

Ventarolen (Kaltlöcher, unterkühlte Blockhalden) im Ostalpenraum

Wolfgang PUNZ

In Fortführung einer früheren Überblicksarbeit über 43 Lokalitäten mit sommerlichen Kaltluftaustritten aus engräumigen wetterführenden Hohlraumsystemen in Fest- und Lockergestein (PUNZ et al. 2005) wird eine ergänzte Liste von nunmehr insgesamt 107 Standorten im Ostalpenraum vorgestellt und besprochen.

PUNZ W., 2018: Vantaroles (Kaltlöcher, cold scree slopes) in the Eastern Alps. Based on a former compilation (PUNZ et al. 2005), data from 107 sites with estival exhalation of cold air from narrow-spaced cavities in solid or loose rock are presented and discussed.

Keywords: Vantaroles, cold scree slopes, Kaltlöcher, Eastern Alps.

Einleitung

Von alters her finden in Berggebieten Höhlen und Spalten zur Kühlung von Lebensmitteln bzw. Getränken Verwendung, vorzugsweise solche, welche lange Zeit oder dauerhaft Eis enthalten. Für derartige Phänomene existieren zahlreiche Bezeichnungen wie *algific talus slope*, *bait*, Bierchäller, *bucca gelata*, *buche di ghiaccio*, *buse del giaz*, *crotti*, Eiskeller, Eisloch, Eisstandort, (perennierendes) Eisvorkommen, *grotto*, *hyperthermia talus*, Kaltkeller, Kaltloch, (unterirdischer) Kaltluftstau, Kantine, eisführende Schutthalde, unterkühlte Block(-Schutt-) halde, *scelè*, *sorel* und andere. Manche dieser Ausdrücke enthalten auch einen Hinweis auf Luftströmungen („Bewetterung“ in der bergmännischen Terminologie); man spricht von Äolushöhle, *blowhole*, *bocca di vento*, Ventarole, Wetterloch, Windloch, Windgrotte, Windröhre oder ähnlichem.

Prinzipiell ist die Erscheinung der „Windlöcher“ nach Möglichkeit von bloß „kalten Hohlräumen“ und –formen (jedoch ohne Bewetterung), Dolinen, Permafrosterscheinungen sowie künstlichen „Eiskästen“ (*ghiacciaie*, *nevère*) zur Kühlung von Nahrungsmitteln abzugrenzen. Diese Unterscheidung ist jedoch nicht immer sauber zu treffen: Kühlhäuschen sind oft an Stellen mit Kaltluftaustritten angelegt worden; und Permafrost kann durch Kaltluftzirkulation verstärkt werden (ZENKLUSEN MUTTER & PHILIPS 2009), sofern man nicht ohnedies Eishöhlen als „Sonderform des Permafrost“ (SPÖTL & PAVUZA 2016b) ansieht. Der Umstand, dass Höhlen mit nur einer Öffnung („Sackhöhlen“), welche vom Eingang aus absinken und damit zur Kaltluftfalle werden können, ebenfalls als „Eiskellertypus“ (TRIMMEL 1968) bezeichnet werden, lässt erahnen, welche begriffliche Verwirrung hinsichtlich der genannten Bezeichnungen herrscht.

Der vorliegende Beitrag soll sich gleichwohl, in Fortsetzung einer früheren Zusammenfassung („Kaltlöcher im Ostalpenraum“), nur auf Lokalitäten „mit sommerlichen Kaltluftaustritten aus engräumigen wetterführenden Hohlraumsystemen in Fest- und Lockergestein“ (PUNZ et al. 2005) beziehen. Höhlen – gemäß der vorgenannten Definition entspräche den Vantarolen der „Dynamische Eishöhlen-Typus“ (TRIMMEL 1968) – werden somit nicht miterfasst; umgekehrt befasst sich die Speläologie nur am Rande mit Kaltloch-Lokalitäten (Österreichs Höhlenkunde ist mit den 10.000 derzeit erfassten Höhlen [SPÖTL et al. 2016] ohnedies reichlich beschäftigt). Eine Beschränkung auf Kaltluftphänomene *mit* Eisbil-

dung ist jedoch nicht intendiert; ohnedies ist bei Bezeichnungen wie „Eiskeller“ „Eisloch“ und dergleichen zu bedenken, dass umgangssprachlich die Epitheta „Eis-“ „eisig“ häufig auch als bloßer Komparativ oder Superlativ zum Begriff „kalt“ verwendet werden.

Die älteste schriftlich dokumentierte Angabe zu derartigen Erscheinungen stammen von CYSAT (1661); für den Ostalpenraum folgen kurz darauf im Jahre 1671 erste Beschreibungen (wiedergegeben von MANNI 1775) durch den berühmten „Vater der Geologie“ (so HUMBOLDT), den dänischen Naturforscher Niels STENSEN vulgo STENO(NE). Es darf gleichwohl davon ausgegangen werden, dass das praktische Wissen um die Kaltluftphänomene wesentlich älter ist. Die Funktionsweise kann nach heutigem Wissensstand kurz folgendermaßen beschrieben werden (vgl. auch PUNZ et al. 2005): Aus den oberen Öffnungen von Hohlraumssystemen in Block(-schutt-)halden entweicht im Winter warme, im Vergleich zur Umgebung leichte Luft, wodurch Kaltluft durch die unteren Öffnungen ins Innere gesogen wird. Das unterkühlte Gestein speichert Kälte, die das vorhandene oder zur Schneeschmelze einsickernde Wasser gefrieren lässt. Sobald bei ansteigender Außentemperatur sich der Luftstrom im Frühjahr umkehrt, kommt es zum Schmelzen des subterranean Eises, worauf bis in den Sommer hinein den unteren Öffnungen Kaltluft entströmt. Die Entstehung des Kaltluftstroms kann also als Windröhrenphänomen aufgefasst werden und wurde bereits 1900 folgendermaßen formuliert „*The cold air of winter . . . permeates the cave, and in course of time freezes up all the water which, in the shape of melting snow or cold winter rain or spring water, finds it way in*“ („BALCH effect“). Daneben zirkulieren jedoch nach wie vor zahlreiche, vielfach wenig durchdachte Annahmen bzw. Aussagen; insbesondere WAKONIGG (1996,1998,2017) bemüht sich hier nachdrücklich um eine präzisere und physikalisch haltbare Begrifflichkeit.

Ins Blickfeld der biologischen Disziplinen gelangten derartige Standorte erst spät, zunächst vornehmlich dort, wo spektakuläre Erscheinungen zu beobachten waren („Hexenwäldli“), oder dramatische Temperaturdifferenzen auf kleinstem Raum und daraus resultierende floristische Veränderungen (Eppan/Südtirol: subalpine Rasen mitten im wärmeliebenden Hopfenbuchenwald!) auftreten. Aus zoologischer Sicht sind Windröhren sowie wetterführende Schutt- und Blockhalden Sonderformen von „*shallow subterranean habitats*“, früher „*milieu souterrain superficiel*“ (CHRISTIAN 2016). Ökologisch reizvoll ist der Umstand, dass wärme- und kälteliebende Tiere hier nebeneinander entsprechende Kleinlebensräume finden; dadurch erhöhen Schutt- und Blockhalden die örtliche Biodiversität und stellen evolutionsbiologisch einen faszinierenden Biotop dar (MOLENDIA 1999).

Seit der vorläufigen Zusammenfassung des Wissensstandes bei PUNZ et al. (2005) wurden zahlreiche weitere Standorte ermittelt, und die Ergebnisse dieser Recherchen bereits auf Tagungen präsentiert (PUNZ 2015, 2016). Im Rahmen der vorliegenden Arbeit soll nun ein wesentlich erweiterter Überblick über die vorhandenen Angaben zu Kaltlöchern/Ventartolen in den Ostalpen gegeben werden.

