download unter www.zobodat.at

Die große Eishöhle im Tennengebirge (Salzburg). (Eisriesenwelt.)

Ausführlicher Bericht über die Ergebnisse der Höhlenexpedition der Akademie der Wissenschaften in Wien, 1921.

(Schluß.)

V. Eisbildungen und meteorologische Beobachtungen.

Von Dr. **E. Hauser** (Frankfurt a. Main) und Dipl. Ing. **R. Oedl** (Salzburg).

Daß in einer Windröhre (einer Höhle mit mehr als einem Eingang, die zumeist verschieden hoch gelegen sind) und um eine solche handelt es sich bei der „Eisriesenwelt", starker Luftzug vorherrscht, der in bestimmten Zeiten seine Richtung ändert, ist schon in vielen Spezialveröffentlichungen erwähnt worden. Es wurde festgestellt, daß in der kalten Winterperiode die Luft sturmwindartig beim untersten Eingang hineinzieht und oben am Gestein erwärmt herauskommt, während im Sommer der Luftzug umgekehrt vor sich geht. Und gerade in der Frühjahrs- und Herbstperiode findet der Wechsel oft an einem Tage mehrmals statt. Daher war diese Zeit für eine umfangreiche Studie des Windröhrensystems am geeignetsten. Sie fällt auch in das Stadium der Schneeschmelze, so daß wir alle Eisbildungen während unserer 14tägigen Hauptexpedition im Höchststande antrafen. Während die statischen oder wirklichen Eishöhlen (Höhlen mit einem Eingang und von diesem sackförmig nach abwärts geneigt) schon öfters von einzelnen Forschern genau untersucht wurden — wir wollen hier nur auf die grundlegenden Arbeiten von Crammer[1]) und Fugger[2]) verweisen — fehlen leider bis heute ausführliche Beobachtungen über Windröhren. In manchen Arbeiten wurden zwar Vermutungen, die sich auf ungenügende oder nur teilweise Untersuchungen stützen, über die Windröhrentheorie gemacht, die aber nie durch ausreichendes Beobachtungsmaterial bestätigt werden konnten.

---

[1]) Prof. Hans Crammer „Eishöhlen und Windröhrenstudien", Wien 1899 (Lechner).

[2]) Prof. Eberhart Fugger „Eishöhlen und Windröhren", 24., 25. und 26. Jahresbericht der k. k. Oberrealschule in Salzburg. 1891, 1892, 1893.

download unter www.zobodat.at

Wir sind ja überzeugt, daß auch unsere lang andauernden, fast zu jeder Tages- und Nachtzeit vorgenommenen Messungen noch nicht vollkommen sind, denn erst nach jahrelangen immerwährenden Aufzeichnungen kann die Theorie, die wir in der Zeitschrift „Die Naturwissenschaften“[1]) aufstellten, den Anspruch auf volle Genauigkeit erheben. Doch wir haben in den zwei Jahren nach dem Kriege, seitdem eigentlich die Eisriesenwelt durch unsere Entdeckungen als größte Eishöhle der Erde bekannt geworden ist, schon eine beträchtliche Fülle von Aufzeichnungen gesammelt, und besonders durch die schon vorher erwähnte Expedition der Wiener Akademie, der eine fünftägige Vorexpedition (16. bis 20. März 1921) vorausging, während die Hauptexpedition selbst vom 30. März bis 9. April 1921 stattfand, fühlen wir uns berechtigt, schon jetzt eine eingehendere Darstellung dieser Windröhre und ihrer physikalisch-meteorologischen Erscheinungen vornehmen zu können.

Für unsere Messungen wurden folgende Instrumente verwendet: vier Standthermometer auf halbe Grade geteilt, die auf folgenden Punkten dauernd von uns angebracht und fortlaufend abgelesen wurden.

Standort: I. beim Eingangstor (siehe Höhlenplan),
II. in der Hymirhalle,
III. im Mörkdom,
IV. im Eispalast.

Ferner ein ebenfalls in halbe Grade geteiltes Maximum-Minimumthermometer, das beim Sturmsee aufgestellt wurde. Vier weitere Thermometer führten wir für Sand-, Gesteins- und Wassermessungen stets bei uns. Diese waren in Einzehntelgrade geteilt. Vor dem Eingange zeichnete ein Registrierthermograph während der 11 Tage der Hauptexpedition die Temperatur an der Grenze zwischen Höhlen- und Außenluft (von der Windrichtung abhängig) auf. Beim Auswärtsströmen der Luft registrierte er noch die Höhlenluft, beim einwärts gerichteten Luftstrom dagegen die Außenluft. Dadurch hatten wir die Umkehrung des Luftstromes graphisch niedergelegt, da in diesem Momente die Kurve stets eine plötzliche Veränderung zeigt. Zur Höhenmessung und zur Feststellung von Druckänderungen dienten zwei geeichte Aneroide.

Für Feuchtigkeits- und Lufttemperaturmessungen benutzten wir ferner einen Aspirations-Psychrometer, für Windmessungen zwei Schalen-Anemometer und für die notwendigen Vermessungsarbeiten, wie Zeichnen von Querschnitten usw. das Bruntonsche Taschenuniversalinstrument, das auf die leichteste Art und Weise die notwendigen Winkelmessungen vornehmen läßt. Alle drei Apparate sind von der Firma R. Fuess in Berlin-Steglitz hergestellt.

In insgesamt 16 Expeditionstagen (Vor- und Hauptexpedition zusammengenommen), hatten wir während 14 Befahrungen, von denen die einzelnen durchschnittlich 10 Höhlenstunden betrugen, 107 Windmessungen und 251 Aspirations-Psychrometer- und Aneroidmessungen, außerdem eine sehr große Zahl von Thermometermessungen, vorgenommen. Dabei wurden die Messungen auf fast alle Teile der damals schon nahezu 20 *km* lang erforschten Höhle ausgedehnt.

Die Eisriesenwelt als Windröhre.

Die Eisriesenwelt ist als typische Windröhre zu bezeichnen und wir wollen daher nun die früher vorweggenommene Behauptung beweisen und an Hand dieses Beweises

[1]) E. Hauser und R. Oedl „Eishöhlen“. — Ein Beitrag zu ihrer physikalisch-meteorologischen Erklärung. „Die Naturwissenschaften“, IX, 1921, Heft 36, p. 721.

download unter www.zobodat.at

dann die Punkte gesondert aufzählen, die für die Eisriesenwelt besonders kennzeichnend sind.

