

Alpiner Permafrost: Zeiten des Wandels | Von Tobias Hipp und Marcia Phillips

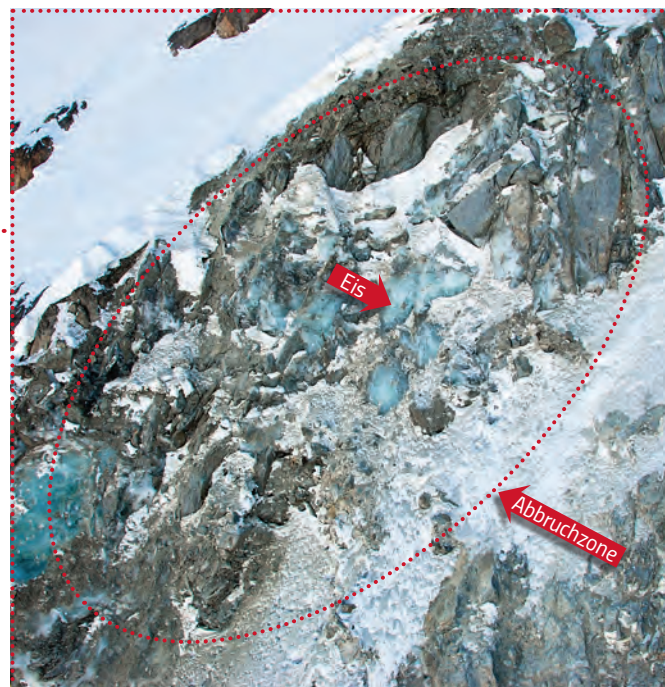
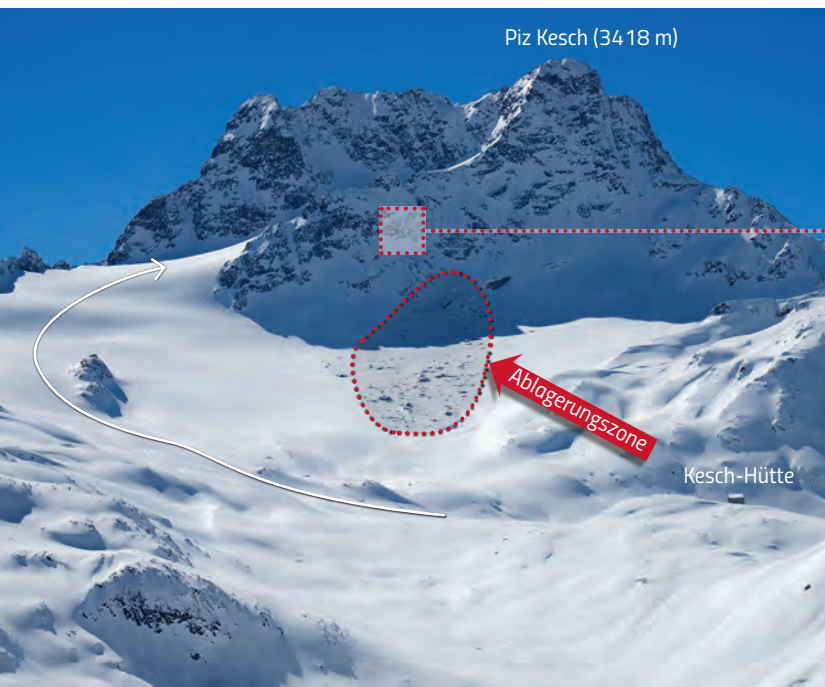


Die Alpen sind von Klima-
veränderungen und Tempe-
raturanstieg besonders be-
troffen: Die Erwärmung seit Ende des 19.
Jahrhunderts ist dort doppelt so hoch wie

chen Folgen wie: mehr Steinschlag, Fels-
stürzen und instabiler Baugrund.

Permafrost ist Boden- oder Felsmaterial,
das das ganze Jahr über gefroren bleibt. Da-
bei kann sich Eis bilden, muss aber nicht;

oder Felswänden, Graten und Pfeilern. Die
dominanteste Landschaftsform des Perma-
frost im Hochgebirge sind Blockglet-
scher: eine eisreiche Geröllmasse, die sich
langsam hangabwärts bewegt.



Fotos: M. Phillips, SLF

durchschnittlich auf der Nordhalbkugel.
Auch in den kommenden Jahren wird die
Erwärmung im Alpenraum höher ausfal-
len als im globalen Mittel.