Angemerkt sei noch, dass von den zahlreichen Hinweisen nur solche Standorte für die Zusammenstellung ausgewählt wurden, welche nach den verfügbaren (bisweilen mangelhaften) Angaben vernünftigerweise einen Windloch-Charakter erwarten ließen. Die umfangreiche Liste möglichst rasch einer interessierten Öffentlichkeit (und damit auch der Nachprüfung!) zugänglich zu machen erschien zweckmäßiger als durch zeitraubende Recherchen verbliebene Zweifel abzusichern; auch angesichts der Dringlichkeit von Schutz- und Aufklärungsmaßnahmen (vgl. hierzu die Ausführungen in der Diskussion) ist dieses Vorgehen geboten.

Methodik

Auf Basis von Literatur- und Internetrecherchen sowie Mitteilungen von FachkollegInnen konnte (unter Einbezug auch historischer Angaben) eine frühere Liste von 43 Standorten um 64 weitere Lokalitäten ergänzt werden. Diese neuen Standorte werden in gleicher Weise wie bei PUNZ et al. (2005) durch Anführen folgender Informationen (sofern vorhanden) beschrieben: **Bezeichnung der Lokalität**; Bundesland, Provinz, Kanton / Staat; geographische Lage (latN x longE); Seehöhe; Exposition; Charakteristik; Angaben zu Mikroklima (TBS: tiefste beobachtete Temperatur im Sommerhalbjahr in °C), Ökophysiologie, Flora/Vegetation, Zoologie; (weitere) Literatur; Internetquellen (werden direkt mit Abrufdatum angeführt). Um den Überblickscharakter der Arbeit zu erhalten, werden die Standorte, welche bereits 2005 beschrieben wurden, ebenfalls angeführt; aus Gründen der Platzersparnis sind sie jedoch nur mit **Bezeichnung der Lokalität**, geographischen Angaben, TBS (wenn vorhanden), einer Kurzcharakteristik und dem Vermerk „Vgl. PUNZ et al 2005“ wiedergegeben, da die genannte Arbeit ohnedies jederzeit (http://www.landesmuseum.at/pdf_frei_remote/VZBG_142_0027-0045.pdf) verfügbar und der Zugriff auf die dort angeführte Gesamtinformation somit problemlos möglich ist. Sofern neu recherchierte Ergebnisse hinzugekommen sind, werden diese samt Quelle bei den jeweiligen Standorten zusätzlich angeführt.

Die in der Diskussion angeführten Zahlen wurden auf Basis der Standortangaben errechnet. Es sei betont, dass dabei restriktiv vorgegangen wurde (beispielsweise wurden „Blockhalden“ nur dann einbezogen, wenn sie explizit angegeben waren, nicht aber, wenn mit ihrem Vorhandensein nach den Umständen nur zu rechnen war), sodass die ermittelten Werte tendenziell eher unter- als überschätzt sind.

Ergebnisse

Nachfolgend wird die neue Gesamtliste mit einhundertseven Standorten gemäß dem zuvor beschriebenen Schema präsentiert. Die Beschränkung auf den Ostalpenraum wurde in zwei Fällen durchbrochen: einmal, um die einzige bekannte außeralpine Lokalität in Österreich (Rannatal/OÖ) aufnehmen zu können; und ein zweites Mal bei den historischen, grenznahen Eishöhlen von Frain (CS).

Ainet/Lienz (Tirol/A) 4652 × 1241 ca. 720 m SW
„Eislöcher“; tw. gemauerte Kühlkeller. TBS 7.1 °C. Vgl. PUNZ et al. 2005

Ameiskogel/Weichselboden (Steiermark/A) 4741 × 1509 ca. 700 m N
Kondenswassermoor bei Rotmoos. TBS 3.5 °C. Vgl. PUNZ et al. 2005

Antholzer Tal (Südtirol/I) 4650 × 1204 ca. 1200–1800 m
Mehrere Eislöcher: Langlahner (Bad Salomonsbrunn); „Hellsteiner Eiskeller“ und „Böckn-Eisloch“ (Mittertal); „Klammerloch“ (beim Klammerhof). Eis im Frühjahr/Sommer. Flechten, Moose. Naturpark Rieserferner-Ahrn 2011; <http://gis2.provinz.bz.it/mapAccel/DataAccess.jsp?id=1180> (1.2.2017)

Astenalm/Böckstein (Salzburg/A) 4705 × 1305 ca. 1220 m
„Kalte Löcher“ SW von Böckstein im Tal der Naßfelder Ache; „Gnieshalde“. TBS 0.3 °C. GRUBER 2009; WAKONIGG, schriftl Mitt.

- Auer** (Südtirol/I) 4623 × 1119 ca. 250 m
Zwei Eislöcher; Kaltluftaustritte. <http://gis2.provinz.bz.it/mapAccel/DataAccess.jsp?id=1904> (1.2.2017)
- Bärofen/Koralpe** (Kärnten/A) 4653 × 1500 ca. 1700 m N
Blockhalde, Kaltluftaustritte. TBS 6 °C. *Linnaea borealis*; ausführliche floristische Aufnahmen mit Vegetationstabelle. MELZER 1966, 1983, ERNET & FRANZ 2011
- Batmund/St.Gallenkirch** (Vorarlberg/A) 4702 × 0957 ca. 800 m
„Natureiskeller“ und „Sommereislöcher“ in Bergsturzgebiet. Vgl. PUNZ et al. 2005
- Bedollo** (Trento/I) 4609 × 1118 ca 1150 m
„Buse del giaz“: zerstört. [http://piazze1.altervista.org/cusiosita/95-2/\(1.2.2017\)](http://piazze1.altervista.org/cusiosita/95-2/(1.2.2017))
- Berchtesgaden** (Bayern/D) 4738 × 1300 ca 700 m NW
„Kalter Keller“ mit starkem kalten Luftzug. Geotopkataster Bayern: <http://www.lfu.bayern.de/download/geotoprecherche/172h003.pdf> (1.2.2017)
- Besenello - Monte Scanupia** (Trento/I) 4557 × 1111
„Buse del giaz“ mit sommerlichem Eis, früher als Kühlraum verwendet. Larcher 2012; https://www.geocaching.com/geocache/GC1V8RC_bus-del-giaz?guid=a6a4f383-3b6f-48a1-830c-a53a6f67d752 (1.2.2017)
- Bever/Taverna** (Graubünden/CH) 4633 × 0951 1710 m NNE
Unterkühlte Schutthalde mit Hexenwäldli. Mikroklimamessungen, Bodenanalysen. Vgl. PUNZ et al. 2005. Pflanzensoziologische Aufnahmen, Transektanalyse: KOZAK 2015
- Boden/Matzen/Gotschuchen** (Kärnten/A) 4631 × 1422 ca. 1100 m ENE
„Eiskeller“, Permafrostboden, eisführender Hangschutt, Kondenswassermoor. TBS 0.9 °C. Vgl. PUNZ et al. 2005. Zahlreiche Vegetationsaufnahmen von FRANZ, in prep.
- Brandeben** (Niederösterreich/A) 4754 × 1516 ca. 1060 m NNE
Bodeneis, Kondenswassermoor, teilweise zerstört. TBS 2.1 °C. Vgl. PUNZ et al. 2005
- Brandgegend** (Niederösterreich/A) 4754 × 1514 ca. 655 m SW
Windröhre. TBS 2.6 °C Vgl. PUNZ et al. 2005
- Brixen – Albeins** (Südtirol/I) 4640 × 1137 ca 600 m
Eislöcher in der Ganne. <http://gis2.provinz.bz.it/mapAccel/DataAccess.jsp?id=3606> (1.2.2017)
- Brixen – Trunt** (Südtirol/I) 4643 × 1140 ca 600 m
Eislöcher und Eiskeller. <http://gis2.provinz.bz.it/mapAccel/DataAccess.jsp?id=3604> (1.2.2017)
- Brixen – Vahrn** (Südtirol/I) 4645 × 1138 ca 600 m
Eislöcher, Kaltluftaustritte. Moose, Flechten. Geschichtsparcours Eisacktaler Wege 2008
- Brusio/Puschlav** (Graubünden/CH) 4616 × 1007 730 m
Grotti, Subalpine Kälteflora. Vgl. PUNZ et al. 2005. „scelè“ (Kühlgrotten in Rundbauform), Höhlenschrecke *Troglophilus cavicola*. ERZINGER 1950; GERMANN et al. 2005
- Cariadeghe** (Brescia/I) 4535 × 1021 ca 500 m
„Grotta fredda“; Abgrenzung zu „Kältefallen“ unsicher. VAILATI & BIAGI 1990; <http://www.serle.info/territorio/geologia-e-geomorfologia/grotte> (1.2.2017)
- Cengio rosso** (Trento/I) 4555 × 1105 300–600 m
Dealpine Flora, Kaltluftaustritte nicht explizit nachgewiesen. PROSSER & FESTI 1990

