

Untersuchung von Gasabsorptionsmodellen im Mikrowellenbereich auf dem chilenischen Hochplateau



Maschwitz, Gerrit¹, Ulrich Löhnert¹, Susanne Crewell¹, Thomas Rose² and David D. Turner³

¹ Institut für Geophysik and Meteorologie, Universität zu Köln (Kontakt: Gerrit Maschwitz, gmasch@meteo.uni-koeln.de)

² Radiometer Physics GmbH (RPG), ³ Atmospheric and Oceanic Sciences Department, University of Wisconsin - Madison, USA

1. Messkampagne - RHUBC-II

Im Rahmen des ARM Programms (**A**tmospheric **R**adiation **M**easurement) wurde von August bis Oktober 2009 die zweite Phase der Messkampagne RHUBC (**R**adiative **H**eating in **U**nderexplored **B**ands **C**ampaign) durchgeführt.

Hochaufgelöste Strahlungsmessungen in einem spektralen Bereich, der auf niedrigeren Beobachtungshöhen wegen der Wasserdampfabsorption normalerweise optisch dick ist.

Messplatz am Cerro Toco (5320m) auf dem Chajnantor Plateau in Chile.



Figure 1: RHUBC-II Messplatz

3. Vergleich - Modell und Messung

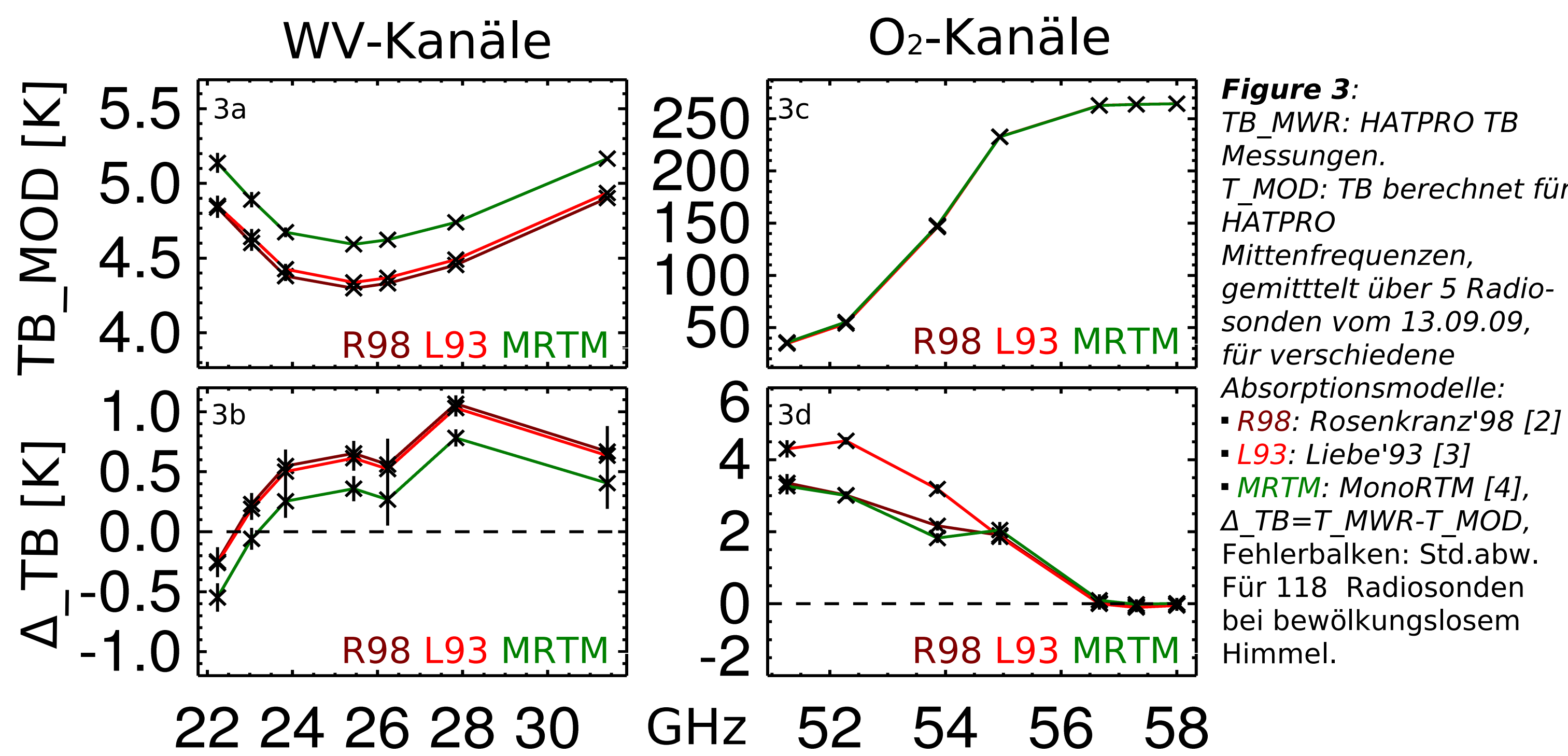


Figure 3: TB_MWR: HATPRO TB Messungen. T_MOD: TB berechnet für HATPRO Mittenfrequenzen, gemittelt über 5 Radiosonden vom 13.09.09, für verschiedene Absorptionsmodelle: R98: Rosenkranz'98 [2], L93: Liebe'93 [3], MRTM: MonoRTM [4], $\Delta_{TB} = T_{MWR-T_MOD}$, Fehlerbalken: Std.abw. Für 118 Radiosonden bei bewölkungslosem Himmel.

Gemessene Helligkeitstemperaturen (TBs) werden mit verschiedenen von Absorptionsmodellen berechneten TBs verglichen. Für die unteren O₂-Kanäle beträgt die Differenz bis zu **4K** (Fig.3).

Modell und Messung werden vergleichbarer, wenn die berechneten TBs mit den Bandpasscharakteristiken gefaltet werden (Fig.2, Fig.4). Für die sensibelsten O₂-Kanäle entlang der Linienflanke werden die Unterschiede dadurch um bis zu **1K** reduziert.

Die TB-Unterschiede vom 13.09.09 auf den O₂-Kanälen sind repräsentativ für die gesamte Messkampagne (Fig.5).

