

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	v
Abbildungsverzeichnis	ix
1 Einführung	1
1.1 Aufbau der Atmosphäre	1
1.2 Wasserdampf als Spurengas in der mittleren Atmosphäre	3
1.3 Zielsetzung der Arbeit	9
2 Methode der Mikrowellen-Fernerkundung	11
2.1 Grundlagen	11
2.1.1 Meßprinzip	11
2.1.2 Helligkeitstemperatur	12
2.2 Vorwärtsmodell	12
2.2.1 Strahlungstransfergleichung	12
2.2.2 Berechnung der Absorptionskoeffizienten	14
2.3 Inversionsproblem	17
2.3.1 Problemstellung	17
2.3.2 Formulierung als lineares Gleichungssystem	17
2.3.3 <i>Optimal estimation</i> -Methode	18
3 Beschreibung des Instruments	23
3.1 Das 22 GHz H ₂ O-Radiometer	23
3.1.1 Radiometer-Frontend	23
3.1.2 Prinzip eines Heterodyn-Empfängers	25
3.1.3 Cold-Load	25
3.1.4 Hot-Load	27
3.1.5 Kalibration des Meßsignals	27
3.2 Das Chirp-Transformations-Spektrometer	28
3.2.1 Allgemeines Funktionsprinzip	28
3.2.2 Betrieb des AWG-Zweiges	30
3.3 Meßablauf und Meßsteuerung	30
3.3.1 Kalibrationszyklus	30
3.3.2 Zenitwinkel	31
3.3.3 Meßsteuerung	32
3.4 Stabilität des Gesamtsystems	32

4	Das Problem der 'Baseline'	35
4.1	Grundlagen	35
4.1.1	Ursachen für eine Baseline	35
4.1.2	Einfaches Modell	36
4.2	Detailliertes Modell der Signalausbreitung	37
4.2.1	Einfachreflexionen	37
4.2.2	Mehrfachreflexionen	38
4.3	Maßnahmen zur Reduzierung der Baseline	39
4.3.1	Kalibrationslasten	39
4.3.2	Baseline-Wobbler	39
4.4	Baseline-Korrektur	44
4.4.1	Motivation	44
4.4.2	Erweitertes Inversionsverfahren	45
4.4.3	Test des Inversionsverfahrens	46
4.4.4	Bestimmung der Baseline-Periodizitäten	47
4.5	Abschließende Bemerkungen	50
5	Datenauswertung	53
5.1	Meßperioden und Übersicht	53
5.2	Datenvorverarbeitung	55
5.3	Datenreduktion	55
5.3.1	Zentrieren der Spektren	55
5.3.2	Rekalibration	56
5.3.3	Sicherung der Datenqualität	56
5.3.4	Integration zu 20 Minuten-Mitteln	57
5.4	Datenintegration	58
5.4.1	Spezifische Selektion der Daten	58
5.4.2	Datenkorrektur	58
5.4.3	Seitenband-Korrektur	58
5.4.4	Troposphären-Korrektur	60
5.4.5	Gewichtete Integration	62
5.4.6	Bestimmung des Meßfehlers	63
5.5	Dateninversion	63
5.5.1	Linienparameter	63
5.5.2	Druck- und Temperaturprofile	67
5.5.3	Das Apriori-Profil	69
5.5.4	Zenitwinkel-Korrektur	70
5.5.5	Baseline-Korrektur	71
5.5.6	Anmerkungen zur den Inversionsverfahren nach Rodgers und Backus-Gilbert	72
5.6	Datendarstellung	74
5.7	Fehleranalyse	74
5.7.1	Allgemeines und Methode	74
5.7.2	Fehlerquellen	75
5.7.3	Gesamtfehler	84

6	Ergebnisse und Diskussion	85
6.1	Beispiele	85
6.2	H ₂ O-Jahresgang	88
6.2.1	Meßperiode ALOMAR-I	88
6.2.2	Meßperiode ALOMAR-II	91
6.2.3	Diskussion	94
6.2.4	Vergleich der beiden Meßperioden	96
6.2.5	Transportprozesse und das 'Alter der Luft'	98
6.3	Die polare Mesosphäre im Sommer	102
6.3.1	Saisonale Entwicklung	102
6.3.2	Diskussion	105
6.4	Die Stratosphären-Erwärmung im Februar 1998	107
6.4.1	Charakteristik der Stratosphären-Erwärmung	107
6.4.2	Besonderheiten der Datenauswertung	109
6.4.3	Diskussion	110
6.5	Vergleich mit anderen Messungen	114
7	Zusammenfassung	117
	Anhang	119
A	HDPE-Fenster der neuen Cold-Load	119
A.1	Bestimmung des Brechungsindex von HDPE	119
A.2	HDPE-Fenster mit Oberflächenstruktur	122
A.3	HDPE-Fenster ohne Oberflächenstruktur	123
B	Meßrechner und Meßsteuerung	125
B.1	Meßrechner	125
B.1.1	VME-Bus-Rechner	125
B.1.2	Spezielle Hardware	125
B.2	Meßprogramm	127
B.2.1	Steuerung des Meßablaufs	127
B.2.2	Speichermodell	127
B.2.3	Prozeßkommunikation	127
B.3	Datensicherung	128
C	Allan-Varianz	131
C.1	Bestimmung der Allan-Varianz	131
C.2	Spektroskopische Allan-Varianz	132
D	Verwendete Symbole	133
E	Verwendete Abkürzungen und Glossar	135
	Literaturverzeichnis	137