Chiavenna (Sondrio/I) 4619 × 0926 ca. 330 m

Kaltluftaustritte, als Kühlkammern genutzt. TBS 6 °C. Vgl. PUNZ et al. 2005. CASTBERG 1806; SCARAMELLINI 1993; http://www.grottodicama.ch/PDF_01/LaViaDeiGrotti_CamaGordona.pdf.

Cornacalda (Trento/I) 4552 × 1103 ca. 450–750 m

„Buche del vento“. Dealpine Flora; ausführliche Pflanzenliste, Transekt, Vegetationsaufnahmen. PROSSER 1992

Dieslingsee (Steiermark/A) 4657 × 1357 1850 m N(NW)

Grobblockhalde, Kaltluftaustritte. TBS 6 °C. *Linnaea borealis*; Vegetationstabelle. ERNET & FRANZ 2011

Dürrenberg/Wald (Vorarlberg/A) 4708 × 1003 ca. 1075 m S

Bodeneis durch Luftströmung und Verdunstung. SINGER 1932, GEILHOFER 1925, WAKONIGG, schriftl. Mitt.

Eppaner Eislöcher (Südtirol/I) 4627 × 1115 ca. 550 m E

Kessel am Fuß einer grobblockigen Schutthalde (Eppaner Gand). TBS 0.0 °C. Vgl. PUNZ et al. 2005. Mikroklimamessungen, Vegetationsmosaik: BURGA et al. 2005

Fai di Paganella (Trento/I) 4610 × 1103 ca. 1300 m

„Bus del giaz“; zerstört. http://www.questotrentino.it/articolo/12775/la_distruzione_del_bus_del_giaz_1.htm (1.2.2017); http://www.questotrentino.it/articolo/12776/la_distruzione_del_bus_del_giaz_2.htm (1.2.2017)

Flüelapass (Graubünden/CH) 4645 × 0957 ca. 2400 m NE

Schutthalde, Bodeneis. ZENKLUSEN MUTTER & PHILIPS 2009, PHILIPS et al 2009

Fragant/Mölltal (Kärnten/A) 4657 × 1301 ca. 1890 m

Kaltluftthalde. Pflanzenaufnahmen, darunter *Linnaea borealis*. FRANZ, schriftl. Mitt.

Fraib (Mähren/CS) 4853 × 1550 ca. 400 m SW

Bergsturzgebiet; „Eislöcher“, Kaltluftaustritte, sommerliches Eis. TBS 1,9 °C. JARZ 1882, 1884, WAKONIGG 1998

Gargazon/Meran (Südtirol/I) 4636 × 1113 300 m

„Eisloch“ am Panoramaweg. Vgl. PUNZ et al. 2005. <http://gis2.provinz.bz.it/mapAccel/DataAccess.jsp?id=1929> (1.2.2017)

Gleinkersee (Oberösterreich/A) 4741 × 1416 ca. 840 m NW

Kaltluft-Felshang-Fichtenwald. Mikrometeorologische Messungen. Krüppelfichten, Lärchen; mächtige Moosdecken. Biotopkartierung Spital/Pyhrn Süd 2006; DIWALD, schriftl. Mitt.

Gollinghütte (Steiermark/A) 4717 × 1347 1430 m

Blockhalde mit Windröhrensystem, Kaltluftaustritte. *Lycopodium clavatum* ssp. *monostachyon* (= *Lycopodium lagopus*). MELZER 1983

Gosausee (Oberösterreich/A) 4731 × 1330 ca. 970 m NE

„Eiskeller am Vorderen Gosausee“. Unterkühlte Schutthalde mit Kaltluftaustritten, Eis bis weit in den Juni. Torfmoos-Fichten-Blockwald; Fichten mit zwerghaft verkrüppelter Wuchsform: kälteresistente Pioniergehölze wie Latsche und Birke; hochalpine Pflanzen (*Tofieldia pusilla*, *Androsace chamaejasme*, *Sorbus chamaemespilus*). Biotopkartierung Gemeinde Gosau 2007; <http://www.gosaunet.at/tipps/wasser-berge-schnee/botanik-und-geologie-am-gosausee.html> (1.2.2017); DIWALD, schriftl. Mitt.

- Grödig** (Salzburg/A) 4744×1302 ca. 450 m
Kalkkeller. Vgl. PUNZ et al. 2005
- Guaita - Castasegna** (Graubünden/CH) 4620×0931 ca. 700 m
„Windgrotten“. Nutzung als Weinkeller. LECHNER 1865; SPREITER-GALLIN 2006
- Habichen/Tumpen** (Tirol/A) 4711×1054 ca. 900 m WNE
„Kalte Keller“, gemauerte Kühlkeller am Fuß von Schutthalden. TBS -0.7 °C Vgl. PUNZ et al. 2005
- Halltal** (Tirol/A) 4719×1129 ca. 1400 m N
Kondenswassermoor bei St. Magdalena, Kaltluftaustritte zwischen Blöcken. Moose; alpine Pflanzen (*Dryas octopetala*; *Carex capillaris*; *Hutchinsia alpina*); Bäume mit Kümmerwuchs. STÖHR 2004
- Heidnische Kirche** (Salzburg/A) 4711×1232 ca. 1450 m W
Windlöcher im Amertal. Vgl. PUNZ et al. 2005
- Hinterstoder/Polsterlucke** (Oberösterreich/A) 4742×1406 ca. 660 m N
Kaltluftaustritte zwischen Blöcken; Kaltluft-(Fels-)Hang-Fichtenwald der Bergstufe. Biotopkartierung Spital/Pyhrn Süd 2006; DIWALD, schriftl Mitt.
- Hundsgraben/Gaming** (Niederösterreich/A) 4855×1510 ca 570 m NW
Kaltluftaustritt, starke Kondensationserscheinungen. Vgl. PUNZ et al. 2005
- Ingridhütte** (Kärnten/A) 4639×1244 ca. 1640 m
Kondenswassermoor. Vgl. PUNZ et al. 2005
- Inzlgraben /St. Margarethen/Dobrova** (Kärnten/A) 4632×1422 ca. 480–500 m NW
Schutthalden mit Kaltluftaustritten. TBS 0.3 °C. Temperaturmessungen und soziologische Untersuchungen in *Rhododendron hirsutum*-*Pinus sylvestris*-Beständen. FRANZ, in print.
- Kaltenbrunn** (Südtirol/I) 4620×1124 ca. 1080 m
„Eislöcher“ bei Unterradein (Montan). Vgl. PUNZ et al. 2005, <http://gis2.provinz.bz.it/mapAccel/DataAccess.jsp?id=1907> (1.2.2017)
- Kaltenhausen** (Salzburg/A) 4742×1124 ca. 450 m E
„Kalte Keller“, „Windröhrenfeld“. Vgl. PUNZ et al. 2005
- Kaponiggraben/Obervellach** (Kärnten/A)
Grobblockhalde mit Kaltluftaustritt. FRANZ, schriftl. Mitt.
- Karneid/St.Veit** (Südtirol/I) 4629×1125 720–780 m
„Eiskeller; Eislöcher und Felsblockhalde“. Vgl. PUNZ et al. 2005; <http://gis2.provinz.bz.it/mapAccel/DataAccess.jsp?id=1667> (1.2.2017)
- Kartitscher Sattel** (Tirol/A) 4642×1234 ca. 1520 m WNW
Kondenswassermoor TBS 3.8 °C. Vgl. PUNZ et al. 2005
- Kastelruth – St. Oswald** (Südtirol/I) 4634×1132 ca. 680 m
„Eisloch beim Madrunghof“, ursprünglich zur Kühlung von Lebensmitteln genutzt. <http://gis2.provinz.bz.it/mapAccel/DataAccess.jsp?id=1705> (1.2.2017)
- Kitzbrunn** (Kärnten/A) 4659×1313 ca. 1500 m NNW
Windröhren im Dösener Tal. TBS 1.0 °C. Vgl. PUNZ et al. 2005
- Klammhöhe/Tragöß** (Steiermark/A) 4733×1504 ca. 950 m WNW
Kondenswassermoor auf Bergsturzgelände TBS 0.6 °C. Vgl. PUNZ et al. 2005, Projektendbericht Ökoteam 2011; BRUNNER et al 2013