Als Windröhren bezeichnet man ganz allgemein alle Höhlen, die mit der Außenwelt durch mindestens zwei Öffnungen kommunizieren, wobei in der Regel zwischen den einzelnen Öffnungen eine Niveaudifferenz besteht. Für Windröhren mit ständiger Eisbildung kommen nur diese in Betracht, so daß wir hier die Erörterung sogenannter Durchgangshöhlen übergehen können.

Eine Windröhre besteht im allgemeinen aus einem horizontalen und einem vertikalen Teil, deren Ende mit der Außenwelt in Verbindung steht. Das Vorhandensein von nach auf- oder abwärtsziehenden Sackhöhlen in einer Windröhre ist von sekundärer Bedeutung.

Setzen wir nun den Fall voraus, der im Herbst eintritt, daß die Außenluft eine niedrigere Temperatur aufweist, als die zu gleicher Zeit in der Höhle befindliche Luft, so wird diese bestehende Temperaturdifferenz eine Luftströmung zur Folge haben. — Die relativ warme Höhlenluft wird das Bestreben haben, nach oben zu entweichen und wird so beim oberen Ausgang ausströmen und dafür bei der unteren Öffnung der Höhle (horizontaler Teil) Außenluft einsaugen. Diese Außenluft ist aber, wie erwähnt, kalt und hat daher selbst das Bestreben, sich so tief als möglich zu lagern, was physikalisch durch die Zunahme an spezifischem Gewicht leicht erklärlich wird. Wenn wir uns nun vorstellen, daß die Luft im Freien aus oben erwähntem Grunde, zum Beispiel an einer Felswand entlang absinkt und in derselben eine Öffnung findet, so wird sie in dieselbe einfallen und auf die in der Höhle befindliche Luft einen Druck ausüben. Wir sehen also, daß zu der Saugwirkung der am oberen (vertikalen) Ende der Höhle entweichenden Luft noch eine Druckwirkung der beim Eingang einfallenden Luft hinzukommt, die beide, da in derselben Richtung wirkend, die maßgebenden Faktoren der einsetzenden Luftzirkulation sind.

Die kalte, beim unteren Eingang der Höhle eintretende Luft wird nun von hier beginnend das Gestein der Höhle abkühlen, wobei die Luft durch die dem Gestein entzogene Wärme an Temperatur zunimmt und daher solange das Bestreben haben wird, ebenfalls beim oberen Ausgang die Höhle zu verlassen, solange die Außenluft kälter ist. Es ist wohl selbstverständlich, daß die Abkühlung um so stärker und die abgekühlte Zone um so weiter in den Berg hineinreichen wird, je längere Zeit die früher erläuterte Temperaturdifferenz besteht.

Sobald aber die Temperatur der Außenluft, die Lufttemperatur der Höhle übersteigt, tritt eine Änderung der Luftstromrichtung ein. Die Höhlenluft ist die nunmehr spezifisch schwerere und wird daher das Bestreben haben, sich möglichst tief zu lagern. Sie sinkt daher beim unteren Eingang aus der Höhle heraus und saugt nunmehr durch die obere Öffnung warme Außenluft nach. Diese wird nun unter Erwärmung des Höhlengesteines von letzterem abgekühlt und zwar so, daß sie bei ihrem

download unter www.zobodat.at

Zuge durch die Höhle immer mehr abgekühlt wird, je näher sie dem unteren Eingang kommt. Sobald sie aber unter die Temperatur der Außenluft abgekühlt ist, hat sie ebenfalls das Bestreben nach unten zu drücken. Die durch diese Strömungsrichtung bedingte Erwärmung der Höhle in der Richtung oberer—unterer Ausgang wird in dieser Richtung um so weiter fortschreiten, je länger die die Zirkulation bedingende Temperaturdifferenz besteht. Sobald aber die Außenluft wieder kälter wird, dreht die Strömungsrichtung neuerlich um. In den Übergangszeiten (Frühjahr, Herbst) kommt es natürlich oft vor, daß diese Umkehr mehrmals im Tage stattfinden kann. Wir möchten hier nur noch bemerken, daß der dem unteren Eingang einer Windröhre benachbarte Teil immer im Vergleich zur übrigen Höhle am kältesten ist, denn in der Winterperiode wird er am stärksten abgekühlt, in der Sommerperiode am wenigsten erwärmt. Eingeschaltete Kälte- oder Wärmespeicher haben, wie schon erwähnt, untergeordnete Bedeutung, da erstere sich im Sommer, letztere im Winter gar nicht an der Luftzirkulation beteiligen.

Damit nun so eine Windröhre zu einer mit ständiger Eisbildung werde, sind nur mehr wenige, aber grundlegende Bedingungen zu erfüllen. 1. Die Höhle muß in einer Gegend liegen, deren Klima für einige Zeit im Jahre Temperaturen unter 0° gewährleistet. 2. Die Höhle muß sich in einem porösen, spaltenreichen Gestein befinden, damit eine reichliche Menge Tropfwasser in die Höhle gelangen kann. 3. Das Terrain muß so beschaffen sein, daß der im Winter gefallene Schnee beim Schmelzen leicht in das Gestein versickern kann. (Karstbildung, Dolinen, Trichter, kein oder wenig aufsaugfähiger Humus.)

Dann kann das nach der Schneeschmelze durch das Gestein dringende Wasser in der winterlich ausgekühlten Höhle zu Eis erstarren, um erst der vom oberen Eingang im Sommer fortschreitenden Erwärmung allmählich weichen zu müssen. Weit ausgedehnte Höhlen werden aber im Sommer sehr selten so stark erwärmt, daß die in der Nähe des unteren Einganges gebildeten Eismassen abschmelzen, so daß hier das Eis das ganze Jahr hindurch erhalten bleibt.