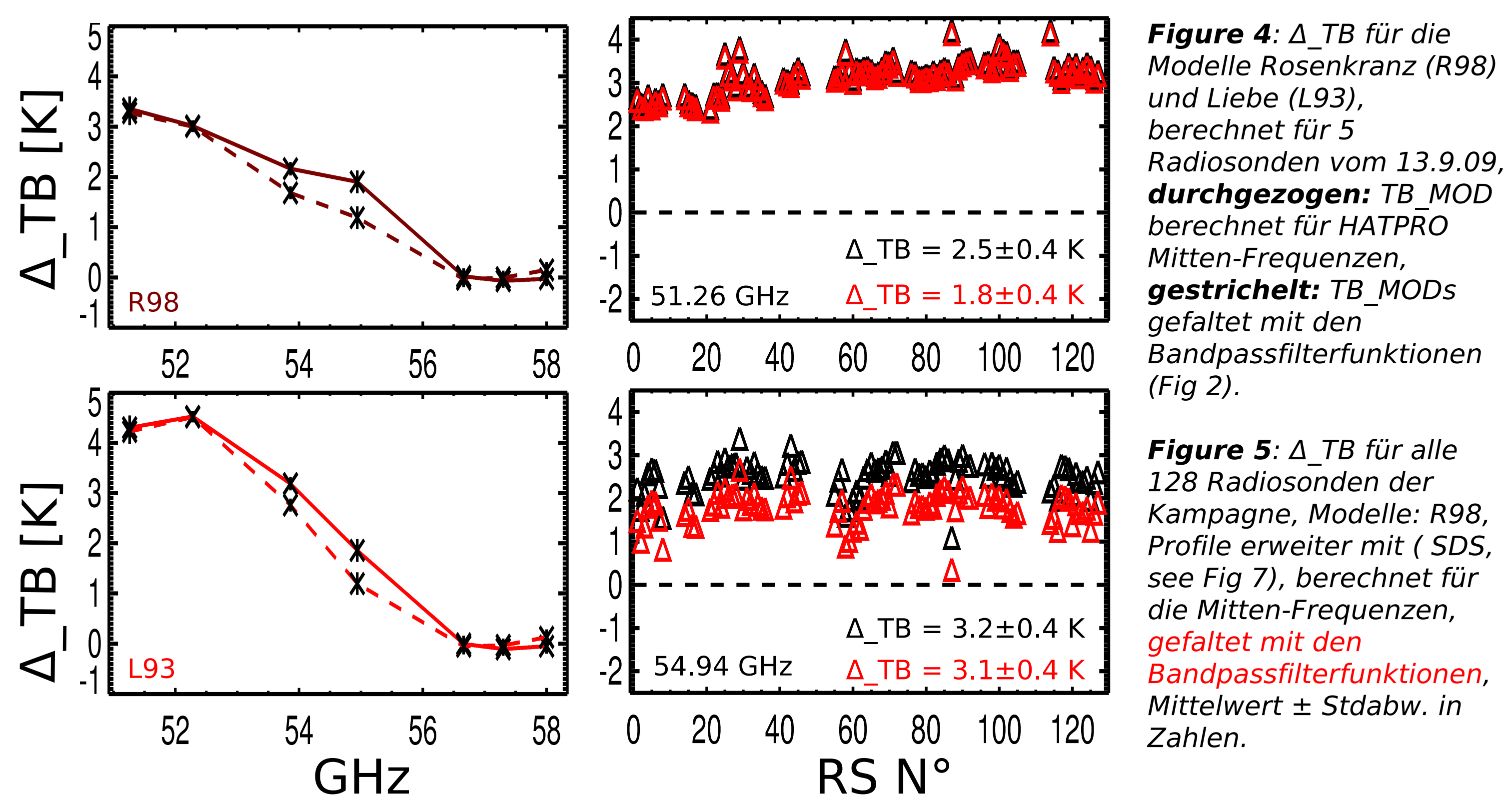


Figure 4: Δ_{TB} für die Modelle Rosenkranz (R98) und Liebe (L93), berechnet für 5 Radiosonden vom 13.9.09, durchgezogen: TB_MOD berechnet für HATPRO Mitten-Frequenzen, gestrichelt: TB_MODs gefaltet mit den Bandpassfilterfunktionen (Fig 2).

Figure 5: Δ_{TB} für alle 128 Radiosonden der Kampagne, Modelle: R98, Profile erweitert mit (SDS, see Fig 7), berechnet für die Mitten-Frequenzen, gefaltet mit den Bandpassfilterfunktionen, Mittelwert \pm Stdabw. in Zahlen.

2. Radiometer - HATPRO

Das Mikrowellenradiometer HATPRO-G2 (**H**umidity **A**nd **T**emperature **P**rofiler) [1] misst die atmosphärische Strahlung entlang der **22.24GHz**-Wasserdampfabsorptionslinie die O₂-Absorption um **60GHz**.

14 Kanäle mit schmalen genau definierten Bandpassfiltern erlauben hochgenaue TB-Messungen.

Beobachtete und modellierte TBs entlang des O₂-Absorptionskomplexes werden miteinander verglichen.