Klenitzen/ Törlkopf/ Mölltal (Kärnten/A) 4655 × 1302 1976 m ENE
Kondenswassermoor. TBS 8.0 °C. FRANZ, Exkursionprotokoll (unveröff.)

Kojenkopf (Vorarlberg/A) 4720 × 0953 ca 1000 m
Felssturzgebiete unterhalb der Fluhen. Eisloch im grobblockigen Ablagerungsbereich unterm „Langlitt“, Austritt von Kaltluft aus den Hohlräumen des Felssturzkörpers. Alpenrosen (*Rhododendron ferrugineum*), Alpen-Gänsekresse (*Arabis alpina*). Bergblasenfarn-Gesellschaft (*Cystopteridetum montanae*) in feuchtem Grobschutt. Aktualisierung des Biotopinventars Vorarlberg - Mellau 2014

Krimmler Achenal (Salzburg/A) 4712 × 1210 1480 m
Silikatblockhalde, Kaltluftaustritte. Teilweise alpine Florenelemente. Üppige Moospolster, Latschen. KRISAI 2007; PILSL et al. 2002

Latsch (Südtirol/I) 4636 × 1054 >1000 m
Eislöcher im Zufahrtbereich zum Tarscheralmseßellift; früher zu Kühlzwecken verwendet; teilweise zerstört. Evtl. auch: „Latscher Bierkeller“ mit Kaltluftaustritten (?) <http://gis2.provinz.bz.it/mapAccel/DataAccess.jsp?id=3268> (1.1.2017); WAKONIGG, schriftl Mitt.

Laubenstein (Bayern/D) 4745 × 1217 1250 m
Kaltluftsee, Vegetationsumkehrphänomen. Vgl. PUNZ et al. 2005

Leonburg/Lana (Südtirol/I) 4637 × 1109 550 m
„Eislöcher“ bei Ackpfeif. Vgl. PUNZ et al. 2005. <http://gis2.provinz.bz.it/mapAccel/DataAccess.jsp?id=3303> (1.2.2017)

Lofer-Hintertal (Salzburg/A) 4733 × 1248 ca 1100 m
Windröhre, offenbar früher zur Kühlung genutzt (Türe!), <http://www.roberge.de/index.php/topic,3223.msg26476.html?PHPSESSID=goevcgho6cq8qr22fqch1gd5d7#msg26476> (1.2.2017)

Lueg (Salzburg/A) 4745 × 1322 ca. 550 m
Kaltkeller am Abersee. Vgl. PUNZ et al. 2005

Mariensteinwald/Böckstein (Salzburg/A) 4704 × 1308 ca. 1220/1320 m
Zwei „Kalte Löcher“ im sogenannten Mariensteinwald. TBS 0,2 °C
GRUBER 2009; WAKONIGG, schriftl Mitt.

Masiere di Vedana (Belluno/I) 4610 × 1207 400 m
Dealpine Flora am Fuß einer Blockhalde, Kaltluftaustritte zweifelhaft. LASEN 1984, PROSSER 1991

Moltrasio (Lombardei/I) 4551 × 0905 280 m
Kühlkeller. TBS 10 °C. CASTBERG 1806; EBEL 1809

Moncodeno/Grigna (Lecco/I) 4600 × 0921 1100 m
1671 von STENONE erwähnt. MANNI 1775; https://www.geocaching.com/geocache/GC17133_invito-alla-ghiacciaia-di-moncodeno?guid=cea74d68-f6db-494d-b3b7-352b49ff9ae8 (1.2.2017)

Moosboden/Obervellach (Kärnten/A) 4658 × 1317 ca. 1950 m N
Kondenswassermoor im Kaponigtal. TBS 3.7 °C. Vgl. PUNZ et al. 2005

Mühlhörndl/Sachranger Tal (Bayern/D) 4742 × 1218 ca. 970 m
Kaltluftaustritte in Bergsturzgelände. TBS 2.6 °C. Vgl. PUNZ et al. 2005

- Musau** (Tirol/A) 4731 × 1041 ca. 850 m NE
Blockhalde hinter dem Gebäude „Höllmühle“ mit Kaltluftaustritten. Latschen und Krüpfelfichten, moosreiche gehölzfreie Flächen . https://gis.tirol.gv.at/uwsdata/BIK_Reports/Gemeindereport_neu/Gemeinde_822_Musau_neu.pdf (1.2.2017)
- Ötz/Piburger See** (Tirol/A) 4712 × 1054 ca. 900–1000 m
Kaltluftaustritte im Blockschutt, <http://www.tiroler-schutzgebiete.at/schutzgebiete/landschaftsschutzgebiete/achstuerze-piburger-see.html>
- Passo Coe –Folgaria** (Trento/I) 4553 × 1113 ca 1600 m
„Bus del Giaz“. LARCHER 2012
- Penon/Kurtatsch** (Südtirol/I) 4618 × 1112 630 m ENE
„Eiskeller“ „Kalter Keller beim Sulzhof“. Teilweise gemauerte Kühlkeller. TBS 6.0 °C. Vgl. PUNZ et al. 2005. <http://gis2.provinz.bz.it/mapAccel/DataAccess.jsp?id=1456> (1.2.2017)
- Petzen** (Kärnten/A) 4631 × 1445 ca. 1500 m N
Blockhalde, Kaltluftaustritt. *Linnaea borealis*; Vegetationstabelle. MELZER 1966; MELZER 1968b; ERNET & FRANZ 2011
- Pflüghof/Maltatal** (Kärnten/A) 4659 × 1327 ca. 850 m
Unterkühlte Schutthalde. Vgl. PUNZ et al. 2005. Langjährige Klimamessreihen: WAKONIGG 2006
- Prösel – Völs** (Südtirol/I) 4632 × 1131 ca 900 m
„Wirtskeller“ (Rieferhof); Eiskeller beim Unterpensner; Eislöcher zwischen St. Anton und St. Konstantin. Kaltluftaustritte in/an Bergsturzhalde. Alpine Pflanzen, Kleinsträucher, Flechten-, Moos- und Farnbewuchs. Oachner Höfeweg 2008; <http://gis2.provinz.bz.it/mapAccel/DataAccess.jsp?id=1695> (1.1.2017); <http://gis2.provinz.bz.it/mapAccel/DataAccess.jsp?id=1694> (1.1.2017); <http://www.provinz.bz.it/denkmalpflege/themen/1071.asp?status=detail&id=50474> (1.2.2017)
- Radenthein** (Kärnten/A) 4648N × 1343E 665 m E
„Kaltluft-Keller im Grobblockwerk. *Asplenium viride*. FRANZ 2014
- Rannatal** (Oberösterreich/A) 4829 × 1347 ca. 350 m SW
Kaltluftführende Blockhalden. Fichtenblockwald mit Torfmoosen; Kondenswasser Moore. Ausführliche floristische Angaben. Einzige bekannte außeralpine Lokalität in Österreich. BERGER 1999, MOLENDI 2001, GRIMS 2004
- Sand in Taufers** (Südtirol/I) 4654 × 1156 ca. 850–1000 m
Eislöcher bei Mühlen; Bierkeller in Kematen(?). Kaltluftaustritte am Fuß einer Blockhalde, Nutzung u. a. zur Kühlung von Jungpflanzen. NÖCKLER 2011; <http://gis2.provinz.bz.it/mapAccel/DataAccess.jsp?id=3486> (1.2.2017)
- St. Gallenkirch** (Vorarlberg/A) 4659 × 1000 ca. 1460 m NE
Gortipohl, Wald unter Gantekopf; Fichtenblockwald, Kaltluftaustritte. *Linnaea borealis*, div. floristische Angaben. AMANN 2014
- St. Georgen** (Südtirol/I) 4650 × 1156 850–1335 m
„Eiskeller“ bei Bruneck TBS 4 °C Vgl. PUNZ et al. 2005. <http://gis2.provinz.bz.it/mapAccel/DataAccess.jsp?id=3284> (1.2.2017)
- St. Johann/Tauern** (Steiermark/A) 4723 × 1429 ca. 1250 m
Blockhalde am Ausgang des Bärentals. Eis im August, Kaltluftaustritte. TBS 6 °C. Reiche Flechtenvegetation, *Poa laxa*. MELZER 1968a

