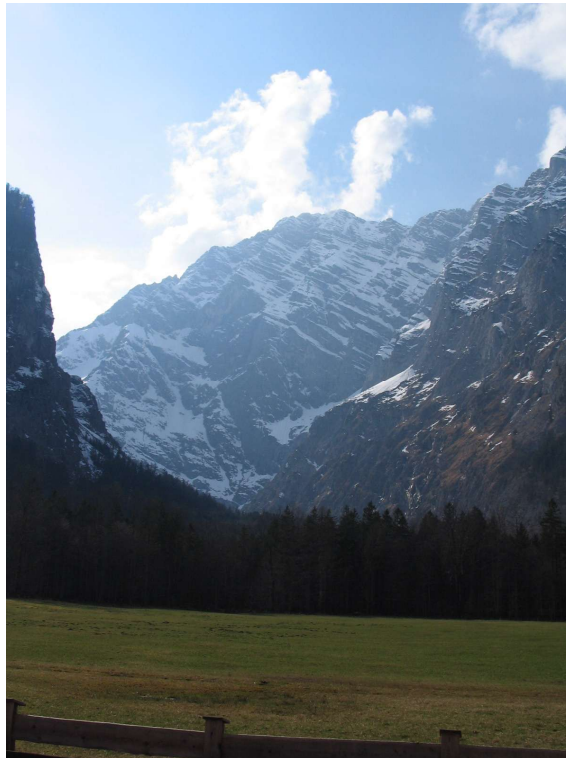


Diplomarbeit

Extreme Schneeakkumulation in einem alpinen Gelände – das Beispiel der Eiskapelle, Berchtesgadener Alpen



Von Tobias Rödder

Erstgutachter : Prof. Dr. Hans-Joachim Fuchs

Zweitgutachter: Dr. Ludwig Braun (Bayerische Akademie der Wissenschaften)

Mainz, August 2008

VORWORT

Im Oktober 2006 fand in München der von der Ludwig-Maximilians-Universität München (Department für Geographie) ausgerichtete Alpine *Snow* Workshop statt. Durch die Mithilfe bei der Organisation und Durchführung des Workshops und der dazugehörigen Exkursion zur Eiskapelle wurde die Nationalparkverwaltung Berchtesgaden ihrer Aufgaben in Sachen aktueller Forschungsarbeit und Langzeitbeobachtung innerhalb des Nationalparkgebietes einmal mehr gerecht. Als zentraler Tagungsschwerpunkt stand die wissenschaftliche Auseinandersetzung mit dem Thema „Schnee“ im Vordergrund. Gleichzeitig bot die Tagung für die vielen internationalen Teilnehmer einen guten Rahmen, bestehende Kontakte zu pflegen und neue zu knüpfen.

Mit der Abschlussexkursion zur Eiskapelle im Nationalpark verfestigte sich die Idee zu einer verstärkten wissenschaftlichen Zusammenarbeit zwischen der Nationalparkverwaltung Berchtesgaden und der Kommission für Glaziologie (KfG) der Bayerischen Akademie der Wissenschaften in München. Diese Kooperation fand ihren Ausdruck in einer Diplomarbeit von Tobias Rödder (Universität Mainz, KfG) zum Thema Akkumulationsbedingungen an der Eiskapelle im Nationalpark Berchtesgaden, deren Ergebnisse in dem vorliegenden Forschungsbericht präsentiert werden.

Zu den Aufgaben der KfG zählt unter anderem die geodätische Überwachung der fünf verbliebenen bayerischen Gletscher, wobei sich mit dem Watzmanngletscher und dem Blaueis zwei dieser Gletscher im Gebiet des Nationalparks Berchtesgaden befinden. Deren langjähriges Monitoring schlägt sich in diversen topographischen Karten und digitalen Geländemodellen (siehe www.bayerische-gletscher.de) nieder.

Neben diesen beiden Gletschern stellt die Eiskapelle ein weiteres Eisfeld in den Berchtesgadener Alpen dar, welches aufgrund seiner geringen Meereshöhe zwischen 900 m und 1000 m als tiefstes perennierendes Schneefeld der Alpen besondere Bedeutung erlangt.