Die Folgen für den Alpenraum, seine Be-
wohner und die Bergsteiger sind vielfältig:
trockenere Sommer, schneeärmere und
kürzere Winter, Rückgang der Gletscher,
mehr Extremwetter-Ereignisse und damit
verbundene Naturgefahren. Die Gletscher-
schmelze ist zu einem Sinnbild des Klima-
wandels in den Alpen geworden. Das Auf-
tauen des alpinen Permafrosts dagegen ist
ein weniger bekanntes, aber gefährliches
Phänomen im Hochgebirge – mit mögli-

nur die Temperatur unter dem Gefrier-
punkt zählt. Dies bedeutet aber nicht, dass
der gesamte Boden ganzjährig gefroren ist.
Im warmen Sommer tauen bis zu mehrere
Meter von der Oberfläche abwärts auf, im
Winter gefrieren sie wieder. Der tatsächlich
dauerhaft gefrorene Boden liegt unter die-
ser so genannten Auftauschicht und ist an
der Oberfläche nicht sichtbar. Festgestellt
wird der Permafrost durch Temperatur-
messungen in Bohrlöchern oder durch
geophysikalische Methoden. Permafrost
kann in den unterschiedlichsten Materia-
lien und Geländeformen vorkommen: Bö-
den, Schutthalden und Blockgletschern

Der Felssturz am Piz Kesch vom Winter
2014. Eis in der Abbruchzone lässt auf
Permafrost schließen. Der Schutt lagerte
sich auf einer Länge von rund einem Kilo-
meter auf dem Vadret da Porchabella ab.

Wo kommt Permafrost in den Alpen
also charakteristischerweise vor? Durch
die Höhenlage (und damit die Lufttempe-
ratur), Hangrichtung und Oberflächenbe-
schaffenheit sind schattige Nordhänge
schon oberhalb von 2400 Metern dauer-
haft gefroren, Südhänge oberhalb von 2900
Metern. In steilen Nordwänden oder schat-
tigen Schutthalden kann Permafrost auch
deutlich niedriger vorkommen. Mit Mes-
sungen und Modellierungen können For-

scher die Verteilung von Permafrost alpenweit abschätzen – aus der Karte und aktuellen Messungen in einem Bohrloch ergibt sich: Auch unter den höchsten bayerischen Gipfeln, wie der Zugspitze, ist Permafrost vorhanden (s. Abb. u.l.). Sehr wahrscheinlich also befinden wir uns bei alpinen Touren öfter auf Permafrost, ohne es zu wissen.

In den letzten Jahren haben sich die Beobachtungen von Felsinstabilitäten im Hochgebirge gehäuft. In exponierten Routen können sogar kleinere Steinschlagereignisse Bergsteigern zum Verhängnis werden. Im Hitzesommer 2003 wurden au-

ßergewöhnlich viele Felsstürze beobachtet; der Hörnligrat am Matterhorn musste wegen Felssturz gesperrt werden. Im Juni 2005 brach der gesamte Bonattipeiler im Mont-Blanc-Gebiet zusammen, eine große Route der Alpen verschwand für immer. Oft war in den Anrissgebieten Eis sichtbar: ein klares Zeichen für Permafrost. Dank modernen Kommunikationsmitteln werden Informationen zu solchen Ereignissen zunehmend von Bergsteigern, Hüttenpersonal, Bahnangestellten oder Rettungsdiensten registriert und von europäischen Permafrostforschern in Datenbanken aufgenommen. So lassen sich die zeitliche und räumliche Verteilung und die Auslösemechanismen untersuchen. Die Daten zeigen: Kleine und mittlere Felsstürze finden hauptsächlich im Sommer statt, große Felsstürze ganzjährig, etwa am Pizzo Cengalo im Bergell, wo im Dezember 2011 über eine Million Kubikmeter Fels zu Tal donnerten. Das wohl aktuellste Ereignis: Im Winter 2014 brach am Piz Kesch (Alpen) ein großer Pfeiler zusammen; die

bis zu 15 Meter hohen Blöcke bedecken rund einen Kilometer des Gletschers. Eis im Abbruchgebiet zeugt von der möglichen Rolle des Permafrosts als Auslöser. Mit Messungen im Gelände, numerischen Modellen und Laborversuchen untersucht man die Umstände, die zu solchen Ereignissen führen können – mit Fokus auf die Rolle des Permafrosts.

Ein besonderes Problem sind Permafrostböden für Erstellung und Unterhalt von Bauten im Hochgebirge – besonders wenn der Untergrund Eis enthält. Bei Erwärmung schmilzt das Eis, der Boden setzt sich und Hänge kriechen. Gebäude im Hochgebirge können Risse bekommen, ihre Geometrie kann verändert werden – oft mit gravierenden Konsequenzen (s. Abb. u. r.). Deshalb muss der Untergrund vor Baubeginn gründlich untersucht werden, eisreiche Böden sind zu vermeiden, spezielle Baumaterialien und -methoden nötig. Besonders sensible Bauten wie Seilbahnen müssen während ihrer Nutzungsdauer sorgfältig überwacht werden. →

Links unten: Tauender Permafrost kann auch in den Bayerischen Alpen ein Problem werden, so wie hier an der Zugspitze. Der Ausschnitt der Zugspitzregion aus der alpenweiten Permafrostkarte zeigt die Wahrscheinlichkeit für Permafrost (blau = sehr wahrscheinlich, gelb = wenig wahrscheinlich)

Rechts unten: Auftauender Permafrost führt zu Setzungen im Fundament und Beschädigung der Bausubstanz, wie hier an einer Seilbahnstation in den Westalpen (siehe Pfeil). Diese musste neu gebaut werden.

