Ueber Eiszapfenbildungen

Autor(en): **Lenggenhager, K.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft. Wissenschaftlicher und administrativer Teil = Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles. Partie scientifique et administrative = Atti della Società Elvetica di Scienze Naturali**

Band (Jahr): **156 (1976)**

PDF erstellt am: **29.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-90720

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

des Deutschen Wetterdienstes verschafft hatte, benützt. Aus diesem Material wählten wir zwanzig 00h-Termine (GMT) des Jahres 1971 so aus, dass ein möglichst breites Spektrum von typischen Grosswetterlagen Mitteleuropas vertreten war. Zu jedem dieser zwanzig Termine wurden aus dem Klimaarchiv der MZA die von 18h des Vortages bis 06h des Stichtages gefallenen Niederschläge von 130 Klimastationen herausgesucht und im feinen Raster felderweise gemittelt.

Von Anfang an war eine gewisse Entsprechung von berechneten Aufwinden und gemessenen Niederschlägen erkennbar. Eine Analyse der Resultate zeigte jedoch bald, dass die aus dem groben Gitter und die aus dem feinen Gitter gewonnenen Parameter wegen ungleicher "truncation"- und Glättungseffekte nicht aufeinander abgestimmt waren. Insbesondere erwies sich der grossräumige Anteil der Vertikalgeschwindigkeit im Vergleich zum kleinräumigen, orographisch bedingten als viel zu klein, was wohl hauptsächlich den in den numerischen Analysen enthaltenen Glättungsoperationen anzulasten ist. Dies zwang uns zur Einführung von *Gewichtsfaktoren* für die verschiedenen Parameter. Im Hinblick auf den Zweck unserer Arbeit ermittelten wir die Gewichte empirisch, indem wir durch eine Regressionsanalyse den Einfluss der einzelnen Parameter auf den Niederschlag bestimmten.

Dieses gemischt dynamisch-statistische Modell liefert nun nicht mehr Aufwinde, sondern einen theoretischen Niederschlagsbetrag für jeden Gitterpunkt. Wie bei der Kompliziertheit der dynamischen Vorgänge und der Niederschlagsbildung zu erwarten, ist allerdings die Streuung der beobachteten um die berechneten Niederschläge noch recht gross. Als bisherige *Ergebnisse* dieser Untersuchung stellen wir fest:

1) In den meisten Fällen besteht eine angenäherte Uebereinstimmung in der geographischen Verteilung zwischen berechneten und beobachteten Niederschlägen.
2) In Kerngebieten des Niederschlags werden zu kleine Beträge errechnet, was wohl eine Folge der Regressionstechnik ist.
3) Das barokline Verfahren ergibt bei der Mehrzahl der Wetterlagen, wenn auch nicht in jedem Fall, etwas bessere Resultate als das barotrope. Dem steht allerdings der Nachteil gegenüber, dass das barokline Verfahren 5-10 mal mehr Rechenaufwand erfordert.

Die *prognostische Anwendung* setzt numerische Prognosen in digitaler Form voraus, wobei die Höhen der Isobarenflächen auf Meter genau gegeben sein sollten. Solche Unterlagen werden uns frühestens nach Inbetriebnahme des Europäischen Zentrums für mittelfristige Wetterprognosen zur Verfügung stehen.

4. K. Lenggenhager (Bern): Ueber Eiszapfenbildungen

Nach jahrelangen Eigenbeobachtungen weist die überwiegende Mehrzahl der in unseren Gegenden zu beobachtenden Eiszapfen stumpfe Enden auf, während seltener ideal spitze Eiszapfen gesehen werden.

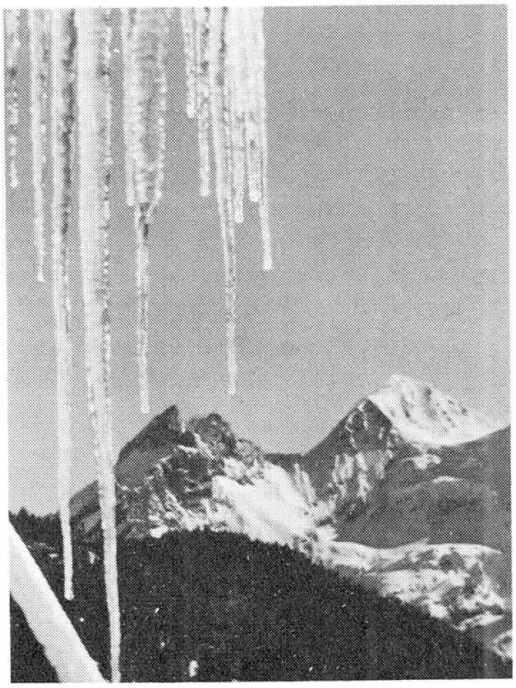

Abb. 1 Lange, stumpfe Eiszapfen mit queren Rippen (Kandersteg).