Obwohl bis jetzt in der Eisriesenwelt nur ein Höhleneingang in diesem weitverzweigten 27 *km*[1]) langen Gangsystem bekannt ist, dürfen wir jedoch mit Sicherheit annehmen, daß eine große Anzahl von Schloten, die bis zum Tageslicht auf das Plateau führen, die Bezeichnung der Eisriesenwelt als Windröhre rechtfertigen, wie sich aus den weiter unten zu besprechenden Windmessungen zeigen läßt.

Wir wollen nun hier den Verlauf der gesamten Höhle kurz insoweit wiedergeben, als er für die Eisriesenwelt in ihrer Gestalt als Windröhre von Interesse ist.[2]) Eine eingehende Beschreibung der ganzen Höhle findet sich im Artikel IV des Gesamtberichtes.

---

[1]) Auf Grund der neuesten Forschungsergebnisse bis Ende 1922.

[2]) Die Namen, Niveauunterschiede, Gangrichtungen etc. sind an Hand des Höhlenplanes (Speläologisches Jahrbuch 1922, Tafel I) leicht aufzufinden.

download unter www.zobodat.at

Der untere Eingang (Öffnung des horizontalen Teiles, Fig. 1) befindet sich 1640 *m* hoch in der Westwand des Hochkogels. Vom **ersten Eissee** ab kaum 40 *m* vom Tageslicht entfernt, steigt die Höhle bis zum Eistor, dem höchsten Punkt, ca. 110 *m* an, während die Horizontalentfernung vom Eingang 700 *m* beträgt. Hier biegt die Gangrichtung von Nord um 90° nach Ost ab **(Mörkdom)**. Der weitere Verlauf der Hauptgänge ist fast horizontal, wenn man von den jeweiligen geringen Höhenunterschieden wie beim U-Tunnel, Lehm-Tunnel, zweiter Verbindungsstollen, großer Abgrund, Gerade Kluft etc. absieht, die nie mehr als 30 *m* betragen. Die Seitengänge und Seitenlabyrinthe erreichen hingegen manchmal größere Höhenunterschiede, so der **steile Gang** und **Lehmgang,** deren Ende ca. 50 *m* über dem durchschnittlichen Höhlenmittel liegt (ca. 1760 *m*). **Cañonlabyrinth, Krapfenlabyrinth, Irrgarten** und andere kleine Gangsysteme liegen wieder um 50 bis 70 *m*

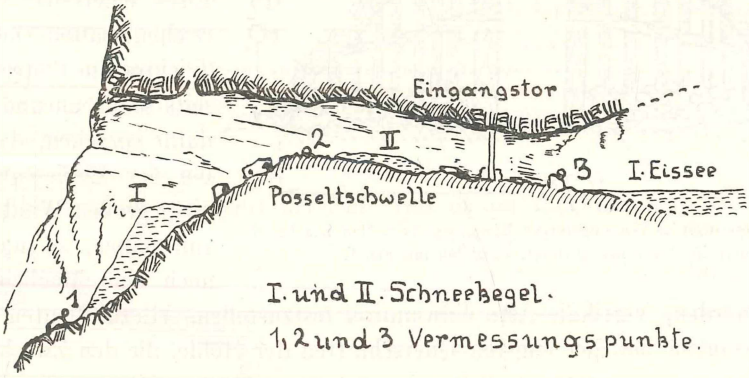


Fig. 1. Eisriesenwelt im Tennengebirge: Längsschnitt des unteren Einganges. Verteilung der Schneekegel am 2. Mai 1920. Schneekegel I . . . vom Lawinenschnee, Schneekegel II . . . während der Winterperiode durch den einwärtsziehenden Luftstrom abgelagert.

unter dem Höhenmittel. Einige noch tiefer hinabführende Spaltenschächte konnten wegen ungenügender Anzahl von Strickleitern bis heute nicht erforscht werden. Ebenso wurden die ungezählten Schlote hinauf noch nicht befahren, da hiezu große Mengen von langen Steigleitern notwendig wären, die uns nicht zur Verfügung standen.

Dieses Gangsystem wird von einer ca. 300 bis 400 *m* dicken Kalkmasse von der Oberfläche des Tennengebirgsplateaus getrennt, die durch die gebirgsaufbauenden Kräfte überall gelockert wurde, wofür die vielen Verwerfungsspalten, Klüfte und verschobenen Schichten in den einzelnen Höhlenteilen sprechen. Hierauf ist ja auch die Entstehung der ganzen Eisriesenwelt zurückzuführen, denn das von der Oberfläche eindringende Niederschlagswasser konnte in die unzähligen Spalten eindringen und viele derselben zu großen Schächten auswaschen, die nun die Verbindung des horizontalen Gangsystems mit der Oberfläche darstellen. Eine Besichtigung des Plateaus oberhalb der Höhle weist viele Dolinen auf, die zumeist mit

download unter www.zobodat.at

Schnee und Eis bis in den Herbst hinein ausgefüllt sind. Eine nordöstlich vom Hochkogel befindliche Doline wurde im vergangenen Herbst auf 60 *m* Tiefe befahren. Ein weiteres Vordringen war uns damals durch Eis und Schnee versperrt, doch am Rande zwischen Fels und Eis war ein schmaler Spalt offen, durch den der Wind heftig hinabzog. Dieser Schacht liegt gerade ober der **Kreuzspalte** des **Cañonlabyrinthes.**

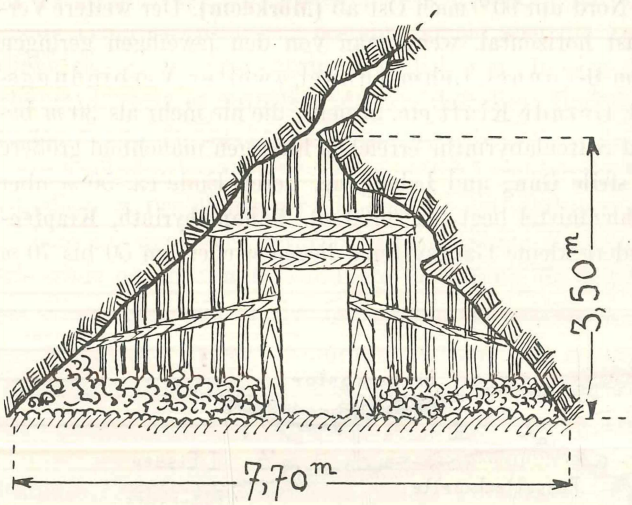


Fig. 2. Eisriesenwelt im Tennengebirge: Eingangstor. Man beachte die Querschnittsverengung durch Vergleich mit Fig. 1.

