Windlöcher und Eishölen im Toggenburger Alpstein

Autor(en): **Grob, Regula**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Toggenburger Jahrbuch**

Band (Jahr): **- (2006)**

PDF erstellt am: **29.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-882819

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

Windlöcher und Eishöhlen im Toggenburger Alpstein

«Von den Wind- und Luftlöchern. Diese Wind und Luftlöcher (cryptae aeoliæ) sind unergründliche Abgründe und Gänge in unterirdischen Orten der Berge. Einige haben kleine, andere eine etwas weitere Öffnung, so dass man einen ganzen Arm hineinstrecken kann. Aus diesen Öffnungen nun bläst beständig ein kühler Wind; auch sind selbe die besten Wetter-Anzeiger, indem bei gutem Wetter diese Öffnungen stark, bei bevorstehendem Regenwetter aber ganz schwach und laulicht blasen. Im Winter schmilzt der Schnee sogleich in der Nähe dieser Öffnungen, und zur Sommerszeit stellen die Sennen die Milch, damit sie nicht sauer werde, nahe an selbe an.»
So weiss schon der Chronist Gabriel Walser 1740 über den noch ungeklärten, aber gern genutzten Mechanismus zu berichten, und er fügt an anderer Stelle an, diese Löcher seien im Winter «lieblich warm».

Regula Grob

Geologische und andere Voraussetzungen

Die Sedimentgesteine des Alpsteins gehören zu den helvetischen Decken und bestehen hauptsächlich aus Kalkstein und Dolomit. Vor 140 bis 50 Millionen Jahren, in der Kreidezeit, waren sie in einem Flachmeer weit südlich des heutigen Säntismassivs abgelagert worden. Sie bildeten härtere und mergelig weiche Schichtpakete, die am Schluss der Alpenbildung, in einem Zeitraum vor etwa 20 bis 10 Millionen Jahren, aufgefaltet wurden. Die gleiche Entstehungsgeschichte gilt übrigens auch für die Churfirsten.

Kalkstein besteht – wie das Wort ausdrückt – hauptsächlich aus Calciumcarbonat, welches im Wasser verhältnismässig leicht löslich ist. Ansäuerung des Regenwassers mit Kohlendioxid der Atmosphäre verstärkt diese Wirkung. In Schwächezonen wie inhomogenem Kalk, Fugen und Rissen sickert das angesäuerte Wasser durch, bildet und erweitert Gänge durch fortwährendes Auflösen des Gesteins bis zu grossen Hohlräumen, oberflächlich erkennbar an der typischen Verkarstung.

Nun handelt es sich bei den Windlöchern aber oft nicht um eigentliche Höhlen, sondern vielmehr um Hohlräume in Versturzgebieten, wie die Beispiele im Alpstein und anderswo zeigen. Schon Friedrich von Tschudi hält dies in seiner Schrift von 1860 fest: «Nähere Beobachtungen haben gezeigt, dass diese Windlöcher gewöhnlich in zerklüftetem Gebirge oder in Schutthalden liegen (mag das Gestein aus Kalk, Granit oder Nagelfluh bestehen), welche an steile kompakte Felswände angelehnt sind.»

Diese Massenbewegungen sind häufig im steilen Gelände und in Gestein, das sich leicht lockern lässt mit natürlichen Erosionsmitteln; der Kalk im Alpstein, der beide Bedingungen erfüllt, ist also prädestiniert. Statt dass Höhlensysteme entstehen, brechen einzelne erodierte Blöcke, oft über längere Zeiträume, aus Kalkwänden heraus und bilden Schutthalden. Die Blockhalden im Alpstein mit Windlöchern sind allesamt schwach bewachsen. Dass die dünne Humus- und Vegetationsschicht (Moose und andere kurzstielige Pflanzen) mit einer isolierenden Wirkung Windlöcher zumindest begünstigen könnten, muss angenommen werden. Andererseits wäre es aber auch möglich, dass das kühle Mikroklima der Windlöcher einen dichteren, höheren Bewuchs, wie man ihn auf nicht mehr aktiven Schutthalden erwarten würde, verhindert. Die gefundenen Lokalitäten liegen alle an Nord- bis Nordwesthängen, was ein weiterer Standortfaktor zu sein scheint.

Karstentwässerung – eine weitere Besonderheit der Kalkgebirge Alpstein und Churfirsten

Auf die angesprochenen herauserodierten Gangsysteme lässt sich das seltene Auftreten von oberirdischen Bächen zurückführen: Karstgebiete entwässern hauptsächlich unterirdisch entlang von Schichtgrenzen und in Brüchen und Klüften.

Die säubernde Wirkung von Erd- und Kiesschichten fehlt, verschmutztes Wasser breitet sich also via Schwinden und Dolinen in Höhlensystemen rasch über weite Distanzen aus und tritt schliesslich an Quellen als Trinkwasser wieder aus. Eingetragene Belastungen können während der Aufenthaltszeit im Karstgebiet nur in geringer Menge abgebaut werden.
Gefahren sind insbesondere im Zusammenhang mit der touristischen Nutzung des Säntisgipfels und andererseits mit landwirtschaftlichen Düngemitteln, Haushalts- und Bauchemikalien und Treibstofflagerung zu suchen. In dieser zweiten Hinsicht sind vor allem die Quellen in Alt St. Johann, im ganzjährig bewohnten Gebiet, gefährdet.

