

Wie Bäume Wolken und Niederschläge beeinflussen können!

Eisnukleation von Bäumen

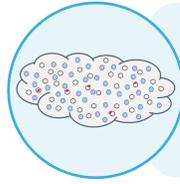
Florian Reyzek¹, Teresa M. Seifried^{1,2}, Paul Bieber^{1,2} und Hinrich Grothe¹

✉ florian.reyzek@tuwien.ac.at

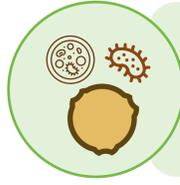
¹ Institut für Materialchemie, TU Wien, Österreich
² Chemistry Department, UBC, Vancouver, Kanada



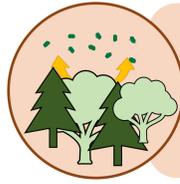
Motivation



Eiskeime sind spezielle Aerosole, welche das Gefrieren von Wolkentröpfchen katalysieren können. Ohne Eiskeim können Wolkentröpfchen bis auf -38°C unterkühlt werden.



Biologische Eiskeime (Pollen, Pilzsporen, Bakterien, etc.) sind besonders effizient und lösen das Gefrieren bei bis zu -2°C aus. Eiskeime von Bäumen wurden ursprünglich auf Pollen entdeckt.



Wir untersuchen die Verteilung, Freisetzung, Effizienz und Chemische Struktur von Eiskeimen von Bäumen. Dabei fokussieren wir uns auf zwei weit verbreitete Baumspesies aus dem Borealen Wald: *Betula pendula* (Silber Birke) und *Pinus sylvestris* (Waldkiefer)

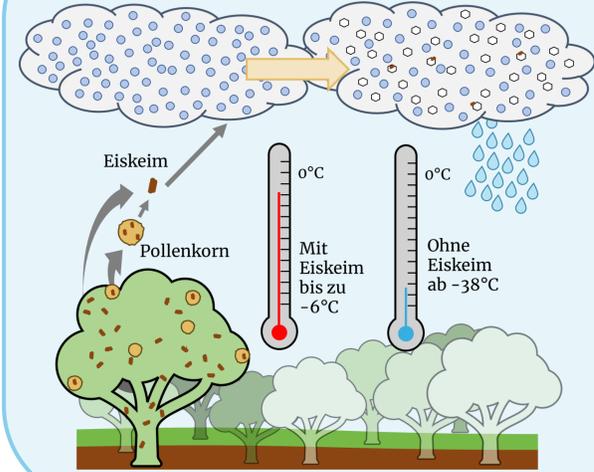
Wichtigste Erkenntnisse

Betula pendula (Silber Birke) und *Pinus sylvestris* (Waldkiefer) haben Eiskeime auf der Oberfläche, welche mit Wasser extrahiert werden können.

Regentropfen können Eiskeime von der Baumoberfläche waschen und sie somit auch in die Luft transportieren.

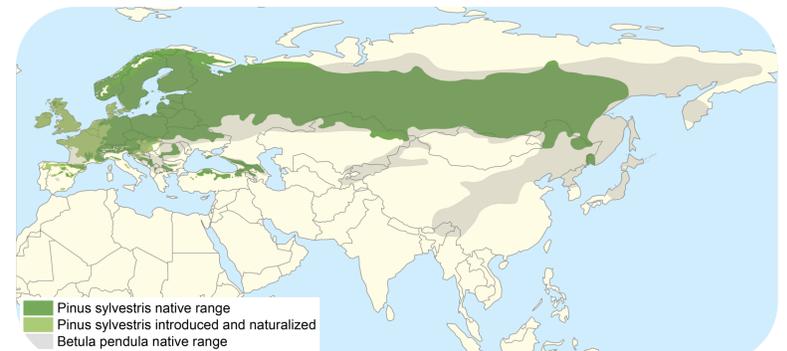
Betula pendula und *Pinus sylvestris* sind aufgrund ihrer weiten Verbreitung riesige Reservoirs für atmosphärisch relevante Eiskeime.

Einfluss auf die Niederschlagsbildung



Auf der Oberfläche von Bäumen wie der Silberbirke oder der Waldkiefer befinden sich Eiskeime. Diese sind Makromoleküle und setzen sich aus Proteinen und Polysacchariden zusammen. Wenn sie von der Baumoberfläche in die Atmosphäre gelangen können sie in Wolken als Eiskeim wirken und dabei Wassertropfen zum Gefrieren bringen. Dadurch können Bäume maßgeblich das Wetter beeinflussen, denn mehr als 50% der globalen Niederschlagsmenge hat ihren Ursprung in gemischtphasigen Wolken [5] (beinhalten sowohl Wassertropfen als auch Eiskristalle)

Verbreitungsgebiete von *Betula pendula* und *Pinus sylvestris*

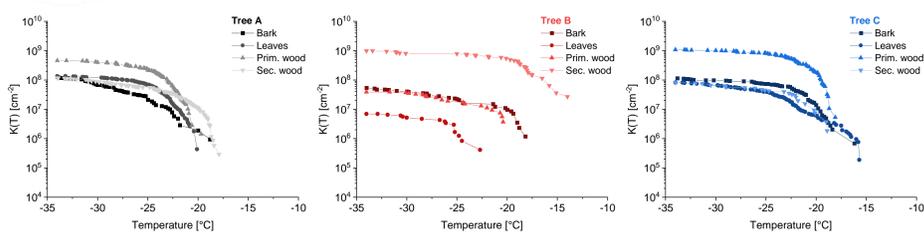


10^{13} to 10^{15} Eiskeime pro m^2 Silberbirke^[3]

10^9 to 10^{12} Eiskeime pro m^2 Waldkiefer^[4]