Wenn auch die ganze Form der Höhle (soweit sie gangbar ist), die Möglichkeit der ständigen Erhaltung des Eises einerseits, die zahlreichen Spalten, Dolinen und Trichter am Plateau anderseits schon an und für sich dafür sprachen, daß wir es bei der Eisriesenwelt mit einer großen Windröhre zu tun haben, so mußte dennoch eine Möglichkeit gefunden werden, vertikale Äste einwandfrei festzustellen. Hiezu dienten uns die Windmessungen bei den engsten Querschnitten der Höhle, die den Zweck hatten,

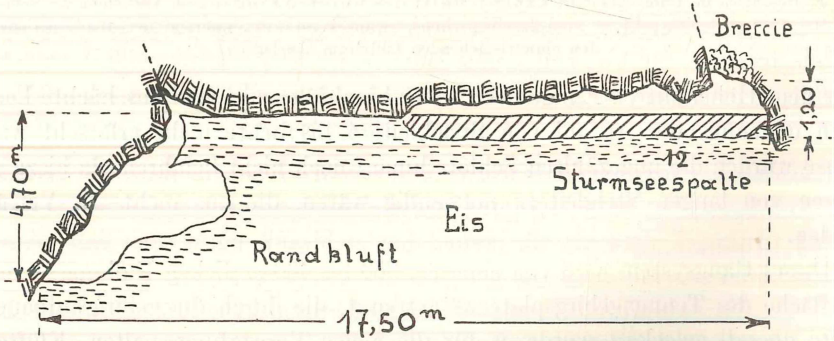


Fig. 3. Eisriesenwelt im Tennengebirge: Querschnitt beim Sturmsee. Die Höhlendecke reicht hier ganz nahe an das Grundeis heran, sodaß eine ganz bedeutende Querschnittsverengung eintritt. (Vgl. Taf. III.)

das Luftvolumen, das durch die einzelnen Teile in einer willkürlich gewählten Zeiteinheit durchströmte, zu messen. Fand der Luftzug heraus statt, so hatten wir folgendes Ergebnis: Beim Eingangstor (Fig. 2) war das ausströmende Volumen immer am größten, während durch den **Sturmsee** (Fig. 3 und 4) nur mehr

download unter www.zobodat.at

Dreiviertel desselben zog, beim **Punkt 33**[1]) (Fig. 5) hatten wir sogar nur mehr die Hälfte des am Eingange gemessenen Luftvolumens. Die Messungen wurden möglichst schnell hintereinander gemacht, so daß wir für diese Zeit ungefähr einen konstanten Zustand der Windverhältnisse annehmen durften. Wir erkennen daraus, daß auf der ca. 600 *m* langen Gangstrecke vom Eingang bis zum **Sturmsee** (Tafel III) ein Viertel des Luftvolumens von dem großen Schlot der **Hymirhalle** zuströmen mußte, die also unbedingt einen Zusammenhang mit der Oberfläche haben muß. (Das starke Tropfwasser ist ja ebenfalls ein weiterer Beweis dieser Annahme.) Beim **Punkt 33** hatte das Luftvolumen schon auf ein Fünftel abgenommen, vier Fünftel der ausströmenden Luft müssen auf dem Wege vom **Punkt 33** bis zum Eingang hinzugekommen sein; der eine Teil davon fällt auf den Schlot in der **Hymirhalle,** wie oben besprochen, während hinter dem **Sturmsee** hauptsächlich der große Querspalt im absteigenden Ast des **U-Tunnels** in Betracht kommt. Außer dieser Stelle wurde vom Schlot oberhalb der **Schotterhalle** und durch das **Cañonlabyrinth** das Eindringen der Luft einwandfrei beobachtet. Im rückwärtigen Teil finden wir noch eine große Anzahl von solchen Windeinbruchstellen vor, besonders beim großen Schlot unmittelbar hinter dem **Punkt 33,** dann in dem Spalt oberhalb des großen Abgrundes, im **Dom des Grauens,** in der **Geraden Kluft** und noch an vielen anderen Stellen. Wenn der Luftzug hinein stattfand, trafen wir beinahe dieselben Fälle, nur in umgekehrtem Sinne an.

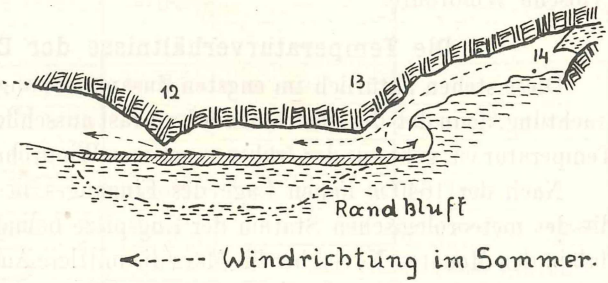


Fig. 4. Eisriesenwelt im Tennengebirge: Längsschnitt der Querschnittsverengung am Sturmsee. Die Pfeile deuten die Windrichtung an. Man beachte die Wirbelbildung und die sich hieraus ergebende Aushöhlung des Grundeises.

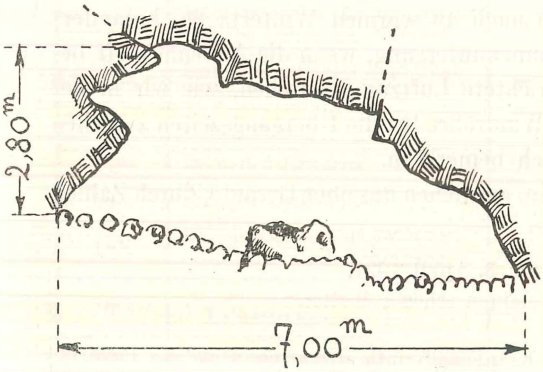


Fig. 5. Eisriesenwelt im Tennengebirge: Querschnitt bei Punkt 33. Der Boden besteht hier aus großen Blöcken, die vermutlich aus der Einsturzmasse des hier befindlichen Schlotes stammen und so durch Hebung des Höhlenbodens die Verengung herbeiführten.

