

Project: **852**  
 Project title: **HD(CP)2 Diagnostics and ice clouds in ICON**  
 Project leader: **Dr. Ulrike Burkhardt**  
 Report period: **01.01.2016 – 31.12.2016**

**1. HD(CP)<sup>2</sup> - S3 TP4 Einfluss von Konvektion auf Zirusbewölkung und das Wasserbudget der oberen Troposphäre (Burkhardt b309022, Arka b309120)**

Das Ziel des HD(CP)2 Projektes S3 der 1. Phase von HD(CP)2 war die Einführung eines Eiswolken-Makrophysikschemas, welches konsistent mit der Eiswolken-Mikrophysik und damit mit den hohen beobachteten Eis-Übersättigungen ist (Kärcher und Burkhardt, 2008; Burkhardt, 2013). Herkömmliche Wolken-Schemata in Klimamodellen lösen die Eiswolken-Makrophysik nicht auf. Nachdem das moderne PDF basierte Wolkenschema von Tompkins (2002) nicht mehr im ICON1.0 Release vorhanden ist, wurden die Arbeiten aufbauend auf dem Sundqvist Wolkenschema (Sundqvist et al., 1989) vorangetrieben. Ein prognostischer Bedeckungsgrad für Eiswolken wurde implementiert, Tendenzen des Bedeckungsgrades aufgrund von in-situ Eisnukleation, Konvektion, Sedimentation und lokalem Gefrieren von Wassertropfen bzw. Schmelzen von Eis und einige Korrekturterme wurden definiert, implementiert und getestet. Somit ähnelt das so abgeänderte Wolkenschema im Bereich der Eiswolken eher dem prognostischen Tiedtke Wolkenschema (Tiedtke, 1993) wie es im ECMWF Modell verwendet wird.

Zwei ICON-GCM Simulationen wurden einerseits mit dem originalen Sundqvist-Wolkenschema und andererseits mit dem hinsichtlich der Eiswolken erweiterten Schema durchgeführt. Die Bedeckungsgrad-Tendenzen, Eiswassergehalt, Eiswolken-Bedeckungsgrade und die Frequenz der Eisübersättigung wurden in dem hinsichtlich der Eiswolken erweiterten Wolkenschema analysiert und die Eisübersättigungsfrequenz wurde mit Beobachtungsdaten verglichen. Demnach zeigt sich, dass das homogene Gefrieren die bei weitem stärkste Tendenz für die Neubildung von Eiswolken in der oberen Troposphäre ist.