Zahlreiche winterliche Aufenthalte auf Jungfraujoch und dem Säntisgipfel haben folgendes zur Erklärung beigetragen. Wenn nach Schneefall ein kalter, jedoch sonniger Tag folgt, so fallen nach geraumer Zeit die ersten Tröpfchen und bilden in der kalten Luft die ersten Eiszapfen. Diese weisen während und nach ihrem Wachstum stumpfe, tropfenbedingte Enden auf, siehe z.B. Abbildung 1.

Verschwindet dann die Sonne hinter einem Gipfel oder Gebäudeteil, so nimmt der Schmelzprozess wieder langsam ab, und es gefrieren zunächst nur die untersten Tropfen mit dem längsten Abkühlungsweg an solchen Eiszapfen. Dadurch ist ihr stumpfes Ende bedingt wie in Abb. 1.

Mit zunehmender Abkühlung verlagert sich der Gefrierort progressiv wiederum nach oben, was zur konischen Form der Eiszapfen führen kann, da auch die ersten Tropfen des nächsten sonnigen Morgens wieder zu oberst zu gefrieren beginnen.

An dem kleinen, seinerzeitigen Militär-Schutzhüttchen auf dem Mönchsjoch (ca. 3'600 m) konnte Mitte März 1954 im unmittelbaren Anschluss an das Verschwinden der Sonne hinter dem höheren Jungfraugipfel beobachtet werden, wie die vom schneebedeckten Blechdach fallenden Schmelztropfen sich von ihrer Basis her durch dünne Eishülsen zu umgeben begannen, die röhrenförmig nach unten auswuchsen. In wenigen Minuten waren bis zu 8 cm lange Eisröhrchen gebildet, aus deren Oeffnungen immer noch Tröpfchen austraten, bis auch diese an der kalten Luft erstarrten und das stumpfe Ende dieser Eiszäpfchen bedingten.

Ein umgekehrtes Geschehen konnte an einem winterlichen Bergbrunnen beobachtet werden, wo um einen aus 1,5 m fallenden Wasserstrahl vom

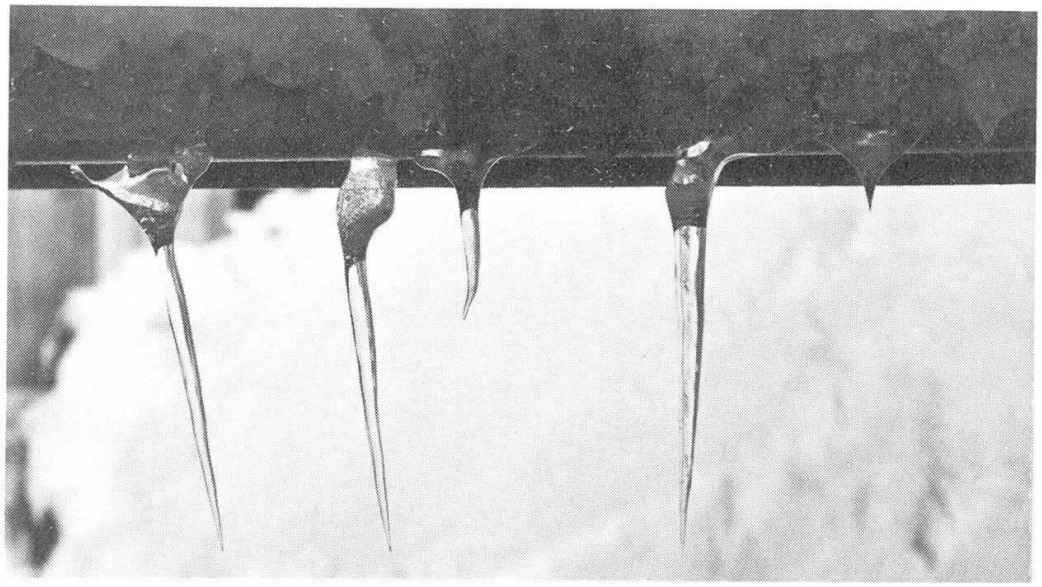

Abb. 2 Ideal spitze Eiszapfen auf dem Säntisgipfel, 2504 m, anfangs Januar nach kaltem, bedecktem Wetter.

Auffallgitter her aufsteigend sich eine enge Eisröhre gebildet hatte, die den Wasserstrahl bis auf 1,2 m hinauf eng umgab (Bild wurde gezeigt).

Beobachtungen haben ergeben, dass "ideal" spitze Eiszapfen dann resultieren, wenn vorerst stumpfe Eiszapfen während gewisser Zeit einem kalten, trockenen Wetter bei bedecktem Himmel ausgesetzt sind. Dann geschieht eine Sublimation des unter dem Gefrierpunkt stehenden Eises, wie dies im Himalaya oder den Anden (auch vom Schnee) bekannt ist. In der Abb. 2 sind solche Beispiele von ideal spitzen, langen Eiszapfen dargestellt, welche sich aus vorerst stumpfen Zapfen nach 2-3 kalten, trockenen, windigen und sonnenfreien Tagen auf dem winterlichen Säntis (2504 m) bei einem Luftwassergehalt von nur 16% gebildet hatten.

