

Permafrostuntersuchungen an der Zugspitze



Abb. 1: Zugspitzgipfel von Süden her mit dem Bohransatzpunkt (Gelber Kreis).
Copyright Dr. Ludwig Ries, UBA (2007)

Zusammenfassung

Am Zugspitzgipfel wird eine Bohrung zur Erkundung des Permafrostes durchgeführt. In großen Höhen wie an der Zugspitze sind Boden und Fels dauerhaft gefroren (Permafrost). Veränderungen im Permafrost sind einerseits ein langfristiger Klimaindikator, andererseits haben sie auch eine grundsätzliche praktische Bedeutung für Gebäudegründungen und für Felssturzgefahren. In der Bohrung soll eine permanente Temperaturmeßanlage installiert werden.

1. Hintergrund

Die aktuelle Klimadiskussion hat auch die Bedeutung der wenigen noch verbliebenen Permafrostbereiche in Deutschland in Erinnerung gerufen. Nach derzeitigen Kenntnissen liegt in drei Gebieten der Bayerischen Alpen Permafrost vor:

- im Allgäuer Hauptkamm
- im Wettersteinmassiv
- im Watzmannstock

Von diesen ist nur das Zugspitzmassiv (Abb. 1) erschlossen. Es ist der einzige Punkt in Deutschland, an dem mit vertretbarem Aufwand die Auswirkungen der Klimaerwärmung auf den Permafrost gemessen werden können. Günstig ist auch die Nähe zur neuen Umweltstation Schneefernerhaus.

2. Permafrost und Permafrostboden

Von Permafrost spricht man, wenn die Durchschnittstemperatur für mindestens zwei Jahre unter 0 °C liegt. Permafrostböden sind also dauerhaft gefroren. Sie bestehen z. B. aus Lockermaterial oder Fels. Permafrost ist in arktischen und subarktischen Gebieten (Tundren) verbreitet und kommt auch in großen Höhen vor. Oberhalb des dauerhaft gefrorenen Bereichs taut die oberflächennahe Schicht jährlich auf und gefriert wieder, man spricht von der aktiven Schicht. Technisch bereitet in erster Linie diese aktive Schicht Probleme.

Rückgang von Permafrost im Bergland hat vorwiegend zwei Probleme zur Folge:

- Auftauen von Lockermaterial bedingt Rutschungen und stellt lockeres Material als Geschiebeherd für Muren bereit. Wenn die ursprünglich gefrorenen Moränen auftauen, die einen Gletschersee aufstauen, kann es zu verheerenden Seeausbrüchen (sog. GLOF = Glacial lake outburst flood) kommen.
- Auftauen von Permafrost im Fels kann zur Veränderung der Wasserwegsamkeit und zu Deformationen führen oder eine Ablösung von Blöcken oder größeren Felspartien bewirken. Die Deformationen sind meist harmlos und unbemerkt. Die Folge von Ablösungen sind Steinschlag oder Felsstürze. Die Veränderung der Wasserwegsamkeit ist meist unerheblich, hat aber wohl auch schon zur Auslösung von ganzen Bergstürzen geführt.

In Bayern kommt Permafrost nur im Fels (Fall b) vor.

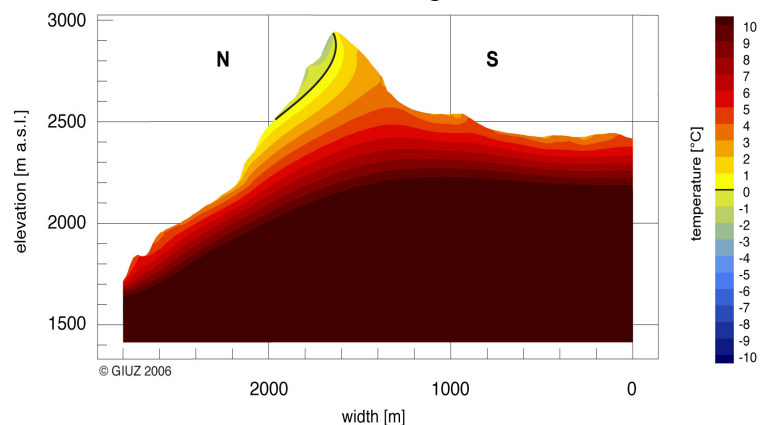
3. Ziele

Die Untersuchungen dienen in erster Linie der rein wissenschaftlichen Frage von klimatisch bedingten Veränderungen im Permafrost. Hier soll die Zugspitze auch als Referenzpunkt im alpenweiten Beobachtungsnetz dienen. Eine praktische Bedeutung haben die Messungen allerdings auch für die Gründung von Gebäuden sowie für die grundsätzliche Frage der Auslösung von Felsstürzen in den Hochlagen der nördlichen Kalkalpen. Felsstürze am Zugspitzgipfel infolge von Auftauen des Permafrosts zeichnen sich derzeit nicht ab.

