



Schneekristallbildung in einer künstlichen Wolke zum Einsatz als Schneeerzeuger

BOKU : M. Bacher, D. Draxler, M. Falkensteiner, S. Sokratov
TU Wien : F. Best, M. Breiling, M. Harasek, T. Siegmann-Hegerfeld
Industriepartner



Präsentation Meinhard Breiling TTL | Österreichischer Klimatag, 22.9. 2011

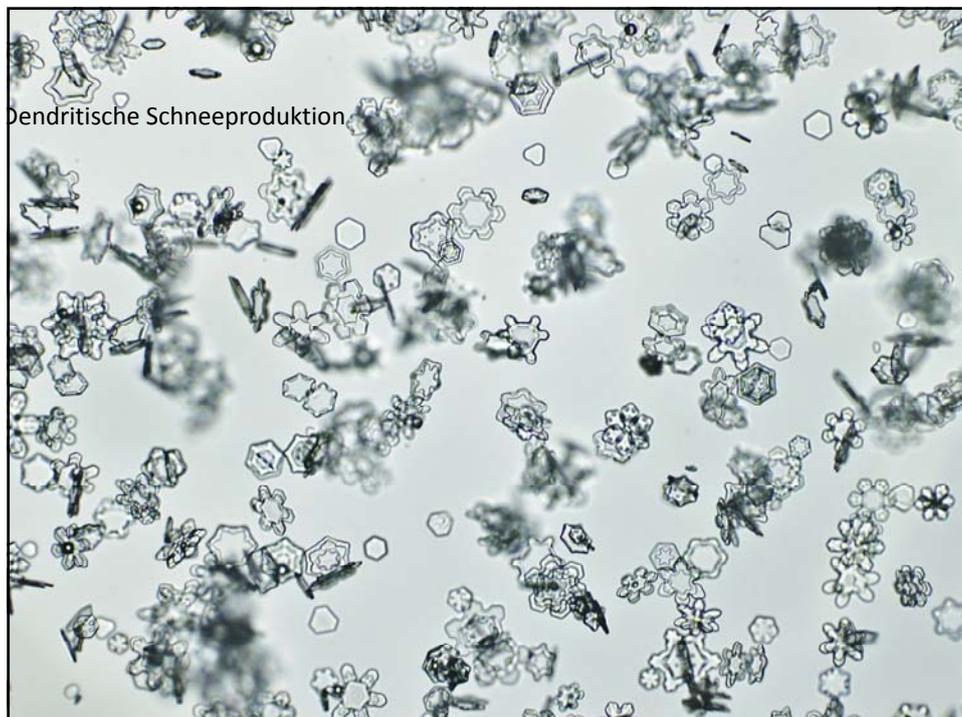
Übersicht

- a) Das Produkt: „naturidenter Kunstschnee“
- b) Unterschied Kunst- und Naturschnee
- c) Die künstliche Wolke
- d) Vom Labor auf die Piste

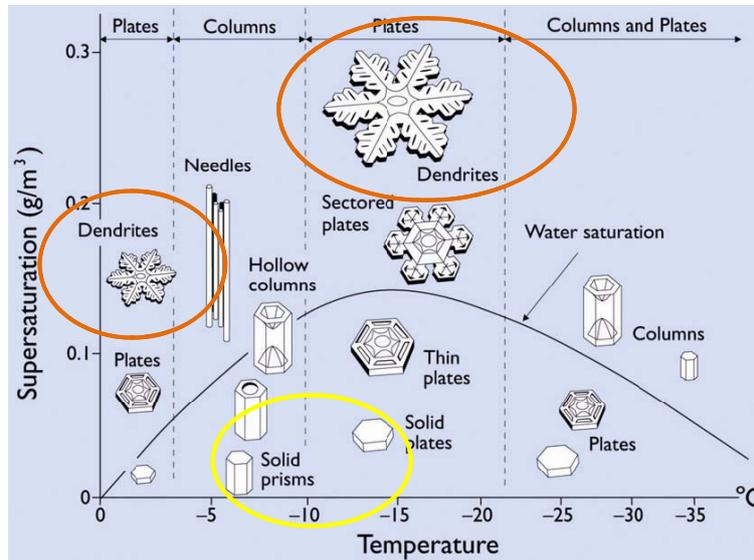


a) Dendrit

- Kurzfilm der Dendriten Erzeugung im Kältelabor der BOKU – 50m von hier!