---

[1]) Die Vermessungspunkte sind hier mit fortlaufenden arabischen Ziffern angeführt, wie sie in der Höhle mit roter Farbe bezeichnet sind, während im Höhlenplan die betreffenden Höhenkoten vermerkt sind. Zum besseren Vergleich ist auf Seite 44, 45 eine Tabelle zusammengestellt, die den Zusammenhang zwischen Vermessungspunkten und Höhenkoten erkennen läßt.

download unter www.zobodat.at

Ein großer Teil der einwärts ziehenden kalten Luft zieht sicherlich in die tieferen Etagen unterhalb der Eisriesenwelt ab, so daß das gemessene Luftvolumen beim Eingangstor natürlich nicht die gesamte Luft darstellt, die in die Höhle durch das Gebirgsmassiv eingedrungen ist.

Alle diese angestellten Betrachtungen kennzeichnen die Eisriesenwelt als typische Windröhre.

Die Temperaturverhältnisse der Eisriesenwelt.

Diese stehen natürlich im engsten Zusammenhang mit der vorhergehenden Betrachtung, denn daß die einströmende Luft fast ausschließlich Ursache der abnormalen Temperatur ist, geht aus der früher gegebenen Windröhrentheorie zwangläufig hervor.

Nach der 1640 *m* hohen Lage des Einganges in einer geographischen Breite, die der meteorologischen Station der Zugspitze beinahe gleichkommt, ergibt sich, daß in den Monaten November bis März die mittlere Außentemperatur unter 0° liegt, während in den anderen sieben Monaten die Durchschnittstemperatur über 0° beträgt. Während der fünf Wintermonate strömt die Luft beim unteren Eingange ein und steigt in den Schloten zur Plateauoberfläche empor. In den sieben anderen Monaten trifft man fast ausschließlich die umgekehrte Windrichtung an.

Diese von der Außentemperatur abhängige Windrichtung in der Höhle wurde durch zahlreiche Beobachtungen bestätigt (siehe Temperaturtabelle am Schlusse der Arbeit). Selbstverständlich ließ sich auch an warmen Wintertagen, besonders am Nachmittag, von 14 Uhr bis zum Sonnenuntergang, wenn die Außenluft oft bedeutend über 0° hat, der auswärts gerichtete Luftzug feststellen, wie wir in der weiter oben gebrachten Erklärung einer Windröhre für die Übergangszeiten zwischen Winter- und Sommerperiode ausdrücklich bemerkten.

Wir fügen hier Temperaturtabellen ein, aus denen das oben Gesagte, durch Zahlen belegt, deutlich hervorgeht.

Beobachtung am 3. April 1921.

Außenwitterung: Beim Ein- und Ausfahren schönes Wetter.

Luftzug: Fortwährend heraus.

Befahrene Route: Eisteil, Midgard, Krapfenlabyrinth, Irrgarten, Dom des Grauens, Geistergang, Lehmgang und erster Teil des Cañonlabyrinthes.

Befahrungsdauer: 11^{30} bis 23^{00} (11½ Stunden).

Zeit	Beobachtungsort	Trockener Thermometer	Windrichtung, maximale Windstärke	Bemerkung
11^{00}	Hütte am Achselkopf	+ 5·0	—	Sehr schönes Wetter
11^{35}	Vor der Höhle, Vp 1[1])	+ 9·5	—	—
11^{40}	Posseltschwelle, Vp 2	— 0·4	—	—

[1]) Vp = Vermessungspunkt. Siehe Tabelle auf Seite 44, 45 „Zusammenhang der Vermessungspunkte in der Höhle mit Höhenkoten im Plan".

download unter www.zobodat.at

Zeit	Beobachtungsort	Trockener Thermometer	Windrichtung, maximale Windstärke	Bemerkung
11^{45}	Eingangstor	— 0·4	heraus 6·37 *m/sec*	—
12^{45}	Sturmsee, Vp 12[1])	max. —1·0 min. —1·5	heraus 5·74 *m/sec*	
12^{50}	Mörk-Dom, Vp 19	— 0·3	—	—
12^{55}	Eispalast	— 0·5	—	—
13^{00}	Ende des Bodeneises, Vp 22	— 0·4	—	—
13^{10}	Unter Querspalte des U-Tunnels	— 0·2	—	Sehr viel Tropfwasser
13^{20}	U-Tunnel, Vp 23	0·0	—	—
13^{25}	Beginn „Midgard“, Vp 25	+ 0·2	—	Tropfwasser
13^{45}	Wasserberg im Midgard	+ 1·0	—	Sehr viel Tropfwasser
14^{30}	An der tiefsten Stelle des Krapfenlabyrinthes	+ 0·6	—	Lehm trocken
14^{45}	Bei den Eisfiguren im Krapfenlabyrinth	+ 0·5	—	Lehm gefroren
15^{20}	Vor dem ovalen Schlot, Vp. 33	+ 0·2	herab und heraus 1·92 *m/sec*	Luftzug wird vom bachartigen Tropfwasser mitgerissen
15^{50}	Midgard, Vp 36	+ 0·3	—	—
16^{00}	Höchste Stelle des Irrgartens, 40 *m* höher als Midgard	+ 1·0	—	—
16^{30}	Unter dem Schlot beim Steinmann	+ 1·0	—	Sehr starkes Tropfwasser
16^{40}	Lehmtunnel	+ 1·5	—	—
17^{00}	Dom des Grauens	+ 2·0	herab und heraus	Sehr viel Tropfwasser
18^{05}	Frithjof Oedl Dom	+ 1·8	—	—
18^{25}	Bei der Gabelung zwischen Geister- und Lehmgang	+ 1·2	—	—
18^{35}	An der höchsten Stelle des Lehmganges	+ 1·3	—	—
19^{15}	Vor dem ovalen Schlot, Vp 33	+ 0·3	heraus 1·89 *m/sec*	Viel Tropfwasser
22^{00}	Eispalast	— 0·5	—	—
22^{10}	Mörk-Dom, Vp 19	— 0·2	—	—
22^{20}	Sturmsee, Vp 12	max. —0·9 min. —0·5	heraus 3·67 *m/sec*	—
22^{25}	Hymirhalle	— 0·5	—	Etwas Tropfwasser
22^{45}	Eingangstor	± 0·0	heraus 5·46 *m/sec*	—
23^{00}	Posseltschwelle, Vp 2	— 0·2	—	—
23^{05}	Vor der Höhle, Vp 1	+ 2·0	—	Sternenhimmel