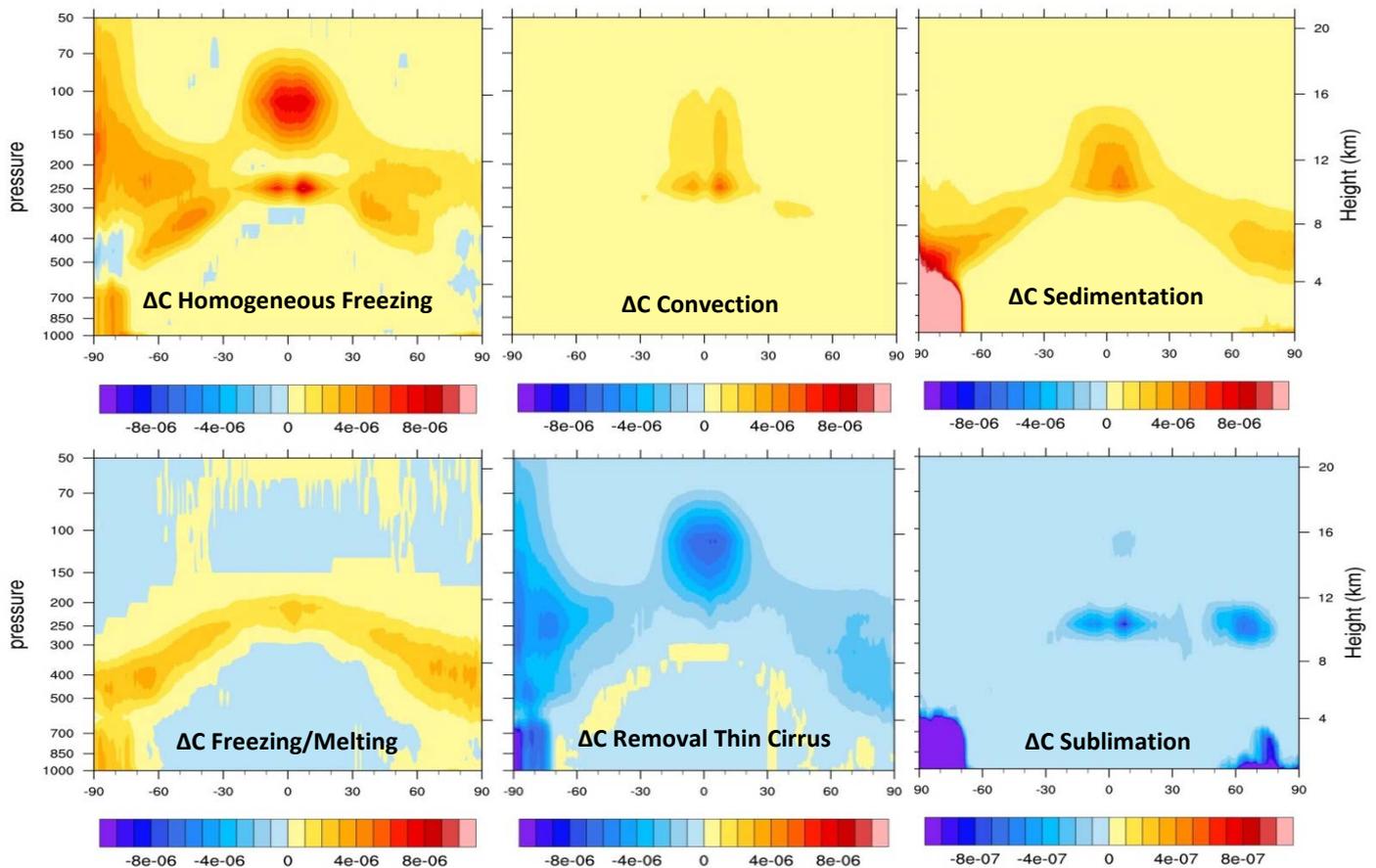


Abb. 1: Tendenzen des Bedeckungsgrades von Eiswolken aufgrund von in-situ Nukleation (homogenem Gefrieren), Konvektion, Sedimentation, Gefrieren von Wolkentropfen oder Schmelzen von Eiskristallen, aufgrund der Sublimation des gesamten Wolkeneises und aufgrund des Entfernens von sehr dünnen Zirren.

Das Modell simuliert eine Eisübersättigungsfrequenz, die der beobachteten Frequenz von Lamquin et al. (2012) sehr ähnlich ist. In der tropischen Tropopausenregion ist die Frequenz ganz leicht überschätzt und in den Extratropen unterschätzt.

Die Änderungen in der Eiswolken-Makrophysik bewirken Änderungen in der Wolkenbedeckung und auch anderer Felder wie z.B. der relativen Feuchte (Abbildung 2). Der Anstieg in der relativen Feuchte im ICON-GCM zeigt genau das gleiche geographische Muster wie der Anstieg, der im ECMWF Modell bei der Einführung von Eisübersättigung im Tiedtke-Schema gefunden wurde (Tompkins et al., 2007), die absoluten Änderungen sind allerdings höher. Leichte Änderungen an der Parametrisierung, insbesondere bei der Bedeckungsgrad-Tendenz aufgrund von Konvektion, müssen noch durchgeführt werden. Eine Veröffentlichung zu diesen Arbeiten ist in Planung.