Im Toggenburger Teil des Alpsteins finden sich zwei Entwässerungssysteme: das Quellgebiet der Thur (Nordwestkamm, im Süden bis Rotsteinpass – Säntisthur – Gräppelen) und Quellen in Alt St. Johann (südöstlicher Teil; Gebiet über Alt St. Johann ohne Säntisthur sowie Gegend um Alp Tesel – Altmann). Dies ergaben Markierversuche aus dem Jahr 1987, neben einer Fülle von interessanten Details: Die Einspeisung des Markierstoffs (= Tracer) Rhodamin in die Kläranlage auf dem Säntis war bereits zehn Stunden später in der Säntisthur-Laui nachweisbar, dies lässt auf ein gut entwickeltes Karstwassersystem schliessen. Dorthin führt auch der Hauptfliessweg; er tritt aus Quellen im Gebiet Lauiboden-Thurwies wieder zutage. Nach 29 Stunden war das Rhodamin auch unterhalb von Starkenbach nachweisbar; in Anbetracht der Distanz auch hier mit einer hohen Fliessgeschwindigkeit. Sechs Tage später fand sich der Tracer auch im Wasser der Rinquelle bei Bethlis am Walensee wieder. Diese ist ein Überlauf des grossen Karstgebiets in den Churfirsten. Ein Teil der Versickerungswässer fliesst also unter dem Thurtal durch direkt ins Churfirstenmassiv.

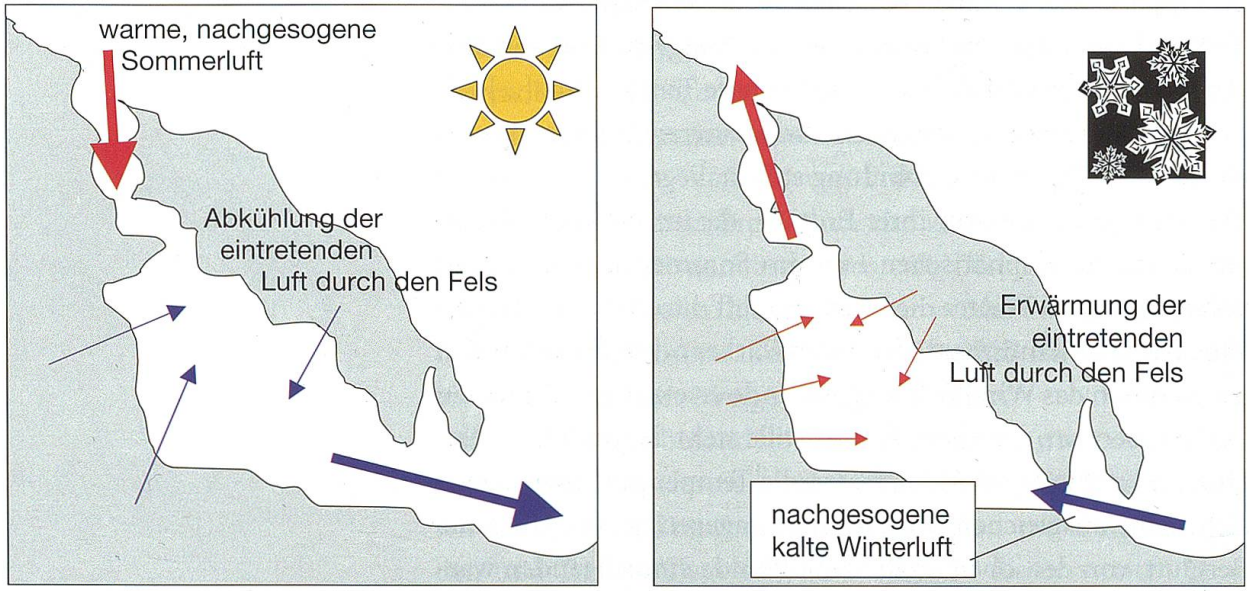
Für das zweite Einzugsgebiet erfolgte die Tracer-Einspeisung (hier Uranin) in einen Höhlenbach im Oberschären-Schacht im Karrenfeld beim Zwinglipass, 135 Meter unter der Erdoberfläche. Wie erwähnt, tritt das Wasser am Südhang von Alt St. Johann wieder aus.