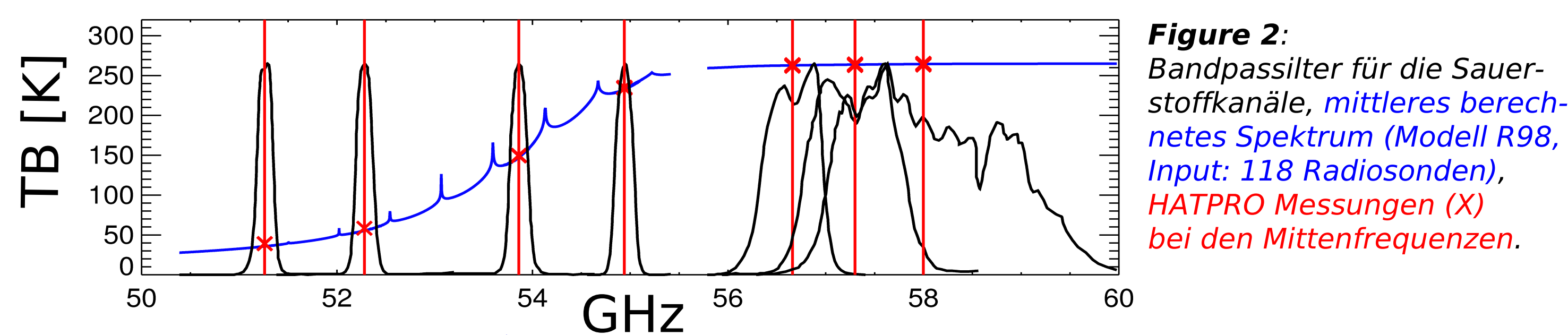
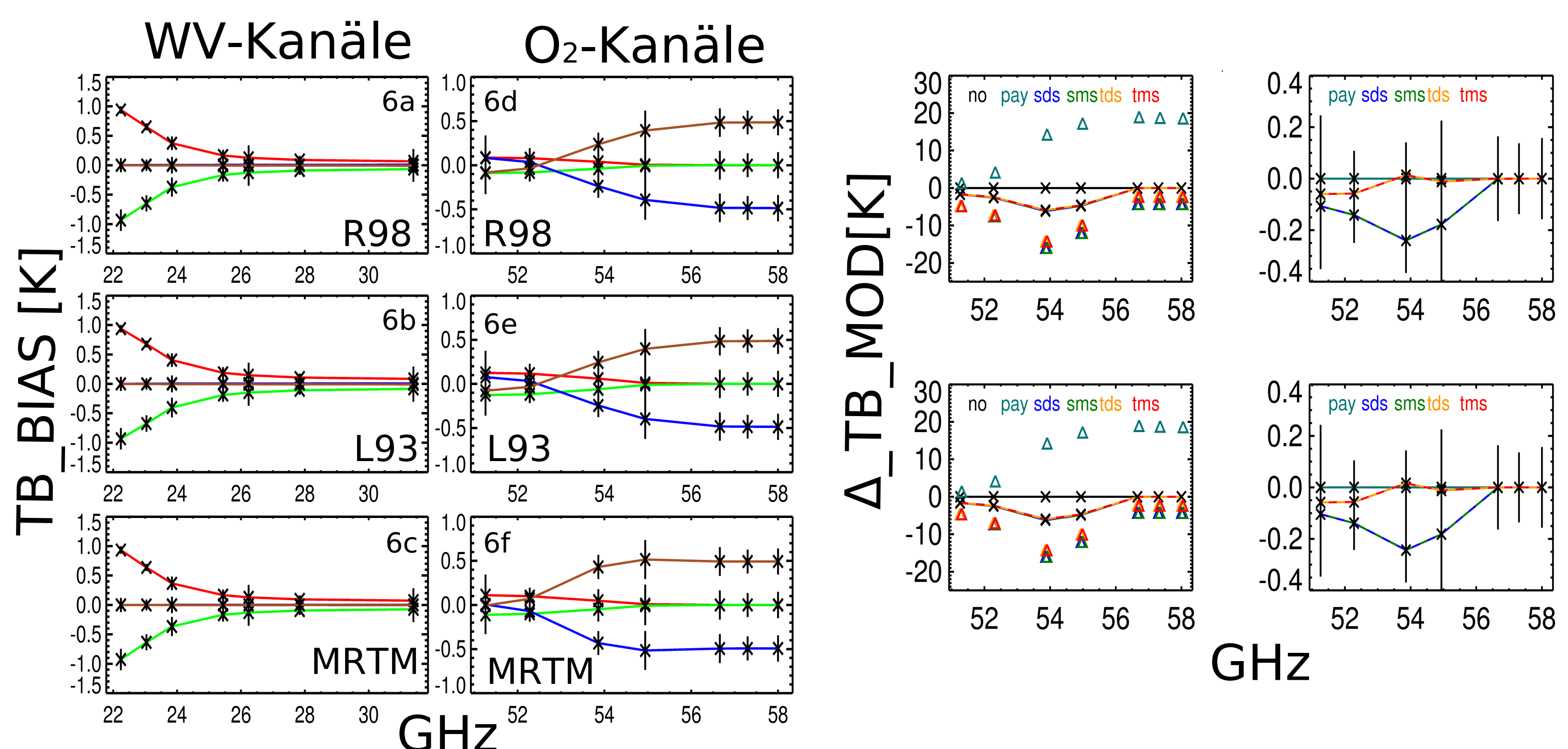