b) Nakaya Diagramm



Literatur: Libbrecht (2005) nach Nakaya (1954)

Schnee am Boden

- Schnee ist ein **thermisch instabiles poröses** Gefüge aus Eis und Luft.
- Natürliche Schneekristalle sind einzigartig und wachsen auf einer sechseckigen Basis zu **nadel-, säulen- oder plättchenförmigen** Gebilden.
- Natürliche Schneekristalle lagern sich als Schneedecke ab und verändern ihre Form: **Metamorphose**
- Trockener Neuschnee mit 6-eckigen sternförmigen Kristallen = **Pulverschnee**
- Schnee aus mehreren Frost-Tau-Zyklen aus runden Eiskörnern und hohem Wassergehalt = **Frühjahrschnee**



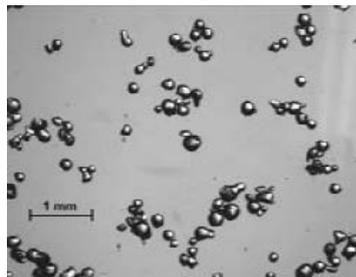


Source: <http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001864/186462e.pdf>

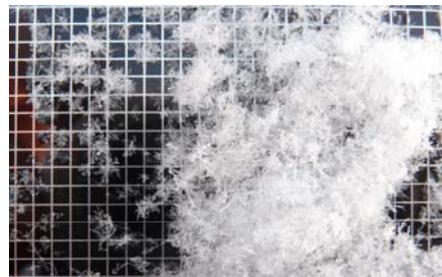
Die Internationale UNESCO Schnee Klassifizierung für saisonalen Schnee

- Physikalische Haupteigenschaften von Schnee
 - Mikrostruktur
 - Kornform
 - Korngrösse
 - Schneedichte
 - Schneehärte
 - Wassergehalt
 - Schneetemperatur
 - Verunreinigung
 - Schichtdicke