- St. Nikolai/Bräualm** (Steiermark/A) 4719 × 1402 1160 m
Blockwald, Kaltluftlöcher. TBS 2 °C [Mai]. Projektendbericht Ökoteam 2011; BRUNNER et al 2013
- St. Nikolai/Sölkthal** (Steiermark/A) 4707 × 1402 1260–1700 m E
Moore, Blockschutthalde beim Kreuzsteg. TBS 2.5 °C. Vgl. PUNZ et al. 2005; MELZER 1973; Projektendbericht Ökoteam 2011; BRUNNER et al 2013
- Schellenbergkogel** (Salzburg-Tirol/A) 4720 × 1226 ca. 1800 m
Kondenswassermoor. Vgl. PUNZ et al. 2005
- Schütt** (Kärnten/A) 4634 × 1346 ab ca. 520 m vorwiegend S
Eislöcher im Bergsturzgebiet unter der Dobratsch-Südwand. Vgl. PUNZ et al. 2005
- Seebachtal** (Kärnten/A) 4701 × 1313 ca. 1300 m NNW
„Eisloch“ TBS 5.0 °C. Vgl. PUNZ et al. 2005
- Seewald/Fanes** (Südtirol/I) 4642 × 1205 ca. 1500 m SW
Blockfichtenwald bei Bärenseabl nördlich Pragser Wildsee. „so genannte Eislöcher“. Einzelne floristische und faunistische Angaben. Natura 2000 Managementplan Naturpark Fanes-Sennes-Prags.
- Silberberg** (Graubünden/CH) 4643 × 0945 ca. 1310 m WNW
Unterkühlte Schutthalde, Hexenwäldli. Vgl. PUNZ et al. 2005
- Soteska** (SLO) 4618 × 1403 ca. 600 m
Kaltluftaustritte mit *Linnaea borealis*. Vgl. PUNZ et al. 2005. MELZER 1966, 1983; ERNET & FRANZ 2011
- Steiner Alm** (Kärnten/A) 4642 × 1303 ca. 1800 m NNW
Eisführende Schutthalde am Jauken. Vgl. PUNZ et al. 2005
- Steinrig/Mieming** (Tirol/A) 4719 × 1058 ca. 920 m S
Grobblockhalde oberhalb von Barwies mit Kaltluftaustritten. Moosreicher, artenarmer Schneeheide-Föhrenwald. https://gis.tirol.gv.at/uwsdata/BIK_Reports/Gemeindereport_neu/Gemeinde_209_Mieming_neu.pdf
- Sufers** (Graubünden/CH) 4634 × 2400 ca. 1440 m SW
„Eisloch“ am Hinterrhein. Kaltluftaustritte; sommerliches Eis: Moose. HUGENTOBLER 2008; https://www.geocaching.com/geocache/GC33PMD_eisloch?guid=a1cfd006-9840-453a-8c89-8be3e49edf1a (1.2.2017)
- Sulzbachtal** (Salzburg/A) 4714 × 1215 860–940 m
Kalteislöcher am Fuss einer Blockhalde am Anfang des Obersulzbachtals - TBS 2 °C. Eiskeller des Tetscherbauern (Hütte als Kühlraum); Schiedhof-Eiskeller (Hütte als Kühlraum) - TBS 7,5 °C. KLAPPACHER 1992
- Terenten - Aschburg** (Südtirol/I) 4650 × 1147 ca. 1200 m SW
„Eislöcher“ - „Buche di ghiaccio“. Kaltluft zweifelhaft. Terner Sagenwege o.J.; ZODERER, schriftl. Mitt.
- Toteisboden/Schladming** (Steiermark/A) 4721 × 1342 ca. 1060 m NNE
Kondenswassermoor auf Bergsturzgelände. TBS 0.3 °C. Vgl. PUNZ et al. 2005. Umfangreiche Erhebungen zu Klimatologie, Vegetation und Zoologie: WAKONIGG 2001, HAFELLNER & MAGNES 2002; Projektendbericht Ökoteam 2011; BRUNNER et al 2013

Tragöß - Pfarrerlacke (Steiermark/A) 4733 × 1502 ca. 880 m
Kaltluftlöcher entlang Forststraße. Mikrometeorologische Messungen, ausführliche Angaben zu Flora und Fauna. TBS 3.0 °C. Projektendbericht Ökoteam 2011; BRUNNER et al 2013

Untersberg (Salzburg/A)
Kaltluftaustritte, warme Luftströme (Bestätigung zweifelhaft). Vgl. PUNZ et al. 2005

Usser Rüchi (Graubünden/CH) 4651 × 0958 ca. 1470 m NNW
Unterkühlte Schutthalde, Hexenwäldli. Vgl. PUNZ et al. 2005

Val Cavallina (Bergamo/I) 4547 × 1002 ca. 360 m
„Valle del freddo“. Bergsturzmasse, Kaltluft aus Windröhren. TBS 2 °C. Vgl. PUNZ et al. 2005

Val di Daone (Trento/I) 4558 × 1032 ca 1000 m
Sorel/sorei. Kaltluft (8 °C) aus Öffnungen, zur Kühlung genutzt. PARISI 1995; <http://www.comunitadellegiudicarie.it/layout/set/print/Il-territorio/Turismo/Incontriamo-le-Giudicarie/Percorso-Naturalistico-della-Valle-di-Daone> (1.2.2017)

Val fredda/Lases (Trento/I) 4608 × 1114 ca. 750 m
„Kälteflora“ auf Blockhalde. Vgl. PUNZ et al. 2005

Val Genova/Brenta (Trento/I) 4611 × 1038 ca 1400 m E
Kaltluft aus Blockhalden. ROSENWIRTH & ROSENWIRTH 2012

Val di Gresta - Ronzo (Trento/I) 4553 × 1129 1189 m SW
Buche di ghiaccio „La giazera“; Blockhalde. 1671 von STENONE beschrieben. MANNI 1775, FERRARI 1957, CORRA & FERRARI 1973, HAMANN 1989, PROSSER 1992; ZAMBOTTO M. & ZAMBOTTO P. 2010 (= http://www.pradallac.it/wp-content/uploads/2014/07/Giazere_2010.pdf (1.2.2017); <http://www.protezionecivile.tn.it/territorio/geologia/Geositi/-Grottecarsismo/pagina18.html> (1.2.2017) [Mit Bildern, Plänen und Literaturangaben]; http://www.destradigelagarina.it/UploadDocs/6089_60_X_60_ROMZO_giazere.pdf

Val Susauna (Graubünden/CH) 4638 × 0959 ca. 1700 m N
Unterkühlte Hangschutthalden. Mikroklimamessungen, Bodenanalysen. Pflanzensoziologische Aufnahmen, Transektanalyse. SCHWINDT 2013; KOZAK 2015

Val di Tovel (Trento/I) 4615 × 1056 ca. 1400 m
Val Santa Maria Flavona. ERNET & FRANZ 2011; MELZER, schriftl Mitt.