Figure 2: Bandpassfilter für die Sauerstoffkanäle, mittleres berechnetes Spektrum (Modell R98, Input: 118 Radiosonden), HATPRO Messungen (X) bei den Mittenfrequenzen.

4. Fehlerquelle - Radiosondenprofile



118 bewölkungsfreie Radiosondaufstiege (RS) werden als Eingabe für die Absorptionsmodelle verwendet.

Wie sensitiv sind die modellierten TBs bzgl. der Messfehler von RS-Profilen?

Für die O₂-Kanäle ergibt sich nur ein Unterschied der TBs von **0.5K** (Fig.6).

RS-Profile müssen über die Tropopause hinaus erweitert werden. Welches klimatologische Profil gewählt wird, ist nicht entscheidend (Fig. 7).

Figure 6: RS-Profile wurden wie folgt modifiziert: $q=0$, $q=2*q_{RS}$, $T = T_{RS} + 0.5 K$, $T = T_{RS} - 0.5 K$, $TB_BIAS = TB_MOD(T_{RS}, q_{RS}) - TB_MOD(T, q)$, Dargestellt für HATPRO Kanäle und verschiedene Absorptionsmodelle.

Figure 7: Links: Berechnungen mit den klimatologischen (Dreiecke) und erweiterten (Linien) RS-Profilen. Referenz: Berechnung ohne Erweiterung der Profile Rechts: Unterschiede zwischen TB_MODs unter Verwendung verschiedener Erweiterungen der RS-Profile. Referenz: Mittlere Atmosphäre Payerne (CH), Standardatmosphären: tropisch/trockene Stratosphäre, tropisch/feuchte Stratosphäre, subtropisch/trockene Stratosphäre, subtropisch/feuchte Stratosphäre Fehlerbalken: Std.abw. von 5 Radiosonden am 13.09.09.

5. Ausblick

HATPRO hat kontinuierlich Elevationscans durchgeführt. Die transparenten O₂-Kanäle (51.26GHz, 52.28GHz) werden mit der "Tipping Curve"-Methode [5] rekaliert. Dies erlaubt eine Überprüfung der LN2-Absolutkalibration.

Beobachtete und modellierte TBs weisen für die unteren O₂-Kanäle einen Unterschied von einigen Kelvin auf. Wenn die Unsicherheiten von Radiosondenmessungen und Kalibrierung abgeschätzt sind, können die Absorptionsmodelle im Mikrowellenspektrum bei 60GHz bewertet und ggf. angepasst werden.

Referenzen:
 [1] T. Rose et al: A network suitable microwave radiometer for operational monitoring of the cloudy atmosphere, Atmospheric Research 75, 2005
 [2] H. J. Liebe et al, "Propagation modeling of moist air and suspended water/ice particles at frequencies below 1000 GHz", vorgestellt bei: AGARD 52nd Specialists Meeting Electromagnetic Wave Propagation Panel, 1993, Paper No 3/1-10
 [3] P. W. Rosenkranz, "Water vapor continuum absorption: A comparison of measurements and models," Radio Science., 33, 1998
 [4] S. A. Clough et al, "Atmospheric radiative transfer modeling: A summary of the AER codes," J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transf., 91, 2005.
 [5] Y. Han, E. R. Westwater: Analysis and Improvement of Tipping Calibration for Ground-Based Microwave Radiometers, IEEE TGARS, 38(3), 2000