[1]) Vp = Vermessungspunkt. Siehe Tabelle auf Seite 44, 45 „Zusammenhang der Vermessungspunkte in der Höhle mit Höhenkoten im Plan“.

download unter www.zobodat.at

Aus obiger Tabelle entnehmen wir den Verlauf der Temperaturen bei auswärtsströmender Luft. Man beachte die positive Außentemperatur, selbst noch um Mitternacht. Überall trafen wir reichliches Tropfwasser an, das hauptsächlich vom Schmelzwasser des Frühjahrschnees herrührt. Dieses herabstürzende Schmelzwasser reißt auch überall Luft mit und hilft dadurch dem Auswärtsströmen des Windes nach. Beim **Sturmsee** haben wir die niedersten Temperaturen, da hier der Wind vom **Mörkdom** ab am meisten mit dem Eis in Berührung kommt und sich daher hier am stärksten abkühlt. Von da ab nimmt die Temperatur immer mehr zu, je weiter wir in das Berginnere vordringen.

Im unteren Knie des **U-Tunnels** ist die Temperatur sogar auf 0° gestiegen; obwohl wir hier einen Kältespeicher besitzen, ist es hier wärmer als in dem 40 *m* höher gelegenen **Eispalast**. Die Winterkälte bei einwärtsziehenden Luftstrom hat bis hieher die Höhlenwände unter 0° abgekühlt; dagegen verursacht die zunehmende Bodenwärme hier die Erwärmung der Luft. Von da ab sind alle rückwärtigen Lufttemperaturen über 0°. Vereinzelt treten noch einige Schwankungen auf, die vom herabstürzenden Tropfwasser oder von der Lage des Gangsystems abhängen; sei es, daß sich in einem hoch gelegenen Gang, wie dem **Irrgarten,** die warme Luft ansammelt (Wärmespeicher), oder in größeren Tiefen die Bodenwärme die kalte absinkende Luft (Kältespeicher) erwärmt wie im **Krapfenlabyrinth.**

Gleichzeitig vorgenommene Messungen mit dem feuchten Thermometer ergaben überall einen Feuchtigkeitsgrad von 95 bis 100%.

In der nächsten Tabelle betrachten wir die Höhlentemperaturen bei einwärtsziehendem Wind, der mit bedeutend größerer Heftigkeit erfolgt wie die auswärtsziehende Luft. Wir konnten diesen Luftzug bis in die **Gerade Kluft** verfolgen, wo er langsam in den hohen Spalt hinaufzog. Bei den Wassereinbruchstellen fanden wir fast nirgends Tropfwasser vor; die kalte Außenluft ließ eben kein Schmelzwasser zustande kommen.

Nun hatte sich die Nullisotherme auch stark ins Berginnere verschoben. Beim **Punkt 33** fanden wir noch immer — 0·9° vor. In den rückwärtigen Teilen hat die Luft aber wieder überall 0°. Der kalte einströmende Wind hat sich hier am Gestein erwärmt und bis zur Gabelung des ersten Verbindungsstollens seine Kälte abgegeben.

Beim Herausgehen nahm die Temperatur wieder mit jedem Schritt näher dem Tageslichte ab.

Beobachtung am 6. April 1921.

Außenwitterung: Sehr kalt, Nordwind, Nacht vorher geschneit, tagsüber hellt es auf.

Luftzug: Fortwährend hinein.

Befahrene Route: Eisteil, Midgard, zweiter Verbindungsstollen, Gerade Kluft, Mausefalle, Rückkehr durch ersten Verbindungsstollen.

Befahrungsdauer: 8^{45} a. m. bis 12^{00} Mitternacht (15¼ Stunden).

download unter www.zobodat.at

Zeit	Beobachtungsort	Trockener Thermometer	Windrichtung maximale Windstärke	Bemerkung
7^{45}	Hütte am Achselkopf	— 5·2	—	Schneefall
8^{45}	Vor der Höhle, Vp 1[1])	— 5·0	—	—
9^{00}	Posseltschwelle, Vp 2	— 6·0	—	—
10^{00}	Eingangstor	— 6·0	hinein 8·44 *m/sec*	Reifbildung am Tor
10^{10}	Vor Posseltturm, Vp 5	— 3·6	—	—
12^{15}	Sturmsee, Vp 12	—	hinein 5·93 *m/sec*	—
13^{00}	U Tunnel, Vp 23	— 1·6	—	wenig Tropfwasser
13^{10}	Midgard, Vp 25	— 1·8	—	—
15^{00}	Midgard, Vp 33	— 0·9	hinein 1·80 *m/sec*	—
15^{55}	II. Verbindungsstollen, Vp 40	+ 1·5	—	—
16^{30}	Teilungshalle	+ 0·7	—	—
20^{00}	Mausefalle	+ 1·5	—	—
23^{00}	Eispalast	— 1·8	—	—
23^{05}	Mörk-Dom, Vp 19	— 2·1	—	—
23^{15}	Sturmsee, Vp 12	max. min. } — 2·4	hinein 5·60 *m/sec*	—
23^{20}	Hymirhalle	— 2·2	—	kein Tropfwasser
23^{30}	Eingangstor	— 4·0	hinein 5·95 *m/sec*	—
23^{45}	Posseltschwelle, Vp 2	— 4·0	—	—
23^{50}	Vor der Höhle, Vp 1	— 4·2	—	sehr kalt, aber klares Wetter
0^{20}	Vor der Hütte	— 4·0	—	—

[1]) Vp = Vermessungspunkt. Siehe Tabelle auf Seite 44, 45 „Zusammenhang der Vermessungspunkte in der Höhle mit Höhenkoten im Plan".

Aus diesen beiden Tabellen erkennen wir deutlich den Einfluß der Winterkälte; nur sie ist es, die hier diese gewaltigen Eisflächen, die größten aller bisher bekannten, dauernd erneuert und das Gestein derart abkühlt, daß selbst im Sommer und Herbst nur ein verschwindend kleiner Teil des Eises abschmelzen kann.

