

Dämpfung, Wellenausbreitung, OLYMPUS, Bake, Radiometer, Wetterradar, Polarisation, Strahlungstransport, Strahlungstemperatur, Regenrate, Tropfengrößenverteilung, Hagel

Abstract

Hornbostel, Achim

Troposphärische Effekte beeinflussen entscheidend die Qualität der Signalübertragung auf Erde-Satellit-Verbindungen im Frequenzbereich 20GHz. Die auftretenden Signalstörungen werden in dieser Arbeit sowohl durch direkte Messungen der 20GHz Bake des geostationären Forschungssatelliten OLYMPUS als auch mittels passiver und aktiver Fernerkundungsmethoden untersucht. Im Vordergrund steht dabei die statistische und modellmäßige Erfassung der Signaldämpfung durch Regen und andere Niederschlagsteilchen.

Zur Modellierung der Dämpfung und der abgegebenen radiometrischen Strahlung einer plan-parallelen Regenschicht wurde ein Simulationsprogramm entwickelt. Dieses löst die vektorielle Strahlungstransfergleichung iterativ mittels der Methode der aufeinanderfolgenden Mehrfachstreuung unter vollständiger Erfassung der Polarisation ausgehend von den bistatischen Streueigenschaften sphäroider Regentropfen. Unter Verwendung der simulierten Ergebnisse gelang es erstmals, aus dem Unterschied der gleichzeitig in linearer horizontaler und vertikaler Polarisation gemessenen Strahlungstemperatur Tropfengrößenspektren abzuleiten. Diese waren in guter Übereinstimmung mit Distrometermessungen am Boden und wurden ebenso wie die gleichzeitig gelieferte Dämpfung und differentielle Dämpfung eines Pfades durch die Regenschicht von Radardaten bestätigt. Zur Durchführung dieser Messungen war eine sorgfältige Kalibrierung des Radiometers mit gekühlten Lasten und Strahlungstemperaturen von klarem Himmel notwendig, die ausführlich beschrieben wird. Die erreichte differentielle Genauigkeit ist besser +1 K.

Für eine Reihe überwiegend konvektiver Regenereignisse wurde der Pfad Oberpfaffenhofen-OLYMPUS mit dem polarimetrischen 0-Band Wolkenradar der DLR abgetastet. Algorithmen zur Bestimmung von Verteilungsparametern der Größe und Neigung von Regentropfen aus den polarimetrischen Radarmeßgrößen Z , ZDR und LDR und Modelle zur Berechnung der resultierenden Signalstörungen auf aus einer Reihe von Radarauflösungszellen zusammengesetzten Erde-Satellit-Pfaden waren bereits vorhanden. Durch den Einbau zusätzlicher Verfahren zur automatischen Erkennung von Regen, Hagel und des Schmelzbandes bei stratiformen Regen verbunden mit der Wahl eines jeweils zu-treffenden Ausbreitungsmodells konnte die Genauigkeit der Radardämpfungsvorhersage deutlich verbessert werden. Eine Vergleichsstatistik der Radarvorhersage mit den direkt gemessenen Bakendämpfungen wird gezeigt. Verschiedene Fehlereinflüsse werden diskutiert.

Baken-, Radiometer- und Regenmesserdaten eines Jahres werden in Form von Monats- und Jahresstatistiken analysiert. Anhand von Gleichwahrscheinlichkeitsstatistiken wird

der Zusammenhang zwischen Dämpfung und Regenrate sowie Dämpfung und Strahlungstemperatur untersucht und mit verschiedenen Modellen, insbesondere dem OCIR(ITU-R)-Regenmodell und den Simulationsrechnungen mit dem oben beschriebenen Strahlungstransferprogramm, verglichen. Unterschiedliche Einflüsse wie Tropfengrößenverteilung und Strahlungsemission des Erdbodens werden untersucht. Desweiteren wurden Statistiken der schnellen Signalschwankungen, sogenannter Szintillationen, und des dynamischen Verhaltens (Dauer und Gradient) der Dämpfung erstellt, die ebenfalls mit verschiedenen Modellen bzw. Ergebnissen früherer Experimente verglichen werden.