

Inhaltsverzeichnis

1	EINFÜHRUNG	1
1.1	Problemstellung und Motivation	1
1.2	Ziel dieser Arbeit	3
1.3	Stand der Wissenschaft	5
1.3.1	Troposphärenmodelle im Bereich Satellitennavigation	6
1.3.2	Wasserdampfbestimmung	7
1.4	Arbeitskonzept	8
2	BEEINFLUSSUNG VON ELEKTROMAGNETISCHEN WELLEN IN DER ATMOSPHERE	11
2.1	Aufbau der Atmosphäre	11
2.2	Ionosphärische Effekte bei elektromagnetischen Wellen	12
2.3	Troposphärische Effekte bei elektromagnetischen Wellen	13
2.3.1	Dämpfung	14
2.3.2	Refraktion	16
2.4	Modellierung der Troposphäre	20
2.4.1	Troposphärenmodelle für die Satellitennavigation	25
2.4.2	Transformationsfunktionen	25
3	VERFAHREN ZUR BESTIMMUNG DES WASSERDAMPFGEHALTS	27
3.1	Radiosonden	27
3.2	Global Positioning System (GPS)	28
3.3	Satellitenfernerkundung – CHAMP	29
3.4	Wasserdampfradiometer	30
3.5	Photometrische Verfahren	30
4	SOLARE ABSORPTIONSSPEKTROSKOPIE UND PHOTOMETRIE	31
4.1	Strahlung der Sonne	31
4.2	Grundlagen der Absorption	32
4.3	Solarspektrometer	35

4.3.1	Photodetektoren.....	35
4.3.2	Optische Filter.....	37
4.3.3	Objektiv.....	37
4.3.4	Elektronik.....	38
4.3.5	Messablauf.....	38
4.3.6	Bestimmung des Wasserdampfgehalts.....	40
5	MODELLBILDUNG DES SOLAR-MODELLS.....	43
5.1	Modellkomponenten.....	43
5.1.1	Hydrostatische Modellkomponente.....	44
5.1.2	Feuchte-Anteil.....	44
5.2	Transformationsfunktion.....	47
5.2.1	Niell Transformationsfunktion.....	48
5.2.1.1	Hydrostatische Transformationsfunktion.....	49
5.2.1.2	Feuchte Transformationsfunktion.....	51
6	SIMULATION.....	52
6.1	Einführung.....	52
6.2	Parametervariationen und Laufzeitverzögerung des Solar-Modells.....	52
6.3	Modellvergleich.....	56
6.3.1	Simulationsumgebung.....	56
6.3.1.1	Simulationsszenarien.....	57
6.3.1.2	Simulationsergebnisse.....	57
6.4	Flugversuchsrelevante Simulationen.....	58
6.4.1	Stationärer Flug in 3000 ft.....	59
6.4.1.1	Troposphärenkorrekturen des Solar-Modells.....	59
6.4.1.2	Differenz zwischen modified Hopfield-Modell und Solar-Modell.....	60
6.4.2	Höhenprofil bis 9000 ft.....	61
6.4.2.1	Eingangsparameter der Simulation.....	61
6.4.2.2	Troposphärenkorrekturen des Solar-Modells.....	62
6.5	Bewertung der Simulationen.....	63
7	EXPERIMENTELLE VALIDIERUNG.....	64
7.1	Einführung.....	64
7.2	Validierung der Wasserdampfbestimmung.....	64
7.2.1	Vergleich mit den Modellergebnissen.....	66

7.3	Flugversuch	67
7.3.1	Beschreibung der Messausrüstung.....	67
7.3.2	Flugversuchsprogramm	69
7.3.3	Auswertung und Ergebnisse	70
7.3.3.1	Referenzsystem und Gütekriterium.....	70
7.3.3.2	Einfluss der Basislinienlänge.....	71
7.3.3.3	Höhenprofil	79
8	ZUSAMMENFASSUNG.....	84
9	AUSBLICK.....	85
10	LITERATUR.....	87
ANHANG A	ABKÜRZUNGEN	95
ANHANG B	SYMBOLVERZEICHNIS.....	96
ANHANG C	TROPOSPHÄRENMODELLE	98
ANHANG D	KALIBRIERUNG DER MESSGERÄTE	101
	Langley Plot und modifizierter Langley Plot... ..	101