Mechanismus der Windlöcher

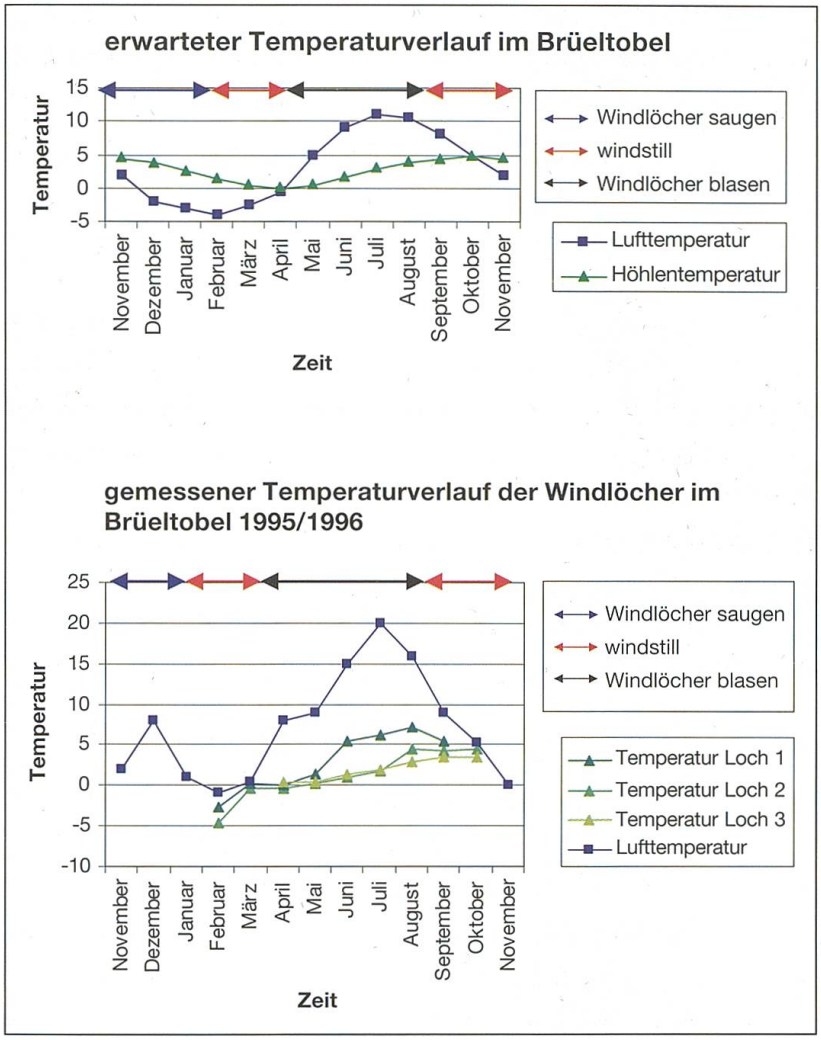
«Im Sommer zieht bei schönem Wetter ein starker, sehr kalter Wind aus ihnen; im Winter dagegen dringt die Luft von aussen in sie hinein und sie haben eine höhere Temperatur. [...] Die in der Tiefe aller jener grösseren und kleineren Lufträume, welche mit den Zügen in Verbindung stehen, liegende Luft hat erst die niedrige Temperatur ihrer Erdtiefe, die im Winter höher ist als die der atmosphärischen Luft, im Sommer aber niedriger; daher strömt im Winter die wärmere Luft durch die obern Ausgänge des Luftkamins aus, die durch stärker oder schwächer von unten durch das Windloch eindringende ersetzt wird. Daher ein Luftzug bergein, der aber oft ganz stille steht, besonders zu Anfang und zu Ende des Winters, wo die Temperaturunterschiede sich mehr ausgleichen. Im Sommer dagegen strömt die kalte Bergluft, von der oben an der Schutthalde eindringenden warmen atmosphärischen Luft gedrückt, mächtig zum Windloch heraus, besonders bei trockenem Wetter.»

So erklärt Friedrich von Tschudi die merkwürdige Erscheinung – und dies sind auch heute die Eckpunkte der Erklärung (abgesehen vom letzten Satz): Wind in Höhlensystemen lässt sich meistens auf zwei Ursachen zurückführen. Zum einen auf den Druckunterschied zwischen Höhlenluft und Aussenluft aufgrund des Temperaturunterschiedes, und damit des Dichteunterschiedes (konvektive Luftzirkulation). Zum andern auf plötzliche, wetterbedingte Druckschwankungen in der Atmosphäre (barometrische Luftzirkulation). Normalerweise wird der sogenannte Höhlenwind von beiden Effekten beeinflusst. Die barometrische Luftzirkulation wirkt aber nur über kurze Zeiträume. So wird der Luftzug durch Windlöcher hauptsächlich von der konvektiven Zirkulation beeinflusst. Diese soll nachfolgend beschrieben werden:

Die Temperatur in einem Höhlensystem schwankt nur schwach, bedingt durch die Wärmekapazität des Systems (feuchte Luft – Wasser/Eis – Kalkstein). Die Wärmekapazität beschreibt die Menge an Wärmeenergie, die ein System aufnehmen kann, bis sich seine Temperatur von 14,5 auf 15,5 Grad Celsius erwärmt. Im Sommer bewirkt der Dichteunterschied der kühlen und damit schweren Höhenluft zur warmen, leichten Atmosphärenluft, dass der tiefergelegene Höhleneingang (meteotiefer Eingang) kalt bläst. Am oberen (meteohohen) Eingang wird warme, atmosphärische Luft als Folge nachgesogen und in der Höhle schon auf kurze Distanz abgekühlt. Der ganze Mechanismus kehrt sich im Winter um, weil die Höh-



Sommersituation (links): Kalte Höhlenluft «fällt» wegen ihrer hohen Dichte aus dem unteren Höhleneingang (= meteotiefer Eingang) heraus. Im Winter (rechts) dreht sich der ganze Mechanismus um.



Zu bemerken ist, dass die gemessenen Atmosphärenluft-Temperaturen nicht als Tagesdurchschnittswerte aufgenommen wurden. Sie sind grundsätzlich zu hoch. Man beachte besonders die Verzögerung der Maxima/Minima des Höhlensystems gegenüber der Aussenluft.
(Daten: vereinfacht nach Fischer M., 1997.)

lenluft im Verhältnis zur Aussenluft dann wärmer (weniger dicht) ist.

Eine zweite Erklärungsmöglichkeit wäre die Verbindung zu einem grossen Höhlensystem mit ebendiesem Zirkulationsmuster, aber noch viel grösserer Wärmekapazität.

Tatsächlich lassen sich, wie Gabriel Walser in der Einleitung festhält, mit der barometrischen Luftzirkulation in Windlöchern Wetterprognosen ableiten. Bevorstehendes Regenwetter löst einen Druckabfall aus in der Atmosphäre, der auch in die Hohlräume in Blockhalden übertragen wird. Bei kontinuierlich sinkendem Druck vergrössert sich aber das Volumen der darin eingeschlossenen Luft ($p*V$ = konstant; Boyle-Mariotte). Ein Teil der Luft muss also aus den Windlöchern hinaus; womit sich der Luftzug verstärkt. Mit nahenden Hochdrucklagen wird er hingegen schwächer.