Vergleich Kunst- und Naturschnee

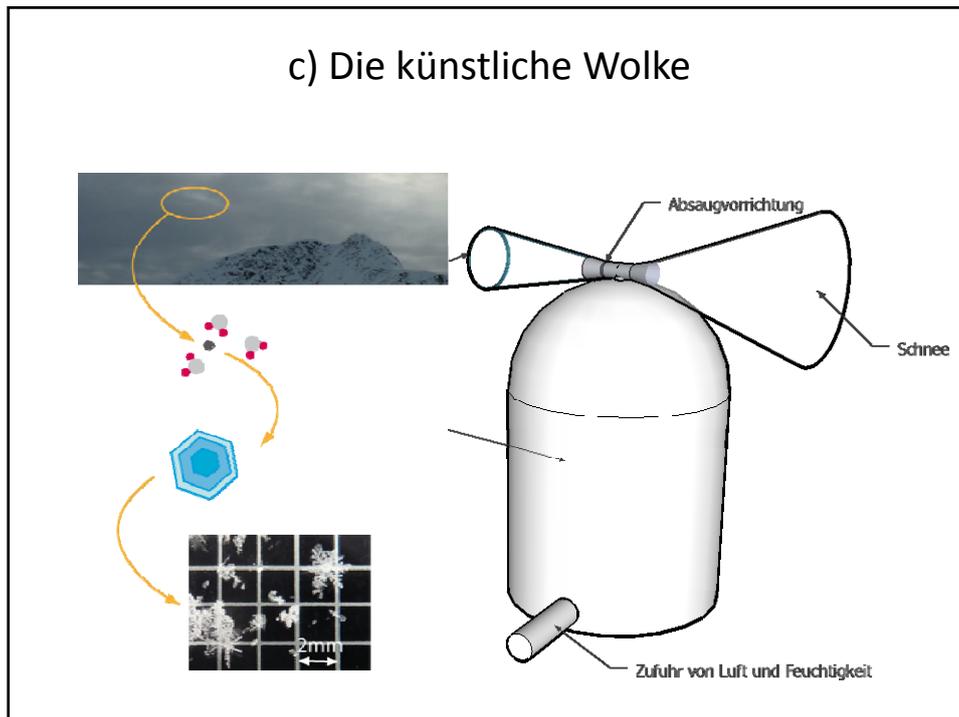


M. Fauve, H. Rhyner, und M. Schneebeli. Pistenpräparation und Pistenpflege, das Handbuch für Praktiker. Eidg. Institut für Schnee und Lawinenforschung, 2002.



Dendritische Schneekristalle, Winter 2010 (Foto: M. Bacher)

c) Die künstliche Wolke



Prinzip der künstlichen Wolke

- Bereitstellung von **Eiskeimen**
- Versorgung der Eiskeime mit **Feuchtigkeit**
- Wachstum der Eiskristalle in Abhängigkeit von Temperatur und Übersättigung (zyklisch oder kontinuierlich)
- Ausbringen der **Eiskristalle**



Merkmale der Produktion in der künstlichen Wolke

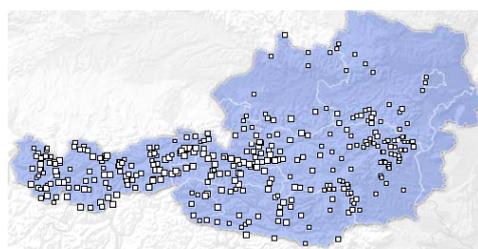
- **Schneedichte** < 250kg/m³ (im Labor: 90-210kg/m³)
- Einsparung der Ressource **Wasser**
 - Wasserverluste bei der konventionellen Schneeproduktion (bis zu 15% des eingesetzten Wassers) werden weitgehend vermieden
- Reduktion **Energiebedarf** von mindestens 40 - 60% je m³ Schnee
 - Durch den besseren Wasserdurchsatz wird zudem Energie gespart
 - Leitungen, können durch die Technologie länger genutzt werden
- Qualitativ hochwertige Schneeproduktion auch bei **schwierigen Bedingungen** (-1°C > T > -5°C)



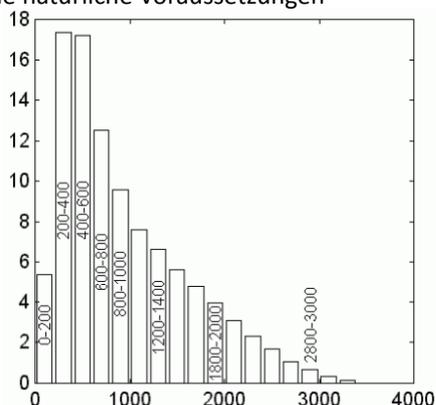
d) Vom Labor auf die Piste

Tests im Labor müssen an die natürliche Umweltsituation angepasst werden

- Schneeproduktion hat unterschiedliche natürliche Voraussetzungen
- Kunden sind Skigebietsbetreiber
- Wie positioniere ich das Produkt?
- Welchen Preis kann man verlangen?



344 Skigebiete www.bergfex.at



Ausblick ZUR WEITERENTWICKLUNG DER KÜNSTLICHEN WOLKE

Bis 01/2011 **erstes Forschungsprojekt** von TU Wien und BOKU Wien

Seit 10/2010 Forschungs- und Entwicklungsprojekt gefördert vom **Klima- und Energiefonds** gemeinsam mit Industriepartner

Ab 10/2012 erste **Tests im Gelände** unter realen Bedingungen

...

