

Untersuchung von Gasabsorptionsmodellen im Mikrowellenbereich auf dem chilenischen Hochplateau

G. Maschwitz, S. Crewell, U. Löhnert, T. Rose, and D. D. Turner
(gmasch@meteo.uni-koeln.de)

Im Rahmen der internationalen Messkampagne ARM (Atmospheric Radiation Measurement) wurde von August bis Oktober 2009 die zweite Phase der Kampagne RHUBC (Radiative Heating in Underexplored Bands Campaign II) am Cerro Toco (5320 m über NN, 530 hPa) auf dem Chajnantor Plateau in Chile durchgeführt. Das Hauptziel von RHUBC ist die Charakterisierung und Verbesserung von Wasserdampf- und Sauerstoffabsorptionsmodellen mit Hilfe von spektral hochaufgelösten Strahlungsmessungen in einem Frequenzbereich (Nahinfrarot bis Submillimeter), in dem die Atmosphäre in geringeren Höhen aufgrund der Wasserdampfabsorption normalerweise optisch dick ist. Begleitend zu den Strahlungsmessungen wurden zusätzlich 128 Radiosonden gestartet, um den Zustand der Atmosphäre zu bestimmen.

Im Mikrowellenbereich ist die genaue Kenntnis der Gasabsorption besonders für bodengebundene und Satellitenfernerkundung relevant. Insbesondere Satelliteninstrumente stellen operationell wichtige Eingangsdaten für die Wettervorhersage zur Verfügung. Während RHUBC wurde das Mikrowellenspektrum durch zwei Radiometer abgedeckt: Das MP-183 und das HATPRO-G2 (Humidity and Temperature Profiler – Generation 2), das vom Institut für Geophysik und Meteorologie der Universität zu Köln betrieben wird. Beide Instrumente sollen zur Untersuchung folgender Fragestellungen beitragen:

1) Das HATPRO-G2 misst die atmosphärische Strahlung entlang der 22.24 GHz Wasserdampfabsorptionslinie und die Sauerstoffabsorption um 60 GHz auf insgesamt 14 Kanälen. Die Frequenzkanäle werden durch sehr genau definierte Bandpassfilter charakterisiert, die eine hoch genaue Messung der Helligkeitstemperatur (TB) ermöglichen. Es wurden kontinuierlich TB-Messungen für verschiedene Elevationswinkel durchgeführt. Damit können die beiden Sauerstoffkanäle mit den niedrigsten Frequenzen, die wegen der geringen Sauerstoffkonzentration bei 530 hPa transparent sind, mit Hilfe des "Tipping Curve" Verfahrens kalibriert werden. Beobachtete und simulierte TBs bei 51-58 GHz werden zur Evaluierung existierender Sauerstoffabsorptionsmodelle verwendet. Dazu wird zunächst der Einfluss der Ungenauigkeit der Radiosondenmessungen untersucht. Weiterhin kann gezeigt werden, dass die exakte Charakterisierung der Bandpassfilter und die Tipping Curve Kalibration der Radiometerdaten zu einer Annäherung von gemessenen und simulierten TBs führt.

2) Das MP-183 misst auf 15 Kanälen die Helligkeitstemperatur entlang der Flanke der Wasserdampfabsorptionslinie zwischen 170 und 183.3 GHz. Die Messungen werden für die Verbesserung von Wasserdampfabsorptionsmodellen bei sehr geringen Wasserdampfkonzentrationen ($< 1 \text{ kg m}^{-2}$) verwendet. Sie erlauben die Auswertung der Absorptionsmodelle bei nichtgesättigten Bedingungen auf 5400 m Höhe über NN. Da kontinuierlich Elevationsabtastungen durchgeführt wurden, kann auch die zeitliche und räumliche horizontale Inhomogenität des Wasserdampfgehaltes untersucht werden.

3) Mit dem Atacama Large Millimeter/submillimeter Array (ALMA) befindet sich derzeit ein einzigartiges Astronomie-Observatorium mit mehr als 50 Submillimeterteleskopen im Aufbau. Bei der Verschneidung der Messung der verschiedenen Teleskope (Interferometrie) müssen die durch die Atmosphäre verursachten Weglängenfluktuationen berücksichtigt werden. Diese Wegverzögerung (path delay) wird durch einen variablen Wasserdampfgehalt (wet delay) und Temperaturschwankungen (dry delay) verursacht. Das HATPRO-G2 soll hier genutzt werden, um die Bedeutung des trockenen Anteils zu bestimmen.