Vellau/Algund (Südtirol/I) 4642 × 1106 1100/1500 m
„Eislöcher“: Kaltluftströme im Hasental und unterhalb Leiteralms. Keine weiteren Angaben. ORTNER 2016; <https://www.outdooractive.com/de/bergtour/meraner-land/vellauer-felsenweg-zur-leiteralms/1398695/>

Vintl I (Südtirol/I) 4652 × 1143 1040–1090 m
Eiskeller beim Zörhof (Weitental). TBS <2 °C. <http://gis2.provinz.bz.it/mapAccel/DataAccess.jsp?id=1788>

Vintl II (Südtirol/I) 4653 × 1143 1040–1090 m
Eiskeller beim Feuererhof (Pfunders). TBS <2 °C. <http://gis2.provinz.bz.it/mapAccel/DataAccess.jsp?id=1789>

Wildalpen (Steiermark/A) 4740 × 1500 ca. 900 m N
Bergsturzgebiet, „Mooslöcher“. Kälteliebende Relikte; Kondenswassermoor(?). HUSEN & FRITSCH 2007; KÖCKINGER, schriftl. Mitt.; WÜRZINGER-MAYER, schriftl. Mitt.

- Zandlachboden/Mölltal** (Kärnten/A) 4656 × 1320 ca. 1500 m
Kaltluftaustritte. Flechten, Moose, Zwergsträucher. TÜRK & FRANZ 2018, in print.
- Zerbenkogelmoos** (Steiermark/A) 4739 × 1535 ca. 840 m NNW
Kondenswassermoor. Vgl. PUNZ et al. 2005

Diskussion

Ein Überblick über die mehr als 100 Standorte im Ostalpenraum scheint ein vermehrtes Auftreten von Ventarolen im südalpinen Bereich nahezuzeigen. Während bei 73 Lokalitäten explizit die Beschreibung eines Kaltluftaustritts vorliegt, wurden umfangreichere mikroklimatische Messungen nur in wenigen Fällen durchgeführt. Immerhin liegt von mehr als einem Drittel der Standorte eine Temperaturangabe zur sommerlich ausströmenden Kaltluft vor. Ein expliziter Bezug des Kaltluftstroms zum Vorhandensein einer Blockhalde wird mehr als fünfzigmal berichtet, Eisbildung in 27 Fällen. Die entsprechend der derzeitigen Auffassung von der Funktionsweise postulierten „oberen“ Öffnungen, welche im Winter Warmluft ausströmen sollen, wurden bisher nur in zwei Fällen (Schladming, Pflüglhof) beschrieben; umgekehrt wurden bei den „Warmlöchern“ am Mitterberg/Südtirol (4622 × 1117; 609 m) noch keine korrespondierenden Kaltlöcher gefunden (ANDERGASSEN 1981, 1988). Kulturhistorisch mag interessant sein, dass die zuletzt genannten Warmlöcher (Roßzähne, Piglone Kopf) auf Grund von kupferzeitlichen Funden neuerdings mit einem vorgeschichtlichen Kultplatz in Verbindung gebracht werden.

Floristisch-vegetationskundliche Angaben finden sich bei 52 Standorten; neben detaillierten soziologischen Aufnahmen gibt es andere Lokalitäten, von denen beispielsweise nur „reichlich Moose“ oder „Kümmerrichtenwald“ berichtet wird. Siebzehnmals wird das Vorhandensein eines Kondenswassermoors (STEINER 2005) angeführt. Wiewohl beispielsweise das Vorkommen des seltenen Moosglöckchens *Linnaea borealis* häufig mit Kaltluftaustritten verknüpft ist, finden sich ansonsten kaum exklusive Florenelemente; extrazonales Vorkommen einzelner Arten ist dagegen nicht selten. Ob eine pflanzensoziologische Neubewertung von Kaltluftstandorten zu erwarten ist (vgl. hierzu KOZAK 2014), kann noch nicht abgeschätzt werden.

Zoologische Daten liegen lediglich von 12 Standorten vor; sie dokumentieren die durch Blockschutthalden erhöhte Biodiversität wie auch die in vielen Fällen gegebene Rolle dieser Lokalitäten als „hot-spots“ für Endemiten und Rote-Liste-Arten (speziell hinsichtlich Evertrebraten), wobei das Auftreten glazialreliktärer Lokalpopulationen vermutet wird.

Nicht unbedingt erstaunlich, aber doch bemerkenswert ist die hohe (ca. 30) Zahl von Angaben, welche auf eine frühere oder aktuelle Verwendung Bezug nehmen (über die Wirksamkeit des Kaltluftstroms in „Kühlhäuschen“ existiert eine vierjährige lückenlose Temperaturmessung: TRÜSSEL 2014). Zu den rezenten Nutzungen zählt übrigens auch die zeitweilige Lagerung von forstlichen Jungpflanzen im Kaltluftbereich. Vor allem aber nimmt die touristische Propagierung von Windlöchern zu, vom einfachen Hinweis auf „Eislöcher“ (mit oder ohne Schautafeln) bis hin zur Vermarktung als „Sentiero dei Grotti“ (http://www.museovalmaggia.ch/documents/sorted/museo/sentiero/prospetto_grotti.pdf) und von Festen (Sagra dei Crotti, Festa ai grotto: <http://www.bavona.ch/docs/locandina%20giornate%20Nike%202011.pdf>; beides im Valmaggia im Tessin), wobei allerdings der Unterschied zwischen Kellern mit und ohne Kaltluftstrom verwischt sein dürfte. Das Gebiet der Ostalpen betrifft etwa der grenzüberschreitende Weg „La Via dei Grotti“

zwischen Cama (Graubünden/CH) und dem Valchiavenna in der Lombardei (http://www.grottodicama.ch/PDF_01/LaViaDeiGrotti_CamaGordona.pdf).

Die touristische Nutzung mag im Falle von Grotti/Crotti die Chance auf die Erhaltung derartiger Örtlichkeiten verbessern. Für unterkühlte Schutthalden gilt ansonsten, dass menschliche Einflüsse wie Holzbringung, die Errichtung von Forststraßen und andere bauliche Maßnahmen, Betritt, Beweidung und Ähnliches in deren Bereich möglichst vermieden werden sollten. Die Ausweisung eines geeigneten Schutzgebietstatus und/oder entsprechende Information der Ortsansässigen ist hier bedeutsam.

Gefährdet sind Kaltluftstandorte auch durch die Auswirkung des Klimawandels; Maßnahmen gegen diese Bedrohung liegen freilich auf einer anderen Ebene. Allerdings wäre eine flächenhafte Erfassung der biotischen und abiotischen Parameter und deren Änderung an Kaltlöchern zur mittel- bis langfristigen Dokumentation der Temperaturentwicklung höchst wünschenswert. So wie für die Eishöhlen gilt einstweilen auch hier, dass die „Beschäftigung mit dem Thema ... nur ein sporadisches ist“ und Kaltluftstandorte „in mancherlei Hinsicht immer noch eine terra incognita darstellen“ (SPÖTL & PAVUZA 2016b).