Ein Beispiel aus dem Appenzellischen: die Windlöcher im Brüeltobel (am Weg von Brülisau zum Sämtisersee) und ihre Auswirkung auf die Vegetation:

Windloch bei der Hütte Rompeli, Brüeltobel. Die kalte Luft lässt die Umgebung auch im Frühling noch tiefwinterlich erscheinen. Foto: R. Grob, Brunnadern.

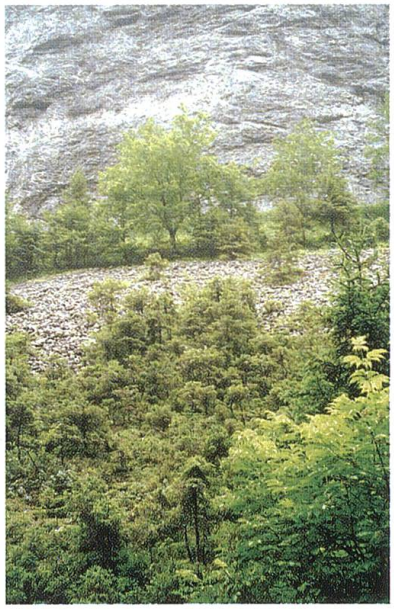
Das Hexenwäldli

Die unscheinbaren Löcher mit Durchmesser bis etwa 50 Zentimeter liegen am Nordwesthang, nahe dem Talgrund des Brüeltobels, unterhalb der markanten Schrattenkalk-Wand in einer Blockhalde. Das ganze Jahr über kann die Einstrahlung der Sonne nur sehr kurz erfolgen. Bei drei Löchern wurden Temperaturmessungen vorgenommen (siehe vorhergehende Seite). Mit den Messreihen ist einfach zu zeigen, dass diese steile Kalk-Blockhalde eine Luftzirkulation zulässt, die der konvektiven Windzirkulation in einem Höhlensystem entspricht. Bei den vorliegenden Löchern handelt es sich um die unteren Öffnungen, oben in der Blockhalde müsste der umgekehrte Luftzug feststellbar sein. Ein Indiz dafür ist das frühe Abschmelzen des Schnees gleich unterhalb der Felswand. Das Vorkommen eines Luftzugs im Winter beweist, dass offenbar nie alle Eingänge vom Schnee zugedeckt werden.

Interessanterweise ist die Temperatur des Windes aus den Hohlräumen im September und Oktober am Höchsten, also deutlich nach der Periode mit der Höchsttemperatur in der Aussenluft. Mit umgekehrten Vorzeichen entspricht diese Beobachtung den Verhältnissen im März. Die Temperatur der Felsblöcke mit ihrer hohen Wärmekapazität passt sich nur mit Verzögerung an die zirkulierende Luft im Höhlensystem an (man vergleiche mit der Messreihe). Die Stärke des Saugens beziehungsweise Blasens wird durch den absoluten Temperaturunterschied zwischen Höhlenwind und Atmosphärenluft bestimmt.

Neben dem jahreszeitlichen gibt es auch einen tageszeitlichen Zyklus, besonders deutlich während der Umstellphase von Saugen auf Blasen beziehungsweise umgekehrt, also in der «windstillen» Zeit im März und im September/Oktober. Wie die nachfolgenden Messungen von M. Fischer ergaben, bestimmt dann die Tagesschwankung der Atmosphärenluft über den Saug- bzw. Blasstatus der Höhlenluft: Mitte März 1996 bliesen um 10 Uhr morgens bei einer Atmosphärentemperatur von 1,5 Grad Celsius zwei untersuchte Löcher. Um 17 Uhr hingegen, als sich die Temperatur auf 0,3 Grad Celsius gesenkt hatte, war es in den gleichen Windlöchern windstill. Dies, weil die Atmosphärentemperatur derjenigen der Kalkblöcke und der Luft dazwischen so nahe kommt, dass kein Luftzug mehr spürbar ist. Beobachtungen zeigen, dass die Windrichtung in Höhlensystemen innerhalb weniger Minuten drehen kann.

Unmittelbar über den besprochenen Windlöchern liegt das sogenannte Hexenwäldli, ein bekannter Zwergfichtenbestand. Trotz einem Alter von 50 bis 100 Jahren haben die dortigen Bäume nur eine Höhe bis 150 Zentimeter. Das Zwergwäldli wächst auf der genannten Kalkblockhalde. Oberhalb davon folgt eine völlig vegetationslose Zone, dann die Felswand. Die These besteht, dass das Phänomen der Zwergfichten auf ein Permafrostgebiet, begünstigt durch die unterirdische Kaltluftzirkulation, zurückzuführen ist. Endgültig nachgewiesen ist dies aber noch nicht. Der Einfluss von anderen Faktoren wie beispielsweise der mangelnden Humusschicht und dem damit entstehenden Wasserstress könnte die Zwergwuchsformen ebenfalls mitverursachen.



Das Hexenwäldli auf der Blockhalde im Brüeltobel. Die Felswand ist oberhalb davon erkennbar. Foto: R. Grob, Brunnadern.

Nutzung der Windlöcher am Beispiel Alp Schlipf

(Säntisalp, südwestlich der Schwägalp)

Wie schon Gabriel Walser festhält, wurden Keller von Alphütten gerne um Windlöcher herum gebaut: Die im Sommer

tiefen Temperaturen ermöglichten die Lagerung von Milchprodukten.