Mit einer geodätischen Vermessung der Eiskapelle an drei verschiedenen Zeitpunkten in den Jahren 2007 und 2008 ist zum ersten Mal eine detaillierte Bestandsaufnahme der außergewöhnlich hohen Akkumulationsbedingungen im oberen Eisbachtal möglich. Der große winterliche Schneeeintrag ist letztendlich für die ganzjährige Existenz der Eiskapelle verantwortlich. Neben der Vermessung mittels Lasertachymetrie und der Analyse von Modelldaten zur Schneeverlagerung in einem alpinen Gelände finden dabei auch die Daten des Netzwerks automatischer meteorologischer Stationen im Nationalparkgebiet Verwendung.

Zur Umsetzung dieser Forschungsarbeit war eine große Anzahl von Wissenschaftlern, Kollegen und Mitarbeitern sehr hilfreich, die schließlich gemeinsam zum Gelingen des Projektes Eiskapelle beigetragen haben: Prof. Dr. H.-J. Fuchs (Universität Mainz), Dr. L. Braun und Dr. C. Mayer (KfG, München), sowie die weiteren Kollegen der Kommission für Glaziologie, H. Franz (Nationalparkverwaltung Berchtesgaden), Dr. U. Strasser (Universität München), M. Bernhardt (Universität München), M. Siebers (München), K. Schroff (Eidgenössische Technische Hochschule Zürich), Dr. A. Lambrecht (Universität Innsbruck), A. Riedel und Dr. B. Riedel (Technische Universität Braunschweig) und A. Wolf (Verein für Höhlenkunde, München).

ZUSAMMENFASSUNG

Im Rahmen dieser Arbeit wurden die Veränderungen des Massenhaushalts der Eiskapelle am Königssee in den Berchtesgadener Alpen für den Zeitraum Mai 2007 bis Mai 2008 untersucht.

Dazu wurde an drei Terminen (09.05.2007, 23.10.2007, 28.05.2008) die Oberfläche des Eises mittels Laser-Tachymetrie kartiert und vermessen. Zur Verbesserung der Datengrundlage wurden einige Messpunkte photogrammetrisch ergänzt, so dass für jede der drei Messkampagnen Informationen zur Lage, Größe und Höhe der Eisoberfläche vorhanden sind.

Nach einem bezogen auf die Schneeverhältnisse mageren Winter 2006/2007 betrug die Verluste an Schnee und Eis während der nachfolgenden sommerlichen Ablationsperiode im Mittel mehr als 8 m w.e. Die größten Einbußen mit maximal 18 m w.e. wurden auf Höhe des Eingangs zur Eishöhle sowie an den durch Schmelz- und Niederschlagswasser entstandenen Randklüften gemessen. Der zungenförmige untere Bereich der Eiskapelle war im Laufe des Sommers vollständig verschwunden. Zurück blieb ein kompakter Eiskörper, der nach unten mit einem offenen Eisportal, dem Eingang zur Eishöhle, abschloss. Insgesamt hat die Eiskapelle im Sommer 2007 die Hälfte ihrer Fläche (2,5 ha) und mindestens ein Viertel ihrer Masse vom Mai desselben Jahres verloren.

Die frühen Schneefälle Anfang September 2007 und die entsprechende Erhöhung der Albedo schützten die Eiskapelle vor einer weiteren Abschmelzung. In den folgenden Wintermonaten bis in den späten Mai 2008 hinein war eine konstante Schneeaufgabe vorhanden. Die regelmäßigen Schneefälle des Winters 2007/2008 sorgten für gute Akkumulationsbedingungen am Fuß der sehr steilen Watzmann-Ostwand. So wurden von den winterlichen Schneeeinträgen die Ablationsverluste des Sommers nicht nur kompensiert, die große Akkumulation führte sogar dazu, dass die Eisoberfläche um durchschnittlich 5,6 m w.e. höher lag als ein Jahr zuvor. Die Ausmaße der Eiskapelle im Frühjahr 2008 (7 ha) waren damit größer als noch zu Beginn der Messungen im Mai 2007 (5 ha). Neben der Zunahme der absoluten Schneemenge, die im Untersuchungsgebiet gefallen ist, kann auch der erheblich verlängerte Zeitraum mit festen Niederschlägen im Vergleich zum Winter 2006/2007 als weitere Ursache angesehen werden.