Wie bereits in der Einleitung ausgeführt, versteht sich die vorliegende Arbeit als vorläufiger Überblick über die vorhandenen Angaben zu Ventarolen bzw. unterkühlten Blockhalden in den Ostalpen. Der Autor erhofft sich davon eine intensivere Beschäftigung mit Kaltlochphänomenen und ist für jegliche weiterführende Information dankbar!

Dank

Für Auskünfte und Hinweise danke ich *salvo titulo* Erhard CHRISTIAN, Wolfgang DIEWALD, Wilfried FRANZ, Heribert KÖCKINGER, Harald LOBITZER, Herwig WAKONIGG, Brenda ZODERER.

Literatur

- AKTUALISIERUNG DES BIOTOPINVENTARS VORARLBERG: MELLAU, 2014. Im Auftrag Vorarlberger Landesregierung.
- AMANN G., 2014: Bemerkenswerte Pflanzenfunde in Vorarlberg (Österreich). *inatura – Forschung online* 8, 1–15.
- ANDERGASSEN G., 1981: Die Warmlöcher auf dem südlichen Ausläufer des Mitterberges bei Platten. *Der Schlern* 55, 158–159.
- ANDERGASSEN G., 1988: Das Geheimnis der Warmlöcher. *Dolomiten* Nr. 70 (24. 3. 1988), 25.
- BALCH E.S., 1900: *Glacieres or freezing caverns*. Allen, Lane & Scott Philadelphia.
- BERGER F., 1999: Kompilierte Liste weiterer Flechtenfunde aus dem unteren Rannatal (Mühlviertel, Oberösterreich, Österreich) und Aspekte zur dessen Unterschutzstellung. *Beitr. Naturk. Oberösterreich* 7, 181–203.
- BIOTOPKARTIERUNG GEMEINDE GOSAU, 2007. Im Auftrag des Landes Oberösterreich.
- BIOTOPKARTIERUNG SPITAL/PYHRN SÜD, 2006. Naturraumkartierung Oberösterreich im Auftrag der OÖ Landesregierung. Kirchdorf/Krems.
- BRUNNER H., FRIESS T., BOROVSKY M., KOMPOSCH C., KOMPOSCH H., LAZAR R., LECHNER B., MARIANI O., MAURER B., PAILL W., SCHATZ I. & STIEGLER C., 2013: Kleintierfauna unterkühlter Blockhalden in den Ostalpen. *Nat. Landsch.* 45, 5–12.

- BURGA C.A., VOSER N. & GREBNER D., 2005: Die Eppaner Eislöcher - eine Kälteinsel im Weingebiet Südtirols Gredleriana 005, 9–38.
- CASTBERG J., 1806: Reisebemerkungen physikalischen Inhalts aus dem Tagebuch des Herrn Doktor Castbergs. In: SALIS C.U. & STEINMÜLLER J.R., Alpina. Winterthur, 393–400 (= Annalen der Physik 19(1805)1, 132–143).
- CHRISTIAN E., 2016: *Höhlentiere*. In: SPÖTL C. PLAN L. & CHRISTIAN E. (Ed.), Höhlen und Karst in Österreich. Denisia 37, 233–254.
- CORRA G. & FERRARI M., 1973: Osservazioni di Stenone sulla formazione die ghiaccio extivo in due grotte di montagna nelle Prealpi Tridentine e Lombarde. Nat. alp. 24(2);103–126.
- CYSAT J. L., 1661: Beschreibung dess Berühmbten Lucerner- oder 4-Waldstättensees. Hautten Luzern.
- EBEL J.G., 1809: Anleitung, auf die nützlichste und genußvollste Art die Schweiz zu bereisen. Orell & Füssli Zürich .
- ERNET D. & FRANZ W.R., 2011: Das Moosglöckchen, *Linnaea borealis* (Linnaeaceae), neu für die Steiermark. Mit Anmerkungen zur Gesamtverbreitung und zu den Vorkommen dieser Art in den Alpen. Joannes Botanik 9, 23–48.
- ERZINGER E., 1950: Die primitiven Bauformen im Puschlav. Bündnerisches Monatblatt Jg 1950(5), 129–145.
- FRANZ W.R., 2014: Untersuchungen zur Populationsgröße /Stabilität an Standorten von *Asplenium adulterinum* und seinen Hybriden in Kärnten. Im Auftrag Amt der Kärntner Landesregierung Klagenfurt.
- FERRARI M., 1957: La prima esplorazione scientifica di una grotta del Trentino. Nat. Alp. 8(1), 9–16.
- GEILHOFER R., 1925: Das Spullersee-Kraftwerk. Schriften des Vereins für Geschichte des Bodensees und seiner Umgebung 53, 59–50.
- GERMANN CH., ROESTI Ch. & BAUR H., 2005: Erstnachweis der Höhlenschrecke *Troglophilus cavicola* (Kollar, 1833) (Ensifera, Stenopelmatoidea, Rhabdophoridae) für die Schweiz. Mitt. Schweiz. entomol. Ges. 78, 365–374.
- GESCHICHTSPARCOURS EISACKTALER WEGE 2008. BEZIRKSGEMEINSCHAFT EISACKTAL (HG) BRIXEN.
- GRIMS F., 2004: Die Moosflora des unteren Rannatales (Mühlviertel, Oberösterreich, Österreich). Beitr. Naturk. Oberösterreich. 13, 217–247.
- GRUBER F., 2009: Das „Kalte Loch“ im Mariensteinwald, Anlaufstal. Kultur passiert ... (Hg. Gasteiner Kulturkreis) 66, 8–10.
- HAFELLNER J. & MAGNES M., 2002: Floristische und vegetationskundliche Untersuchungen in einem Kondenswassermoor in den Niederen Tauern (Steiermark). Stapfia 80, 435–450.
- HAMANN U., 1989: Botanische Exkursionen im Gardaseegebiet und in den Judikarischen Alpen (1958–1988). Bochum.
- HUGENTOBLER O., 2008: Klimaerwärmung und Permafrost im Hinterrheintal. Bündner Wald 61(3), 84–86.
- HUSEN D.V. & FRITSCH A., 2007: Der Bergsturz von Wildalpen (Steiermark). Jb. Geol. B.-A. 147, 201–213.
- JARZ K., 1882: Die Eishöhlen bei Frain in Mähren.+ Petermanns Mitteilungen 28, 170–176.
- JARZ K., 1884: Die Frainer Eisleiten. Oesterr. Touristen-Zeitung IV. Nr. 22, 257–260 und 23, 271–272.
- KLAPPACHER W. (RED.), 1992: Salzburger Höhlenbuch (Hg. Landesverein für Höhlenkunde in Salzburg) 5, 406–407.
- KOZAK J.-L., 2015: Zwergwüchsige, subalpine Nadelwälder auf Permafrostlinsen unterhalb der Baumgrenze in den Schweizer Alpen. Masterthesis TU München.