Natürlich werden diese recht einfachen Resultate durch verschiedene Windrichtungen, besonders bei der Umkehrung des Luftstromes, etwas beeinflußt. Auf Grund unserer zahlreichen Beobachtungen sind diese von ganz untergeordneter Bedeutung, da sie eine Temperaturveränderung nur auf kurze Strecken hervorrufen. Ebenso spielt die Verdunstungskälte keine wesentliche Rolle, zumal die Luft gesättigt den Eisteil erreicht und hier viel eher Kondensation als Verdunstung stattfindet. Gerade im Frühjahr sieht man dies zur Zeit der Schneeschmelzperiode sehr

download unter www.zobodat.at

deutlich. Die warme vollkommen gesättigte Luft wird beim Auswärtsströmen im Eisteil stark abgekühlt und die dadurch hervorgerufene Kondensation erzeugt eine herrliche Reifbildung, die die ganze Höhle in ein Zauberreich verwandelt. Aber auch die Kondensationswärme bildet einen zu vernachlässigenden Prozentsatz der Temperaturveränderung, wie man sich leicht durch eine Überschlagsrechnung überzeugen kann. Wenn dennoch bis jetzt die meisten Forscher die Erklärung des ganzen Phänomens oft in solchen sekundären Erscheinungen sahen, so liegt der Grund hiefür wohl darin, daß sie in Ermangelung genügend zahlreicher und sorgfältiger Temperaturmessungen die Abkühlung durch den Luftstrom als nicht hinreichend ansahen, um die Eisbildung und Erhaltung zu deuten.

Eisbildung.

Aus den vorhergehenden Betrachtungen über die Eisriesenwelt als Windröhre und ihre Temperaturverhältnisse geht hervor, daß die Eisbildung nur in der Nähe des unteren Einganges vorhanden sein wird, da nur hier die einströmende kalte Winterluft das Gestein unter 0° abkühlt, während im Sommer hier die geringste Erwärmung der Höhle stattfindet; je weiter wir uns aber von ihm entfernen, desto geringer wird der Einfluß. An einer gewissen Stelle überschreiten wir die Nullisotherme und wir treffen von hier ab eine positive Temperatur an. Diese Nullisotherme wandert je nach der Richtung des Luftzuges; die beiden Temperaturtabellen lassen dies deutlich erkennen. Im Winter ist sie am weitesten bergeinwärts vorgerückt. Im Sommer haben wir nur in der Nähe des **Sturmsees** 0°. Während dieser Zeit findet der Kampf zwischen eindringendem warmen Tropfwasser und der durchströmenden warmen Luft mit den Eisbildungen statt. Alle zierlichen Wintereisbildungen, wie **Reif,** manchmal **Deckenzapfen, Eiskeulen** und die vielen anderen Dutzend filigranartigen Gebilde schmelzen ab; nur die ganz großen Eisfiguren, **Eisfälle** und das mächtige **Bodeneis** mit seinen **Eiswällen** halten diesen zerstörenden Kräften bis zum nächsten Winter stand.

Wir wollen nun diese zahlreichen Erscheinungen in zwei Teilen näher erörtern u. zw.:

a) Ständige Eisbildung,

b) zeitlich vorübergehende Eisbildung.

a) Die ständige Eisbildung.

Sie beschränkt sich nur auf die ganz großen Eismassen, wie schon oben erwähnt. Diese sind hauptsächlich von den Ursprungsstellen des Eises abhängig; je größer und je näher sie dem Eingange gelegen sind, desto mehr Eis werden sie erzeugen. Ursprungsstellen: **Eisfall des ersten Eissees** (Fig. 6), **Posseltturm** (Tafel IV) und die **Hymirhalle** mit ihrer Querspalte und dem großen Schlot (Tafel V), wohl die allermächtigste der Höhle, dann die **Eisglocke,** das **Asenheim** und die Zerklüftungszone

download unter www.zobodat.at

hinter dem **Sturmsee,** zwischen **Utgadsburg** und **Mörkdom,** die im Sommer 1913 noch zugänglich war und heute vollkommen vereist ist (Fig. 7), schließlich der Eisriegel im **Eispalast**. Außer diesen großen Ursprungsstellen bestehen noch zahlreiche kleine,

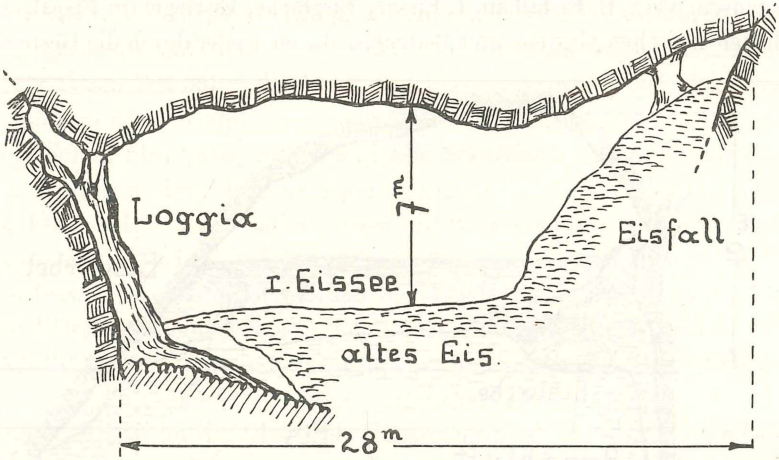


Fig. 6. Eisriesenwelt im Tennengebirge: Querschnitt beim I. Eissee. Das aus der rechts oben angedeuteten Spalte fließende Tropfwasser bildet den Eisfall und wird so zur Ursprungsstelle des den Eissee bildenden Eises. Eine kleinere Ursprungsstelle ist auch links angedeutet.

denen aber größtenteils die vorübergehenden winterlichen Eisbildungen ihre Entstehung verdanken. Die größte Ausdehnung besitzt natürlich das Bodeneis. Gefriert das

