

Unterkühlte Flüssigwasserwolken: Klimarelevanter Antrieb vermessen an der UFS

Stephanie Redl (1), Susanne Crewell (1), Stefan Kneifel (1), Ulrich Löhnert (1), Mathias Zink (2)

(1) Institut für Geophysik und Meteorologie, Universität zu Köln

(2) Meteorologisches Institut, Universität München

Wasser kommt in der Atmosphäre auch bei Temperaturen weit unter 0°C noch in flüssiger Form vor. Erst bei Temperaturen um -40°C setzt ein spontaner Gefrierprozess ein. Bei höheren Temperaturen sind als Ausgangspunkt für den Gefrierprozess Eiskerne nötig, an denen sich das Kristallgitter des Eises ausbilden kann. Oft herrscht in der Atmosphäre ein Mangel an geeigneten Eiskernen, weswegen unterkühltes Wasser häufig und auch in größeren Mengen vorkommt.

Oft sind in den mittleren Breiten weite Bereiche mit Altocumulus-Feldern bedeckt, die nur geringe Mengen an unterkühltem Flüssigwasser (0-50 g/m²) aufweisen. Aber gerade in diesem Wertebereich sind sowohl Änderungen der solaren als auch der terrestrischen Strahlung am sensitivsten gegenüber Änderungen des Flüssigwassergehaltes. Die genaue Erfassung dieser Wolken ist also für den Strahlungshaushalt des Systems Erde unerlässlich. Zudem stellen mittelhohe Wolken einen Schwachpunkt bei der Modellierung von Wolken in Wettervorhersage- und Klimamodellen dar.

Mit Hilfe der Fernerkundungs-Instrumente, die zur Wolkenbeobachtung auf der UFS installiert sind, können unterkühlte Flüssigwasserwolken detektiert und vermessen werden. Mit einem Lidar-Ceilometer bestimmt man die Höhe der Wolkenuntergrenze und kann zusätzlich auf deren Phase schließen. Die einzigartige Kombination von Mikrowellenradiometerfrequenzen (HATPRO und DPR-Geräte) in der hoch-alpinen Umgebung der UFS ermöglicht eine sehr genaue Bestimmung des integrierten Flüssigwassergehaltes (LWP). Kombiniert man die Radiometermessungen mit den Ceilometermessungen und einem Temperaturprofil, kann man Wolken aus unterkühltem Flüssigwasser identifizieren. Während der TOSCA-Messkampagne (2008-2009) konnten zusätzlich wichtige Informationen aus anderen Instrumenten genutzt werden. Das Wolkenradar MIRA36 beispielsweise gibt weitere Anhaltspunkte zur Struktur und Obergrenze der Wolke.

Bei der Modellierung des Mikrowellensignals von unterkühltem Flüssigwasser gibt es allerdings noch erhebliche Unsicherheiten. Aus diesem Grund sollen Messungen von der Umweltforschungsstation Schneefernerhaus (UFS) mit modellierten Werten von Strahlungstemperaturen verglichen werden. Die in den so identifizierten Fällen gemessenen Strahlungstemperaturen werden mit Strahlungstransportrechnungen verglichen. Die kritische Komponente bei der Modellierung ist der Brechungsindex des unterkühlten Wassers. Dessen Messung im Labor ist schwierig, weswegen Brechungsindexmodelle bei negativen Temperaturen kaum auf Messwerten beruhen sondern aus dem Bereich oberhalb von 0°C extrapoliert werden. Die Rechnungen werden mit verschiedenen Brechungsindexmodellen durchgeführt um die Modelle untereinander und mit den Messungen vergleichen zu können. Dabei soll untersucht werden wie groß die Abweichungen zwischen den Brechungsindexmodellen sind und wie gut die einzelnen Modelle die Messwerte wiedergeben.