

Eis-Multiplikation – Welche Mechanismen in Wolken können potentiell zur sekundären Erhöhung der Eiskristallanzahl beitragen?

In Mischphasenwolken (bestehend aus Eiskristallen und unterkühlten flüssigen Tröpfchen) können mehr Eiskristalle vorhanden sein als durch das bloße Gefrieren flüssiger Tröpfchen erwartbar wäre. In den letzten Jahren wurden verschiedene Mechanismen zur Erklärung des Phänomens vorgeschlagen. Die Gesamtheit dieser Prozesse wird als Eismultiplikation (engl. ‚ice multiplication‘ oder auch ‚secondary ice production‘) bezeichnet. Vorstellbar sind zum Beispiel Kollisionen zwischen zwei Eiskristallen oder das Zerschneiden gefrierender Tropfen, bei denen kleinere Eissplinter entstehen und somit mehr Eispartikel vorhanden sind als vorher. Das Ziel der angebotenen Arbeit ist, die Bedeutung der Eismultiplikation auf Wolkeneigenschaften abzuschätzen. Dafür soll zunächst ein kurzer Überblick über die in der Fachliteratur vorgeschlagenen Prozesse der Eismultiplikation erstellt werden. Basierend darauf sollen diese Prozesse dann auf bestehende simulierte Wolkeneigenschaften (Wolkentropfen- und Eiskristallgrößenverteilungen) eines Wolkenmikrophysikmodells angewendet werden. Dem können auch eigene Simulationen mit einer idealisierten Version dieses Modells hinzugefügt werden. Die Arbeit bietet einen Einstieg in mikrophysikalische Prozesse in Wolken und deren Beschreibung für z. B. Wettermodelle. Kenntnisse von Python, R, o.Ä. sind für die Datenanalyse notwendig.

Literatur:

Korolev, A. and Leisner, T.: Review of experimental studies of secondary ice production, *Atmos. Chem. Phys.*, 20, 11767–11797, <https://doi.org/10.5194/acp-20-11767-2020>, 2020, <https://acp.copernicus.org/articles/20/11767/2020/acp-20-11767-2020.html>

Field, P. R., Lawson, R. P., Brown, P. R. A., Lloyd, G., Westbrook, C., Moisseev, D., Miltenberger, A., Nenes, A., Blyth, A., Choulaton, T., Connolly, P., Buehl, J., Crosier, J., Cui, Z., Dearden, C., DeMott, P., Flossmann, A., Heymsfield, A., Huang, Y., Kalesse, H., Kanji, Z. A., Korolev, A., Kirchgaessner, A., Lasher-Trapp, S., Leisner, T., McFarquhar, G., Phillips, V., Stith, J., & Sullivan, S. (2017). Secondary Ice Production: Current State of the Science and Recommendations for the Future, *Meteorological Monographs*, 58, 7.1-7.20. <https://journals.ametsoc.org/view/journals/amsm/58/1/amsmonographs-d-16-0014.1.xml>

Ice Multiplication - What processes in clouds can potentially contribute to the secondary increase in ice crystal number?

In mixed-phase clouds (consisting of ice crystals and supercooled liquid droplets), more ice crystals may be present than would be expected from the primary freezing of liquid droplets. In recent years, several processes have been proposed to explain the phenomenon. These processes together are called ice multiplication or secondary ice production. Possible mechanisms are for example collisions between two ice crystals or the breaking of freezing drops, where smaller ice splinters are produced and thus more ice particles are present than before.

The aim of the offered thesis is to assess the significance of ice multiplication on cloud properties. First, a brief overview of the ice multiplication processes proposed in the literature needs to be provided. Based on this, these processes will then be applied to existing simulated cloud properties (cloud droplet and ice crystal size distributions) of a cloud microphysics model. Own simulations with an idealized version of this model can (Bachelor thesis) or will

(Master thesis) be added. The work provides an introduction to microphysical processes in clouds and their description for e.g. weather models. Knowledge of Python, R, etc. is necessary for data analysis.