- KRISAI R., 2007: Die Krimmler Wasserfälle – ein Moosparadies. In: Alpine Raumordnung 31 (= Festschrift 40 Jahre Europäisches Naturschutzdiplom Krimmler Wasserfälle), 46–51.
- LARCHER F., 2012: La Magnifica Comunità degli Altipiani Cimbri: il territorio, l'ambiente, la storia. Lavarone.
- LASEN C., 1984: Aspetti floristico-vegetazionali delle Masiere di Vedana (Belluno). St. Trent. Sc. Nat. 61, 155–167.
- LECHNER E., 1865: Das Thal Bergell (Bregaglia) in Graubünden. Verlag Engelmann Leipzig.
- MANNI D.M., 1775: Vita Niccolò Stenone. Florenz.
- MELZER H., 1966: Floristisches aus Kärnten. Carinthia II 76, 21–27.
- MELZER H., 1968a: Neues zur Flora von Steiermark XI. Mitt. Naturwiss. Ver. Steiermark 98, 69–76.
- MELZER H., 1968b: Botanisches von der Petzen, einem wenig bekannten Berg in den Karawanken. Jahrbuch des Vereins zum Schutze der Alpenpflanzen und -Tiere 33, 69–74.
- MELZER H., 1983: Neues zur Flora von Steiermark Mitt. Naturwiss. Ver. Steiermark 113, 69–77.
- MOLENDI R., 1999: Die Rolle von Blockhalden bei der Entstehung disjunkter Areale: zoogeographische Aspekte. In: MÖSELER B. M. & MOLENDI R. (Hg.), Lebensraum Blockhalde. Decheniana-Beihfte (Bonn) 37, 161–170.
- MOLENDI R., 2001: Mikroklimatische und faunistische Untersuchungen an den Blockhalden im Rannatal/Donau (Oberösterreich). Gutachten Naturschutzabteilung Oberösterreich 0151, 1–39.
- NATURA 2000 MANAGEMENTPLAN NATURPARK FANES-SENNES-PRAGS [O.J.]. PROVINZ BOZEN-SÜDTIROL.
- NATURPARK RIESERFERNER-AHRN 2011. AMT FÜR NATURPARKE DER PROVINZ BOZEN-SÜDTIROL.
- NÖCKLER A., 2011: Kultur-Kleinod Kematen. Tauferer Bötl 26(3), 26–27.
- OACHNER HÖFEWEG 2008. HG. GEMEINDE VÖLS AM SCHLERN.
- ORTNER J., 2016: Flurnamenwanderung. ALM-Algunder Magazin 11(4), 56–57.
- PARISI B., 1995: I sorei in Val di Daone. Judicaria 29, 46–54.
- PHILIPS M., ZENKLUSEN MUTTER E., KERN-LUETSCHG M. & LEHNING M., 2009: Rapid degradation of ground ice in a ventilated talus slope: Flüela Pass, Swiss Alps. Permafrost and Periglacial Processes 20(1), 1–14.
- PILSL P., WITTMANN H. & NOWOTNY G., 2002: Beiträge zur Flora des Bundeslandes Salzburg III. Linzer Biol. Beitr. 34,5–165.
- PROJEKTENDBERICHT ÖKOTEAM 2011 = Unterkühlte Blockschutthalden als zunehmend schutzbedürftige Rückzugslebensräume einer kälteliebenden Kleintierfauna 2011. Projektendbericht Ökoteam Graz.
- PROSSER F., 1992: Le Buche del Vento di Cornacalda. Ann Mus civ Rovereto Sez Sci nat 7, 157–176.
- PROSSER F. & FESTI F., 1990: Una stazione di piante microterme a Cengio rosso. Ann Mus civ Rovereto Sez Sci nat 5, 101–110.
- PUNZ W., 2015: Über Kaltlöcher (Buche di Ghiaccio, Ventarolen, Eiskeller usw.) im Ostalpenraum. Berichte der Geologischen Bundesanstalt 113, 99–100.
- PUNZ W., 2016: Über Kaltlöcher (Ventarolen/ cold scree slopes) in den Ostalpen. In: Abstracts 17. Österreichisches Botanikertreffen Wien, BOT & INF der BOKU Wien, 86.
- PUNZ W., SIEGHARDT H., MAIER R., ENGENHART M. & CHRISTIAN E., 2005: Kaltlöcher im Ostalpenraum. Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft 142, 27–45.
- ROSENWIRTH M. & ROSENWIRTH W., 2012: Blütenzauber auf 3000m Höhe. Bergwärts. Alpinwelt 3, 48–50.

- SCARAMELLINI G., 1993: I Crotti di Valchiavenna. Bergamo.
- SCHWINDT D., 2013: A multi-methodological study on the ground thermal regime and its impact on the temporal variability and spatial heterogeneity of permafrost at three sites in the Swiss Alps. Diss Univ. Würzburg.
- SINGER M., 1932: Der Baugrund. Springer Wien.
- SPÖTL CH., PLAN L. & CHRISTIAN E. (Ed.), 2016: Höhlen und Karst in Österreich. Denisia 37. Oberöst. Landesmuseum Linz.
- SPÖTL CH. & PAVUZA R., 2016a: Höhlenatmosphäre In: SPÖTL CH., PLAN L. & CHRISTIAN E. (Ed.), Höhlen und Karst in Österreich. Denisia 37, 123–138.
- SPÖTL CH. & PAVUZA R., 2016b: Eishöhlen und Höhleneis. In: SPÖTL CH., PLAN L. & CHRISTIAN E. (Ed.), Höhlen und Karst in Österreich. Denisia 37, 139–154.
- SPREITER-GALLIN M., 2006: Castasegna – Ein Grenzdorf, Chronik deutsch-italienisch. Montabellaverglag.
- STEINER G.M., 2005: Moortypen. Stapfia 85, 5–26.
- STÖHR D., 2004: Vegetation und Naturschutz im Halltal. Exkursionführer TFV Innsbruck.
- TERNER SAGENWEGE O.J. SIMON AICHNER TERENTEN.
- TRIMMEL H., 1968: Höhlenkunde. Vieweg-Verlag Braunschweig.
- TRÜSSEL M., 2014: Kühlhäuschen-Wüstung Atzigen mit vier lückenlosen Temperatur-Messjahren. <http://www.neko.ch/kuehlhaeuschen-wuestung-atzigen-mit-4-lueckenlosen-temperatur-messjahren>
- VAILATI D. & BIAGI P., 1990: Primo contributo alla conoscenza dei „büs del lat“ dell'altopiano di Cariadeghe (Serle, Brescia). Natura Bresciana - Ann. Mus. Civ. Se. Nat. Brescia 25, 261–303.
- WAKONIGG H., 1996: Unterkühlte Schutthalden. In: Beiträge zur Permafrostforschung in Österreich. Arb. Aus d. Inst. f. Geogr. d. Univ. Graz 33, 209–223.
- WAKONIGG H., 1998: Neue Beobachtungen an unterkühlten Schutthalden. Mitt. d. Österr. Geogr. Gesellsch. 140, 115–130.
- WAKONIGG H., 2001: Ergebnisse von Temperatur-Dauerregistrierungen am „Toteisboden“ im Schladinger Untertal. Mitt. Naturwiss. Verein Steiermark 131,41–56.
- WAKONIGG H., 2006: Die unterkühlte Blockschutthalde beim Pflüghof im Maltatal. Ergebnisse von Temperatur-Dauerregistrierungen von April 2001 bis Mai 2004. Carinthia II 196/116, 501–518.
- WAKONIGG H., 2017: Kalte Schutthalden. GeoGraz 60, 4–10.
- ZAMBOTTO M. & ZAMBOTTO P., 2010: La Grotta della Giazzera (Grotta di Stenone) in Val di Gresta. Mondo sotterraneo 7 – Bollettino SAT. A.73, n.1(I trim. 2010), p. IX-XII - Trento.
- ZENKLUSEN MUTTER E. & PHILIPS M., 2009: Temperaturänderungen in alpinen Permafrostböden. WSL-Workshop Davos. [http://www.slf.ch/forschung_entwicklung/permafrost/bauen_im_permafrost/workshops/04_Temperaturanderungen_in_alpinen_Permafrostboden_Zenklusen_2009.pdf]

Eingelangt: 2017 02 20

Anschrift:

Ass.-Prof. i.R. Mag. Dr. Wolfgang PUNZ, Department für Ökogenomik und Systembiologie, Universität Wien, Althanstraße 14, A-1090 Wien.
E-Mail: wolfgang.punz@univie.ac.at

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien](#)

Jahr/Year: 2018

Band/Volume: [154](#)

Autor(en)/Author(s): Punz Wolfgang

Artikel/Article: [Ventarolen \(Kaltlöcher, unterkühlte Blockhalden\) im Ostalpenraum 69-83](#)