4.3.4	Vergleich mit anderen Ergebnissen	71
4.4	Vergleich der verschiedenen Jahre	71
5	Temperaturabhängigkeit der Ozonverlustraten	75
5.1	Temperaturabhängigkeit in einzelnen Jahren	76
5.2	Generelle Temperaturabhängigkeit	79
5.2.1	Ozonabbau nur im Sonnenlicht?	82
5.3	Möglicher Einfluß von Leewellen im Winter 1997/98	83
6	Match in mittleren Breiten	87
6.1	Ozonabbau in mittleren Breiten	87
6.2	Experimenteller Ansatz in mittleren Breiten	89
6.3	Ergebnisse und ihre Einschränkungen	90
6.3.1	Winter 1996/97	90
6.3.2	Winter 1998/99	90
6.3.3	Einfluß der Trajektorienlänge	98
6.4	Diskussion	100
7	Zusammenfassung	101
	Liste der Ozonsondenstationen	103
	Häufig verwendete Symbole und Abkürzungen	105
	Literaturverzeichnis	106
	Danksagung	118
	Lebenslauf	120