4. Voruntersuchungen

Im Jahr 2006 wurden kleinere Voruntersuchungen mit Mitteln des Bayerischen Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (StMUGV) durchgeführt. Ziel war es, Permafrost nachzuweisen und eine eventuelle Permafrostbohrung vorzubereiten.

Abb. 2: Modellierungsergebnisse des Permafrost-Vorkommens im Gipfelbereich mit steilstehender Grenzlinie (schwarz)(Nötzli et al.).



Die Ergebnisse der Voruntersuchungen lassen folgende Schlußfolgerungen zu:

- Permafrost ist im Gipfelbereich sowie entlang der Nordwand vorhanden, er ist mit einer sehr steilen Grenzfläche nahezu parallel zur Nordwand gegen den Nicht-Permafrost abgegrenzt (s. Abb. 2).
- Eine sinnvolle und fachgerechte Beobachtung von dauerhaften Veränderungen im Permafrost ist nur über ein Bohrloch im Gipfelbereich möglich.

5. Forschungsbohrung

Finanziert vom Bayerischen Umweltministerium wird eine Forschungsbohrung durchgeführt, die den Kamm knapp neben dem Gipfelgebäude durchstoßen soll. Hauptziel ist die Herstellung eines zylindrischen Hohlraumes für den Einbau von Instrumenten. Nebenziel ist die Erkundung der Gebirgsstruktur im Zugspitzkamm und die Frage, in welchem Maße offene oder eisgefüllte Hohlräume angetroffen werden.

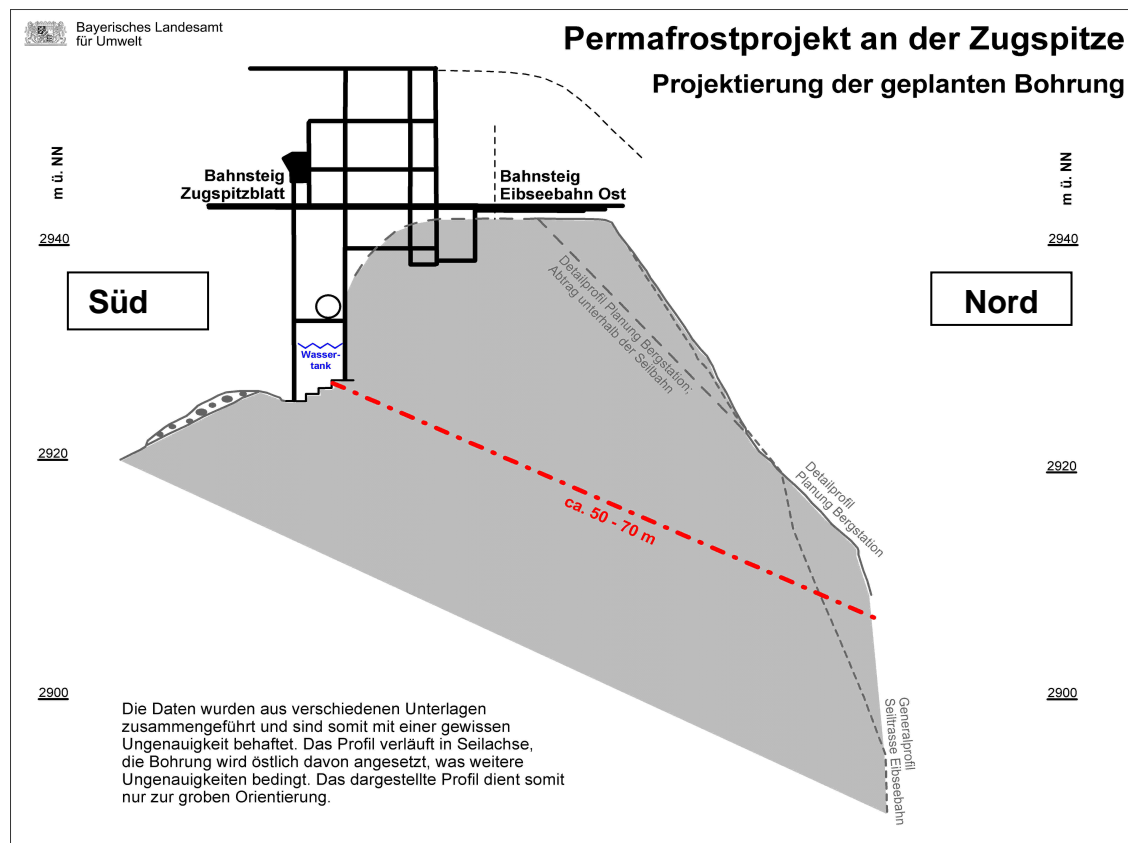


Abb. 3: Profilschnitt durch den Gipfelbereich mit dem Gipfelhaus und dem Bohrverlauf. Die Bohrung soll in der Nordwand (Abb. 4) austreten und muss dort nachträglich verschlossen werden.