Entlang der Nordfront vom Säntismassiv finden sich Windlöcher, und wie die nachfolgenden Beispiele zeigen, waren sie in der Wahl von Bauorten für Alphütten tatsächlich ein wesentlicher Standortfaktor. Auf der Alp Schlipf, aber auch auf Siebenhütten, wurde die Anwesenheit von Windlöchern höher gewichtet als die drohende Lawinengefahr im Winter. Die nordwestwärts gerichteten, steilen Hänge mit grobem Blockschutt von spät- und nacheiszeitlichen Bergstürzen, bis heute aktiven Lawinenzügen und Gletscherrückständen sind klassische Gebiete für Windlöcher und kommen auch in tiefen Lagen vor.

Jetzt aber zur Alp Schlipf: Nicht weit von den heute bewirtschafteten Gebäuden entfernt befinden sich die Ruinen von zwei weiteren Hütten und Wegstücken. Offensichtlich war die angesprochene Lawinengefahr bekannt, sind doch die massiven Rückwände augenfällig. Trotzdem aber fielen die Hütten dem Schnee zum Opfer, dem Tannenbewuchs nach zu urteilen, könnten es gut und gerne 100 Jahre her sein. Die Ruinen liegen am unteren Rand eines überwachsenen Bergsturzgebietes, wie es für das Vorkommen von Windlöchern erwartet wird. Im Zeitalter des Kühlschranks werden diese hier nicht mehr genutzt.

Wie weit die darin zirkulierende Luft den hier gehäuft auftretenden Zwergwuchs der Fichten mitverursacht, ist schwer abzuschätzen. Jedenfalls sind auf den Kalkblöcken und mit den häufigen Lawinen die Wachstumsbedingungen auch sonst nicht ideal. Ähnliches gilt für den Moosbewuchs: mit dem stiellosen,

Ruinen der Alphütte Schlipf (Gemäuer im Vordergrund und hinter den Tannen).
Foto: R. Grob, Brunnadern.

polsterartigen Wuchs ist er zwar ein Anzeichen für kühles Klima, aber – leider – auch ohne Windlöcher häufig.

Beispiel Alp Leser

(zwischen Risi- und Windenpass, südlich des Stockberges)

Die Alp Leser liegt an einem steilen Nordwesthang, die Hütte steht auf 1444 Metern. Auf der Weide liegen Kalkblöcke und Schotter, die oft von Lawinen hergebracht werden. Von ihnen zeugen die Lawinenkegel, die bis in den frühen Sommer hinein beobachtet werden können. Die Weide wird als eher feucht, mit aussergewöhnlich reichem Blumenvorkommen beschrieben. Das Gebiet fällt durch eine grosse Zahl von Gletschersignaturen auf (Zeithorizont vor 20 000–14 000 Jahren), der Untergrund ist reich an Lockermaterial.

Bis vor etwa zehn Jahren wurde nur die alte Alphütte gebraucht. Ihr Keller ist direkt in den Hang hineingebaut. Je wärmer die Aussentemperatur, desto stärker der Luftzug aus den geschichteten Blöcken der Kellerwand. Der heutige Bewirtschafter erzählt, in dieser Hütte sei es so kalt, dass der frühere Senn immer vor der Hütte gegessen habe. Die Höchsttemperatur im Keller beträgt 6 Grad Celsius. Im Herbst ist die Kellertemperatur unauffällig, im Winter unbekannt.

Dann wurde eine neue Hütte samt Stall gebaut. Beim Aushub Anfangs Frühling habe es aus dem Berg heraus gedampft, was auf eine hohe Luftfeuchtigkeit mit entsprechend hoher Temperatur der austretenden Luft hindeutet.

Alp Leser.
Foto: R. Grob, Brunnadern.

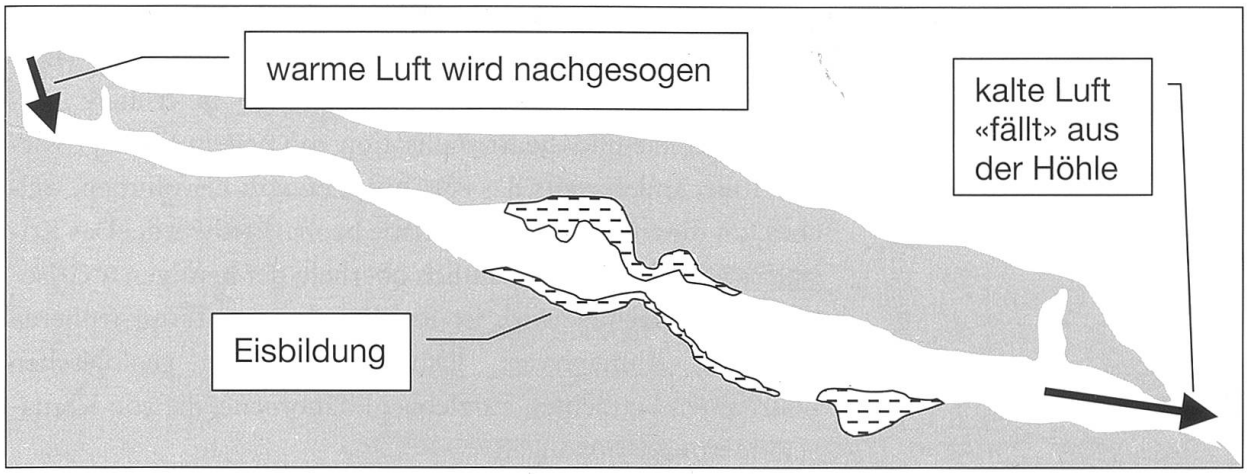
Blockschutt unterhalb der Hütte Leser. Foto: R. Grob, Brunnadern.