(*Betula pendula*) Silber Birke

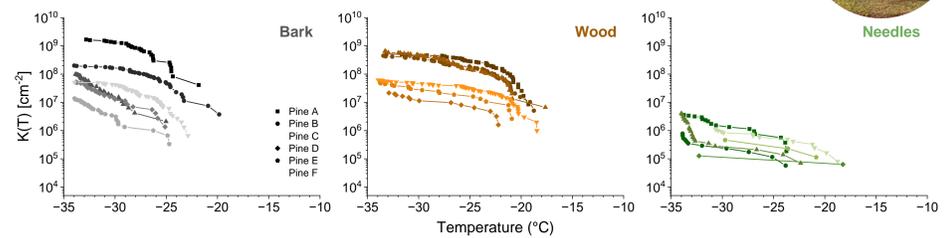
Untersuchung von 9 *B. pendula* Bäume aus Tirol [3]
4 Probearten: Borke, Blätter und primäres & sekundäres Äste



Konzentration an wasserlöslichen oberflächen-gebundenen Eiskeimen (pro cm^2 extrahierte Probenoberfläche). Von 94% aller Proben (34/36) konnten Eiskeime extrahiert werden. Die Eiskeimkonzentration bei -34°C (-34°C) lag zwischen 10^5 and 10^9 cm^{-2}

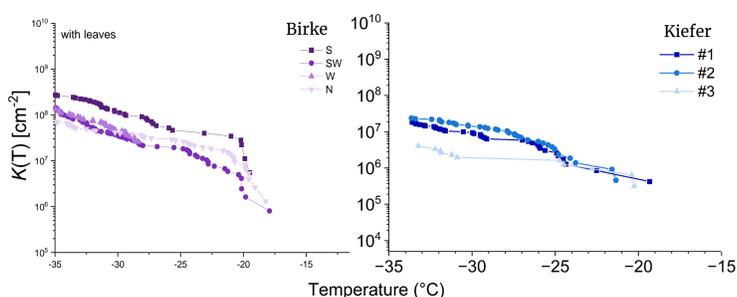
Waldkiefer (*Pinus sylvestris*)

Untersuchung von 6 *P. sylvestris* Bäumen aus Wien [4]
3 Probearten: Borke, Äste und Nadeln



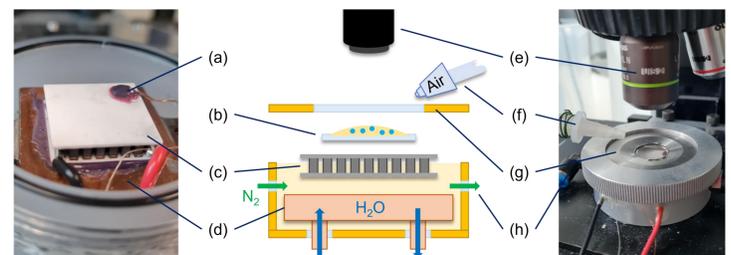
Konzentration an wasserlöslichen oberflächen-gebundenen Eiskeimen (pro cm^2 extrahierte Probenoberfläche). Von allen Proben (18/18) konnten Eiskeime extrahiert werden. Die Eiskeimkonzentration bei -34°C (-34°C) lag zwischen 10^5 and 10^{10} cm^{-2}

Regenwasser gesammelt unterhalb *B. pendula* und *P. sylvestris* [3, 4]:
Untersuchung potenzieller Eiskeim Freisetzung



Regentropfen welche direkt unterhalb von Bäumen gesammelt wurden beinhalteten Eiskeime. Die Eiskeime sind somit nicht mit der Oberfläche fix verbunden und können ganz einfach in die Atmosphäre freigesetzt werden und dort potenziell als Eiskeim wirken

Wie misst man Eiskeime? Vienna Optical Droplet Crystallization Analyzer



(a) Temperaturmessung, (b) Deckglas mit Probe-„Wolke“, (c) Peltierelement zur Kühlung, (d) Kupferblock zur Kühlung von (c), (e) Mikroskop mit Kamera, (f) Luftstrom um Kondensation am Deckel (g) zu vermeiden, (h) Stickstoffspülung vor jeder Messung, um einheitliche Bedingungen zu schaffen
 $K(T)$... Kumulative Anzahl an Eiskeimen bei Temperatur T in entweder cm^{-2} extrahierte Oberfläche oder cm^{-2} Regenkollektor Fläche

Interessiert?
Hier geht's zu unserer Forschungsgruppe



Referenzen

- 1) Pummer, B. G. et al. Suspendable macromolecules are responsible for ice nucleation activity of birch and conifer pollen. *Atmospheric Chem. Phys.* 12, (2012).
- 2) Felgitsch, L. et al. Birch leaves and branches as a source of ice-nucleating macromolecules. *Atmospheric Chem. Phys.* 18, (2018).
- 3) Seifried, T. M. et al. Surfaces of silver birch (*Betula pendula*) are sources of biological ice nuclei: In vivo and in situ investigations. *Biogeosciences* 17, (2020).
- 4) Seifried, T. M. & Reyzek F. et al. Scots Pines (*Pinus sylvestris*) as Sources of Biological Ice-Nucleating Macromolecules (INMs). *Atmosphere* 14 (2), (2023).
- 5) Lau, K.M. et al. Warm rain processes over tropical oceans and climate implications. *Geophys. Res. Lett.* 30 (2003).
- 6) Wieland (né Reyzek) et al. Aggregation of ice-nucleating macromolecules from *Betula pendula* pollen determines ice nucleation efficiency. Submitted (2024).

Danksagung

Wir danken der FFG für ihre Unterstützung bei den Projekten: Early Snow (850689) und Lab on a Drone (888109).