Eine Ausnahme von dieser Regel kann jedoch auftreten, wenn im Anschluss an schönes Kaltwetter ein kürzerer Regen niederfällt, gefolgt durch kräftigen Kaltwind, der die hängenden Tropfenreste wegfegt, sodass spitze Enden hinterlassen bleiben. Dies kann an stumpfen Eiszapfen nachgeahmt werden, die mit nach oben gerichteten Enden in Zimmertemperatur verbracht, bald spitz werdende Enden bekommen.

In der spärlichen diesbezüglichen Literatur findet sich bei Hatakayama und Nemoto nur der Satz, dass die so häufige quere Rippung gewöhnlicher Eiszapfen bei nun fehlendem Wassernachschub durch die Sublimation des Eises an diesen vorspringenden Eispartien rascher geschehe und so zur Glättung solcher Eiszapfen führe.

In den Arbeiten von Luikow und Lebedew, und auch bei Lliboutry finden sich keine Angaben über Genese glatter und stumpfer Eiszapfen.

Die Abstände der periodischen, ringförmigen Anschwellungen frisch gebildeter Eiszapfen wurden von Hatakayama zu durchschnittlich 11 - 9 mm

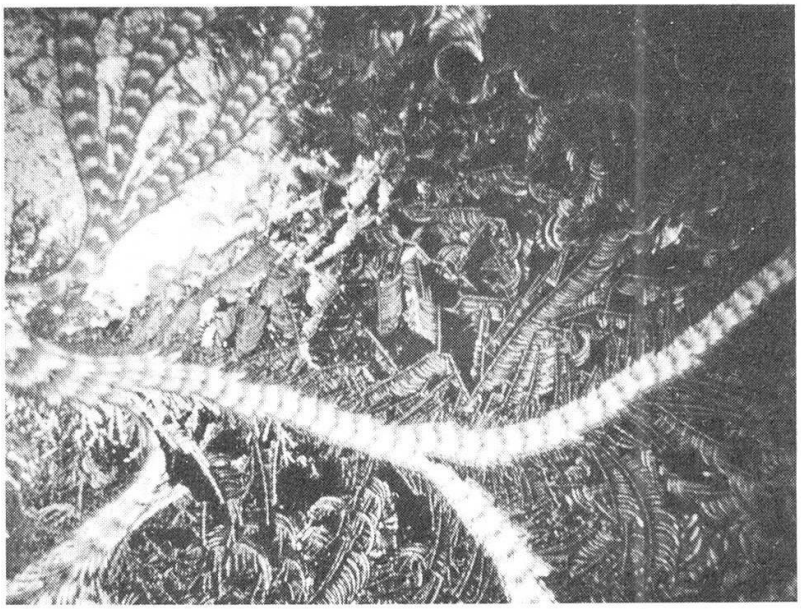

Abb. 3 Eisblumensträsschen mit periodischen "Unterbrüchen" von ca. 8 – 10 mm, links gegen oben sich bei rascherem Wachstum leicht verbreiternd, am abendlichen Observatoriumsfenster auf dem Säntisgipfel, anfangs Januar.

gemessen und genetisch in Beziehung zur Länge eines hängenden Tropfens gebracht, wobei jedoch nicht recht ersichtlich ist, warum diese queren Anschwellungen mit so grosser Regelmässigkeit selbst an dicken Eiszapfen erfolgen. Auch sind hängende Wassertropfen nicht länger als 5 – 7 mm. Desgleichen zeigen auch an kalten Fenstern von seitlich oder unten ansteigende Eissträsschen ebenfalls periodische Querstreifungen mit ganz ähnlichen Intervallen wie bei welligen Eiszapfen. Bei rascherem Wachstum können sich diese Perioden vergrössern, siehe Abb. 3, oben links. Dies ist offenbar eine Eigenschaft wachsenden Eises und müsste demnach nicht unbedingt bei den welligen Eiszapfen durch deren Tropfengrösse erklärt sein. Anderseits ist es auch durchaus möglich, in Kühlschränken lange und gerade Eiszapfen gelegentlich entstehen zu sehen (auch solche Bilder wurden gezeigt).

Literatur

Hatakayama H., Nemoto S.A.: Note on the formation of horizontal stripes on icicles. Geophysical Magazine 28, 479; 1958.

Lliboutry L.: Traité de glaciologie, Bd. I und II. Masson, Paris 1964.

Luikow A.V. und Lebedev D.P.: Study of the Ice Sublimation process. Internat. J. Heat Mass Transfer. 16, 1087-96; 1973.