Vermutlich handelt es sich hier um das Phänomen von Windlöchern. Die überwachsene Blockhalde am Hang entspricht einem Gangsystem mit vielen Eingängen. Eine zweite Möglichkeit wäre eine Höhle mit statischer Luftzirkulation, eine sogenannte Kaltluftfalle. Untypisch ist die Lage der Hütte mitten im Hang, meist befinden sich die Windlöcher an der Unterseite der Blockhalden. Diese Ansammlung von Lockermaterial könnte – ausser von Lawinen – auch von einem Bergsturz oder allenfalls einer Grundmoräne (Spuren von Seitenmoränen sind vorhanden) stammen.

Eishöhlen

In der Umgangssprache werden alle möglichen Phänomene unter dem Begriff «Eisloch» oder «Eishöhle» zusammengefasst. Hier die Definition aus den Akten des 2. Nationalen Kongresses für Höhlenforschung (2001): Als Eishöhle wird ein Objekt bezeichnet, das entweder während mindestens drei bis sechs Monaten Eis enthält (temporäre Eishöhle) oder während des ganzen Jahres (permanente Eishöhle). Sie alle werden nach der Eisentstehung einerseits (Wassereis, Firn oder eine Mischform) und Luftzirkulation (Kaltluftfalle, Windröhre oder beides) in neun Typen klassiert.

Das vornehmliche Interesse soll natürlich dem Eis in Windlöchern gelten. Der schon mehrfach zitierte Friedrich von Tschudi weiss auch hier zu berichten: «Auf den gleichen Naturgesetzen [wie die Windlöcher] beruht die Erscheinung der grossen, wunderbaren Eisgrotten, die sich im Gebirge weit unter der



Windröhre im Sommerhalbjahr. Im Winter verläuft der Luftzug – wenn überhaupt – in die andere Richtung.

Schneelinie befinden und doch hier Monate lang, dort das ganze Jahr durch grosse Eismassen enthalten.» Kaltluftfallen dagegen sind nach unten geschlossene Hohlräume, in denen kalte, schwere Luft gefangen bleibt. Dieser Mechanismus ist so effizient, dass sogar am Südhang der Lägern, Kanton Zürich, auf einer Höhe von deutlich unter 1000 Metern bis im Sommer Eis erhalten bleibt. Neben den beiden klar definierten Kriterien gibt es eine Mischform: Höhlen, die einerseits gegen unten abgeschlossen sind, gleichzeitig aber gegen oben mehrere Eingänge haben, durch die ein Höhlenwind zirkuliert.

Der Mechanismus der Windlöcher wurde im ersten Teil beschrieben. Vermag der Luftstrom die Höhlenwände genügend stark abzukühlen, bildet sich im Sommerhalbjahr an diesen Eis: aus tagsüber aufgetautem und in die Höhle geflossenem Wasser oder – in geringerem Masse – kondensierter Luftfeuchtigkeit. Besonders kalt wird es im Bereich von Engstellen; dort wird die Luft beschleunigt, was im Umkreis einen Unterdruck und eine zusätzliche Expansionskälte bewirkt. Sind im Winter nicht sämtliche Eingänge zugeschneit, wird der Fels von der atmosphärischen Luft zusätzlich ausgekühlt.

Im Sommer schmilzt oder sublimiert (Übergang fest-gasförmig) nur wenig Eis zu Wasser bzw. Wasserdampf, denn der Schmelzprozess entzieht der umliegenden Luft viel Energie. So bleibt diese trotz dem Einfluss der Aussentemperatur tief.

Neben der kalten Temperatur braucht es also – mindestens für die Höhlen mit Wassereisbildung – flüssiges Wasser. Der Obergrenzbereich für diese Eishöhlen ist folglich um die 0°C-Isotherme (weil die Jahresdurchschnittstemperatur in Höhlen etwa gleich ist wie diejenige der entsprechenden Höhenlage), die gleichzeitig die Untergrenze für sporadischen Permafrost darstellt, also um 2000 Meter.

Während der vergangenen Jahrzehnte ist die Höhe der 0°C - Isotherme und mit ihr die Permafrostgrenze angestiegen. Hierauf folgten einerseits neue Wassereintritte in frühere Permafrostgebiete und die Kristallisation von neuem Eis in grösserer Höhe, andererseits das Abschmelzen von Eisvolumen, welches um die frühere 0°C-Isotherme beobachtet wurde. Das Kristallisationseis, welches deutlich oberhalb der heutigen 0°C-Isotherme beobachtet wird, ist fossil und stammt von früheren wärmeren Klimaphasen. Eishöhlen sind, in geologischen Zeiträumen betrachtet, kurzlebige Phänomene, die von Klimaveränderungen abhängen.

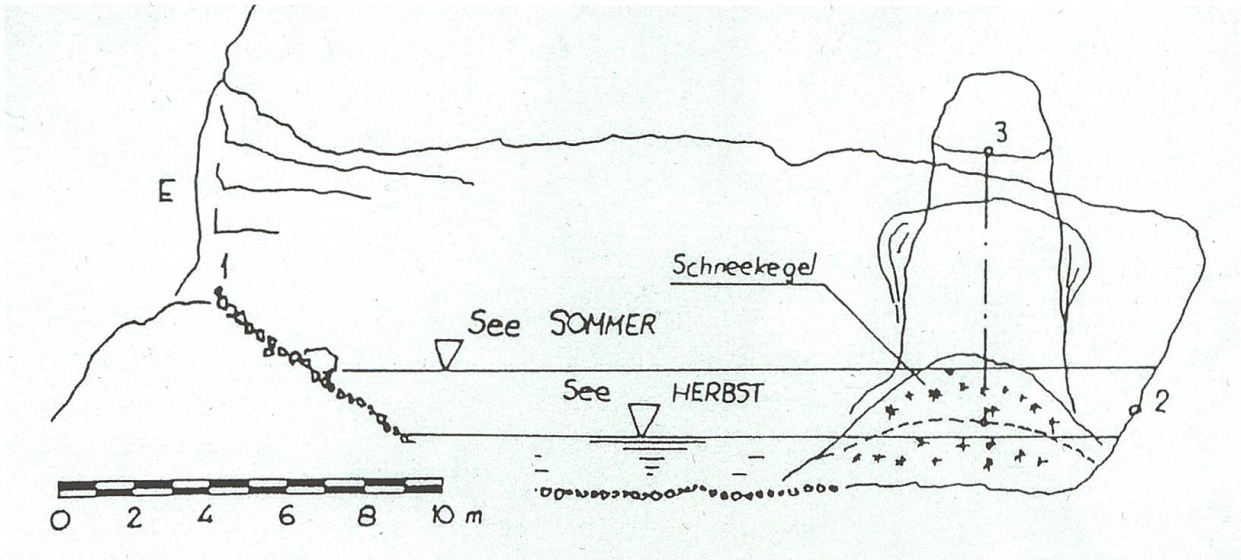
Allgemeine Beobachtungen an den Eishöhlen im Alpstein