Die Bohrung wird eine Länge von ca. 50-60 m und einen Durchmesser von 120 mm haben. Sie setzt an der Südwand an, ist nach Norden gerichtet und mit ca. 25° zur Horizontalen geneigt (s. Abb. 3). Es handelt sich um ein Vollbohrverfahren, bei dem ein sog. Imlochhammer, also eine Art pneumatischer Schlagbohrer, zum Einsatz kommt. Der Fels wird dabei in kleine Stückchen zermeißelt und mit Luft aus dem Bohrloch hochgefördert. Auf die Gewinnung eines Bohrkernes wird verzichtet. Das Bohrloch wird stattdessen mit einer speziellen Kamera befahren, um die interne Gebirgsstruktur zu erkunden, z. B. Klüfte und eventuelle Hohlräume. Da das Bohrloch an der schwer zugänglichen Nordwand (s. Abb. 4) abgedichtet werden

muss, hat die Bohrfirma ein spezielles Verfahren vorgeschlagen, bei dem ein Verschluß durch das enge Bohrloch hindurch installiert wird.

Der Ausbau des Bohrloches erfolgt zunächst durch ein dichtes Innenrohr aus Kunststoff, das später mit Zementsuspension mit dem umgebenden Fels verbunden wird. An der Außenseite des Rohres werden sog. Extensiometer angebracht. Mit ihrer Hilfe können kleinste Deformation innerhalb des Gebirges dokumentiert werden. Im Innenrohr wird nachträglich eine sog. Themistorenkette eingebaut, also ein Kabel mit 25 elektronischen Temperatursensoren. Die Sensoren werden an einen Datensammler angeschlossen, der geschützt im Gebäude der Zugspitzbahn untergebracht wird. Der Datensammler soll automatisch im Stundenrhythmus den Stand der Sensoren abfragen und die Werte abspeichern. Die Datenabfrage kann dann mittels GSM-Modem (Mobilfunk) vom Büro aus erfolgen. Zudem wird im Bohrloch, unter solchen Bedingungen wohl weltweit erstmalig, zusätzlich zur herkömmlichen Technik ein Glasfaserkabel eingebaut, mit dem die Temperatur sozusagen mit Hilfe von Licht gemessen wird. Mit dieser Pilotanwendung soll gezeigt werden, dass die innovative Faseroptik der herkömmlichen Technologie ebenbürtig oder teilweise sogar überlegen ist.

Die Zugspitzbahn Bergbahn AG beteiligt sich an dem Projekt, indem sie die aufwendigen Transporte mit der Zahnradbahn und mit der Seilbahn organisiert und in erheblichem Maße deren Kosten trägt. Zudem hilft sie bei der Gesamtorganisation mit und stellt die erforderlichen Gebäudeflächen zur Verfügung.

6. Ausblick

Da langfristige Veränderungen beobachtet werden sollen, ist vorläufig an eine Laufzeit der Meßstation von 15 Jahren gedacht. Das Projekt einer Bohrung durch den Zugspitzgipfel stößt international auf sehr großes fachliches Interesse. Die Ergebnisse der Permafrostmessungen sollen in ein geplantes alpenweites Netzwerk zu Permafrostuntersuchungen eingehen. Sie stehen dann den einschlägigen Forschungsinstituten zur Verfügung. Bei den weiteren Untersuchungen wird auch an umfangreichere Modellierungen zu thermischen Prozessen im Fels gedacht.

Abb. 4: Blick von Norden von unten in Richtung Gipfelstation. Im gekennzeichneten Bereich soll die Bohrung den Kamm durchstoßen und muss hier nachträglich verschlossen werden



Weitere Informationen:

Bayerisches Landesamt für Umwelt
 Abt. 10 Geologischer Dienst
 Dr. Andreas von Poschinger
 Lazarettstr 67, 80636 München
 E-Mail: Andreas.Poschinger@lfu.bayern.de
 Tel. 0 89 / 92 14 - 26 38

Aktuelle Fotos der Bohrfirma unter:
www.stump.eu