Da der natürliche Schneefall nur in der Größenordnung von 500 mm zum Masseneintrag an der Eiskapelle beiträgt (3-5 %), bilden Lawinen, Rutschungen und abgehende Schneebretter den Hauptfaktor der großen Akkumulation an der Watzmann-Ostwand. Die Ostwand sowie die Bergflanke des Kleinen Watzmanns erfüllen dabei eine Funktion als Trichter von dem die Schneemassen auf der Eiskapelle gebündelt werden. Der Prozess der vertikalen Verlagerung (*snow slides*) zeigt sich nach den Modellergebnissen aus AMUNDSEN für mehr als 90 % der akkumulierten Schneemassen im oberen Eisbachtal verantwortlich.

Wie die Modellergebnisse von SnowTran-3D zeigen, spielt der durch Wind umgelagerte Schnee bei der Akkumulation auf die Oberfläche der Eiskapelle keine Rolle. Zwar kann der wind-induzierte Schneetransport auf lokalem Maßstab von wichtiger Bedeutung sein. Diese Flächen sind im Einzugsgebiet der Eiskapelle jedoch auf den Gipfelgrat des Watzmanns beschränkt. Die dort durch Saltation und Suspension bewegten Schneemengen sublimieren bei hohen Windgeschwindigkeiten und starker Insolation oder sedimentieren unmittelbar im Lee des Grates. An der 2000 m tiefer gelegene Eiskapelle kommt auf diese Art transportierter Schnee nicht mehr an.

Die hohe Variabilität der jährlichen Winterniederschläge beeinflusst folglich den Massenhaushalt der Eiskapelle in besonderem Maße. Weniger bedeutsam als die Höhe der

Sommertemperaturen, die sowieso Ablationsbedingungen repräsentieren, ist vielmehr die Dauer der Schmelzphase im Sommer. Setzen die neuen Schneefälle im Winter erst spät ein (Dezember), bedeutet dies wesentlich höhere Verluste in der Massenbilanz der Eiskapelle. Dagegen stellen Perioden, die durch eine Reihe von günstigen Wintern gekennzeichnet sind (z. B. 2007/2008), d.h. mit einer großen Anzahl von Schneefällen, die sich über einen langen Zeitraum bis weit ins Frühjahr hinein verteilen, Zuwächse für den Massenhaushalt der Eiskapelle dar. Dabei drücken sich die Gewinne weniger in einer ins Tal hinunter reichenden und vergrößerten Eisfläche aus, da die Zunge aus komprimiertem Schnee bis zum Herbst regelmäßig mehr oder weniger vollständig abschmilzt. Stattdessen schlägt die größere Akkumulation in einer Zunahme der Mächtigkeit des Eiskörpers zu buche.

Das außergewöhnlich große Einzugsgebiet (160 ha) vermag selbst in schneearmen Wintern (z. B. 2006/2007) für ausreichende Schneemassen auf der Eiskapelle zu sorgen und macht sie momentan noch relativ unempfindlich gegenüber Klimaveränderungen. Daher kann eine Prognose über die zukünftige Entwicklung des perennierenden Schneefeldes nur erste Anhaltspunkte und Ergebnisse liefern. Hält der Trend der Erwärmung der Lufttemperatur weiter an, besteht die Gefahr, dass auch im Winter in der Höhenlage der Eiskapelle ein Großteil der Niederschläge als Regen fällt. Dadurch wird die Akkumulation verringert und die Zeitspanne der Ablation im Frühjahr bzw. Herbst verlängert. In den höheren Bereichen der Watzmann-Ostwand, die aktuell etwa 60 % des Jahresniederschlags in Form von Schnee erhalten, werden auch in Zukunft die winterlichen Niederschläge vom Schneefall dominiert.

Generell kann im Sinne einer vorsichtigen Zukunftsprognose festgehalten werden, dass die Eiskapelle verhältnismäßig abgekoppelt von einer möglichen regionalen Klimaerwärmung ist, da das große Einzugsgebiet und die von dort verlagerten Schneemassen (> 90 %) den fehlenden direkt auf die Eiskapelle fallenden festen Niederschlag kompensieren können. Während also möglicherweise die höher gelegenen Gletscher der Berchtesgadener Alpen – Watzmanngletscher und Blaueis – in den nächsten Jahrzehnten zerfallen und sogar verschwinden, stehen die Chancen für die Eiskapelle nicht schlecht, auch in Zukunft als Naturphänomen und Touristenattraktion erhalten zu bleiben.