Im Alpstein ist der Calciumcarbon-Anteil in den Seewer-, Schratten-, Bethlis- und Öhrlikalken um 95 Prozent. Diese leicht löslichen Gesteinsformationen mit nur wenigen Rückständen wie Quarz oder Ton fallen mit ihrer hellgrauen Färbung auf. Ein grosser Anteil unlöslicher Partikel würde entstehende kleine Erosionsgänge sofort verstopfen und damit der Höhlenbildung ein frühes Ende bereiten. So aber zählt die Liste des Höhlenclubs Alpstein 230, zum grössten Teil kleine (<50 Meter) Höhlen. Wohl die bekannteste Anhäufung solcher im Toggenburger Teil des Alpsteins befindet sich im Karrenfeld östlich des Zwinglipasses. Die dort gelegene Eishöhle Oberscheren ist entsprechend im Geotopinventar des Kantons St. Gallen aus dem Jahr 2003 verzeichnet.

Wie anfänglich besprochen sind Gesteine mit hohem Calciumcarbonat-Anteil für die Höhlenbildung geeignet. Die bekannten, grossen Objekte liegen im Schratten- oder Öhrlikalk. Auch die Höhenvoraussage trifft zu: Tatsächlich liegen die Höhlen im Bereich von 2000 Metern. Dort liegt die durchschnittliche Monatstemperatur über das Jahr zwischen minus fünf bis acht Grad Celsius. Die eben angesprochene Klimaerwärmung hinterlässt bereits in der Chreialphöhle (2050 Meter) ihre Spuren: Das Eisvolumen nimmt dort nach Angabe des Höhlenforschers M. Fischer ab.

Schneehöhle D1 (auch Schneeloch)

Die Schneehöhle liegt im Zwinglipassgebiet nördlich des Girenspitz auf einer Höhe von 2030 Metern. Das grösste Höhlenportal ist weithin sichtbar, es befindet sich in einer ausgeprägten Schichtfuge. Daneben sind aber noch weitere acht Eingänge ge-

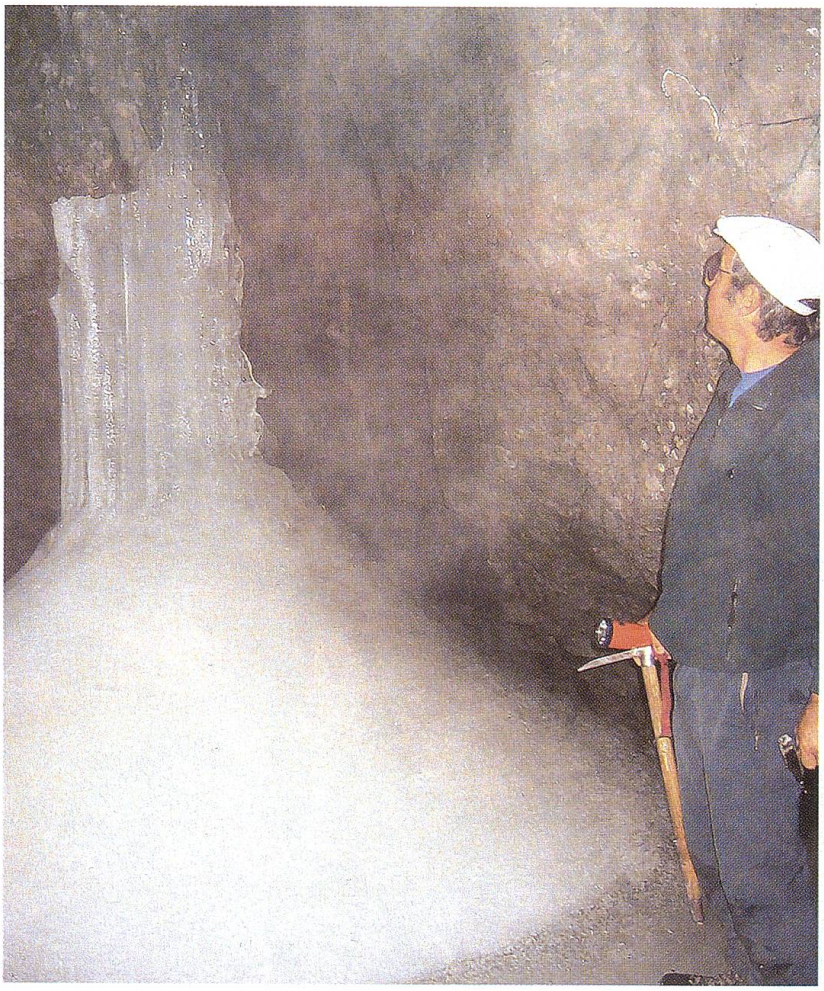


Schneehöhle D1.