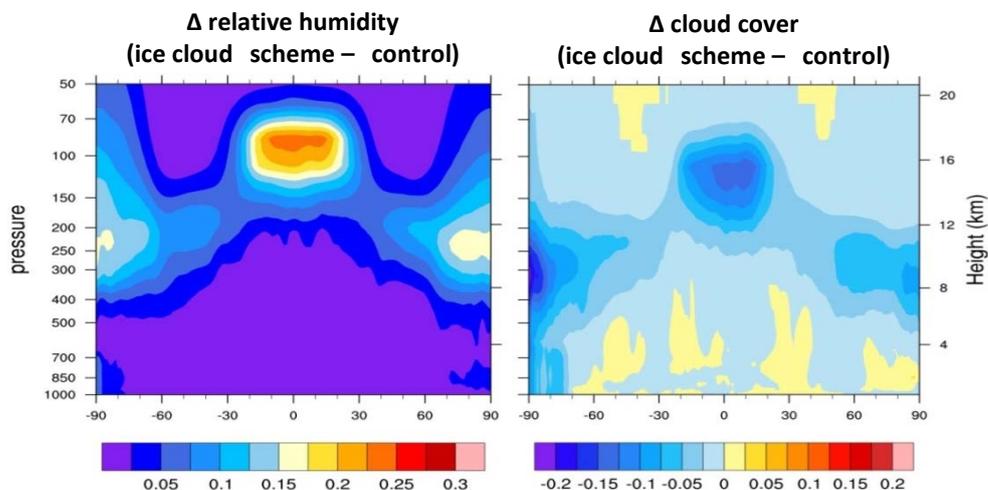


Abb. 2: Änderung des Wolkenbedeckungsgrades (rechts) und der relativen Feuchte (links), die sich aus der Einführung des Eiswolkenbedeckungsgrades ergeben.

Mit dem ICON-Modell wurden im Antragszeitraum auch erste Studien zum Einfluss von Konvektion auf Eiswolken bei Verwendung des Sundqvist-Schemas gemacht. Ein Tracer wurde implementiert, welcher die Entwicklung des aufgrund von Konvektion in eine Modellschicht eingebrachten Eiswassers verfolgt. Mit dieser Diagnostik sollen später der Einfluss von Konvektion auf die Eiswolken im Modell und Beobachtungen verglichen werden.

Außerdem arbeiteten wir an dem von Vera Schemann neu eingeführten Tompkins-Wolkenschema. Einerseits testeten wir das Schema und führten kleinere Korrekturen im Schema ein. Weiter implementierten wir unsere Erweiterung bzgl. der Eiswolken-Makrophysik in dem neu eingeführten Tompkins-Wolkenschema und testeten sie. Das Modell läuft und erste Testsimulationen wurden durchgeführt. Demnächst sind längere Läufe mit dieser Wolkenparametrisierung geplant.

## 2. HD(CP)<sup>2</sup> - S1 TP2 Kondensstreifenzirren (Burkhardt b309022, Verma b309131)

Die Arbeiten in diesem Projekt sind sehr stark verzögert, da es eine Verzögerung bei der Besetzung dieser Projektstelle gab. Inzwischen haben wir aber eine Mitarbeiterin, Pooja Verma, eingestellt, welche sich zur Zeit in das ICON-Modell einarbeitet. Es ist aber nicht abzusehen, dass noch dieses Jahr eine signifikante Menge an Rechenzeit in diesem Projekt verbraucht wird. Die Arbeiten wurden dementsprechend auf das nächste Jahr verschoben.

## References

- Burkhardt, U.: Extending a PDF cloud scheme in order to accommodate cirrus physics. ECMWF Workshop Proceedings on Parameterization of Clouds and Precipitation across resolutions, 5.-8.11.12, published in 2013.
- Burkhardt, U.: A prognostic ice cloud scheme for the ICON-GCM, in Vorbereitung.
- Kärcher, B. and U. Burkhardt: A cirrus cloud scheme for general circulation models. Q. J. R. Meteorol. Soc. 134:1439–1461, 2008.
- Lamquin, N., C. Stubenrauch, K. Gierens, U. Burkhardt, and H. Smit (2012), A global climatology for upper-tropospheric ice supersaturation occurrence inferred from the Atmospheric Infrared Sounder calibrated by MOZAIC, Atmos. Chem. Phys., 12, 381–405.
- Sundqvist, H., E. Berge, and J. E. Kristjánsson, Condensation and cloud parameterization studies with a mesoscale numerical weather prediction model, Mon. Weather Rev., 117, 1641–1657, 1989.
- Tiedtke, M. (1993). Representation of clouds in large-scale models. Mon. Weather Rev. 121:3040–3061.
- Tompkins, A., A prognostic parameterization for the subgrid-scale variability of water vapor and clouds in large-scale models and its use to diagnose cloud cover. J. Atmos. Sci., 59:1917-1942, 2002.
- Tompkins, A., K. Gierens und G. Rädcl (2007), Ice supersaturation in the ECMWF Integrated Forecast System. Q. J. R. Meteorol. Soc. 133:53–63.