funden worden. Bekannt ist die Halle (25 Meter lang, 10 Meter breit, 10 Meter hoch) gleich nach dem grossen Eingang, mit einem schmelzwasser-gespiesenen, aber gefrorenen See. An den Wänden lässt sich eine dünne, schön kristallisierte Eisbedeckung beobachten, die von kondensiertem und anschliessend angefrorenem Wasserdampf stammt. Im hinteren Teil gibt es einen Schneekegel, der über einen Verbindungskanal von der Oberfläche mit Neuschnee versorgt wird. Vorne, einige Meter

Der Eingang zur Schneehöhle D1 in einer markanten Verschneidung. Foto: R. Grob, Brunnadern.

Gang mit starkem, kaltem Luftstrom. Foto: R. Grob, Brunnadern.



Der gefrorene See im Innern der Eishöhle. Foto: R. Grob, Brunnadern.

schräg unter dem Portal, befindet sich ein grösserer Gang, der gegen Süden schräg nach unten führt. Aus ihm ist ein ausgeprägter, aufwärts gerichteter kalter Luftzug feststellbar.

Der unbekanntere Rest der Schneehöhle wird zurzeit noch erforscht, man weiss aber schon von Gängen in einer Gesamtlänge von einem Kilometer. In den kleinräumigen Verhältnissen des Alpsteins gehört sie damit zu den ganz grossen. Die vielen bekannten Eingänge erklären die starke Luftzirkulation.

Neben dem ganzjährigen Schnee und Eis in der Halle sind auch viele dieser Gänge an den Wänden eisbedeckt, was natürlich die zirkulierende Luft auch im Sommer kühl hält.

Dank

Mein herzlicher Dank für die fachliche und ideelle Unterstützung bei der Verfassung meiner Maturaarbeit, die diesem Artikel zugrunde liegt, sowie späteren Ergänzungen geht an

Prof. Dr. Hans Büchler, Wattwil
Prof. Dr. Max Gerber, Wattwil
Familie Ernst Bohl, Stein
Rosam Egli-Wittenwiler, Nesslau
Hans Eugster, Waldstatt
Martin Fischer, Appenzell
Richard Graf, Pfungen
Marc Lütscher, La Chaux-de-Fonds
Heinrich Oberli, Wattwil
Hanspeter Steidle, Ebnat-Kappel
Prof. Rudolf Widmer, Trogen
Eltern Helen und Ernst Grob, Furt, Brunnadern

Quellen und Literatur

ATTINGER, R.: Tracerhydrologische Untersuchungen im Alpstein, Bern 1988.

BORREGUERO, M.: Unterirdische Klimaforschung um die Isotherme 0°C, in Stalactite 52, 2 2002, S. 24–26.

BÜCHLER, H. (Hrsg.): Der Alpstein. Natur und Kultur im Säntisgebiet, Herisau 2000.

FILIPPONI, M.: Höhlenklima, Regensdorf 2000.

FISCHER, M.: Beobachtungen an Windlöchern im Brüeltobel, Raum Rompeli bis Zwergwald, in: Höhlenkurier 3, 1997, S. 29.

FISCHER, M.: Von Mondmilch und Tropfsteinen: Aus der Höhlenwelt des Alpsteins in: Bürgin, T. (Red.), Alpstein An- und Einsichten, St. Gallen 2002.

HEIERLI, H.: Der geologische Wanderweg Hoher Kasten-Stauberen-Saxerlücke mit einer Einführung in die geologischen Grundlagen, St. Gallen 1972.

KELLER, O.: Die Geotoplandschaft Luterental – Schwägalp – Wissbachtal, in: Keller, O. (Red.), Geotope und Biotope – Erhalt und Aufwertung von Natur und Landschaft, Berichte der St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft, 90. Band, St. Gallen 2004.

LÄUBLI, R.: Eisschacht / Höhle F2, in: Höhlenkurier 1/1988, S. 8–10.

LÄUBLI, R.: Schneehöhle D1 (auch Schneeloch), in: Höhlenkurier 3/1991, S. 15–16.

LEIBUNDGUT, C.: Zur Hydrologie des Alpsteins, Appenzell 1995.

LÜTSCHER, M.; JEANNIN, P.-Y.: Les glacières du Jura: synthèse des connaissances et directions de recherche in: Akten des 11. Nationalen Kongresses für Höhlenforschung, 2001, S. 119–124.

TSCHUDI, F. von: Das Thierleben der Alpenwelt, Leipzig 1860.

WALSER, G.: Neue Appenzeller-Chronik oder Beschreibung des Cantons Appenzell der Innern und Aussern Rooden, St. Gallen 1740.

WEGMANN, G.: Permafrostvorkommen auf geringer Meereshöhe: Eine Fallstudie im Brüeltobel AI, Diplomarbeit am geographischen Institut der Universität Zürich, 1995.

WILDBERGER, A.; PREISWERK, Ch.: Karst und Höhlen der Schweiz, Basel 1997.

Geologischer Atlas der Schweiz 1:25000 Säntis, Blatt 1115, Zürich 1982.

Telefongespräch mit Rosam Egli-Wittenwiler, Bewirtschafter Oberhofeld, Nesslau, Frühling 2004.

Gespräch mit Familie Ernst Bohl, Bewirtschafter Alp Leser, Stein, 28.12.02.

Gespräche mit Herrn Martin Fischer, Frühling 2003.

Briefwechsel mit Herrn Richard Graf, Winter 2002 und Frühling 2005.