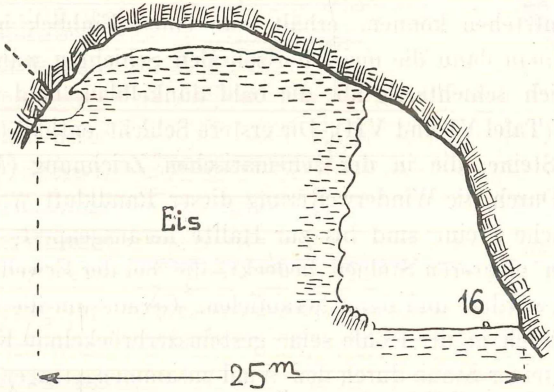


Fig. 7. Eisriesenwelt im Tennengebirge: Querschnitt des vereisten Teiles zwischen Mörkdom und Utgardsburg. Rechts die große Randkluft, durch die wir 1919 den Mörkdom entdecken konnten, während Mörk 1913 oben zwischen Eis und Höhlendecke von der Utgardsburg her vordringen mußte. Während die Randkluft sich von Jahr zu Jahr verbreitet (seit 1919 um ungefähr 2 Meter), ist die obere Verbindung seit 1913 unpassierbar. Hier oben trifft man im Frühjahr die schönste und größte Reifbildung an.

eindringende Schmelzwasser auf ebener Fläche, indem es seeartig flache Becken des Höhlenbodens ausfüllt, so heißt es Eissee. Überrinnt hingegen das Tropfwasser langsam eine steile Höhlensohle und stockt der Zulauf durch mehrere Stunden des

download unter www.zobodat.at

Tages, so daß das Wasser ruhig gefrieren kann, so entstehen die Eiswälle (Fig. 8). Dagegen wollen wir die Eisfälle hievon unterscheiden, die zwar auf die gleiche Weise entstehen, aber nur von einer kleineren Seitenspalte in den Höhlenraum hineinwachsen, wie z. B. **Eisfall am I. Eissee, Eisglocke, Eisriegel** im **Eispalast**. In den Randklüften zwischen Gestein und Bodeneis, die entweder durch die Gesteinswärme

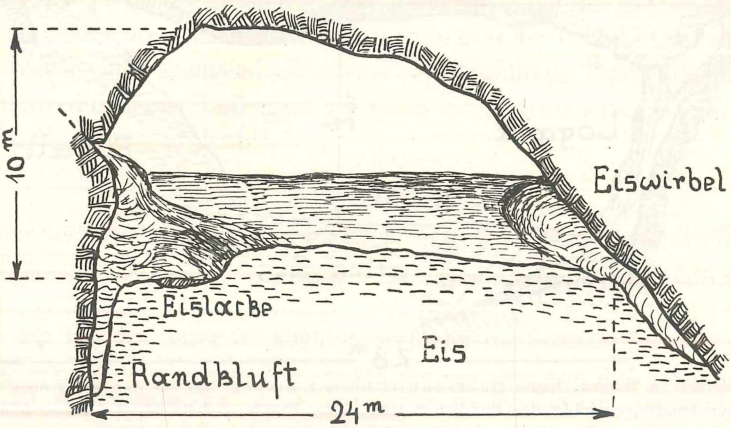


Fig. 8. Eisriesenwelt im Tennengebirge: Querschnitt zwischen Hymirhalle und großem Eiswall. Das Bodeneis senkt sich hier entsprechend der Höhlensohle. Links eine kleine Ursprungsstelle. Rechts eine weit ausgehöhlte Randkluft.

oder durch abfließendes warmes Tropfwasser, auch durch die mechanische Wirkung des Luftzuges entstehen können, erhält man einen Einblick in deren Aufbau. Deutlich nimmt man dann die meist horizontalen Schichten wahr. Das Bodeneis lagert sich nämlich schichtartig ab, die bald dunkelblau, bald trübe, bald ganz durchsichtig sind (Tafel VI und VII). Die erstere Schicht enthält feinen Kalkstaub und manchmal Steine, die in der schematischen Zeichnung (Abb. 9) sehr gut erkennbar sind. Durch die Winderweiterung dieser Randkluft weicht die Eiswand zurück und manche Steine sind bis zur Hälfte herausgeapert, der Eisboden ist hier ebenfalls von mehreren Steinen bedeckt, die bei der Erweiterung der Randkluft bloßgelegt wurden und dann herabfielen. Gerade um die Frühjahrszeit wo der Spaltenfrost auch in der Höhle seine gesteinszerbröckelnde Kraft am meisten ausübt, wird viel feiner Staub durch den Wind zusammengetragen. Beim Sturmsee trafen wir heuer besonders reichlich diesen mehlartigen Staub oft in fingerdicken Lagen an. Durch das reichliche Zuströmen des Schmelzwassers wird er dann eingefroren und je heftiger der Wassereinbruch erfolgt, desto dicker wird die klare zweite Eisschichte, die sich dann über das trübe Eis, das Staub enthält, ablagert. Während der Reifperiode, die bald darauf erfolgt, werden die vielen zierlichen Kristalle ebenfalls vom Höhlenwind zusammengetragen, besonders dann, wenn der Luftzug keinen Wechsel mehr durchmacht und den Reif in einer Richtung zusammen-

download unter www.zobodat.at

weht. Wir finden dann im Eisteil überall den Eisschnee, der ebenfalls eingefriert und diese Schicht sehr luftblasenreich und undurchsichtig macht. Im Winter ist das Bodeneis hart gefroren und vollkommen trocken, im Frühjahr wird mit dem Tropfwasser der durch Frostsprengung im Gestein erzeugte, äußerst feine Staub in die Höhle geschafft und bildet hier bei der Erstarrung des Wassers mit demselben eine feste Emulsion. Wir haben dieser Art von Eis den Namen „Kolloideis" gegeben. Die Farbennamen hängen von der Herkunft des Gesteinsstaubes ab. Wir konnten von weiß (milchig) über grau, gelb-orange alle Schattierungen bis zu zartem Rosa feststellen. Besonders diese letztere Farbe verleiht den Eisgebilden ein reizvolles Aussehen. Eine andere Modifikation dieses mit Gesteinsstaub verunreinigten Eises ist das sogenannte „Wachseis". Es entsteht an Stellen, wo das Bodeneis eine größere Neigung aufweist, so daß das herabrinnende Tropfwasser sich vor dem Erstarren auf breiter Fläche ausdehnen kann. Man findet dann das alte Bodeneis mit einer dünnen Schicht trüben Neueises überzogen, eine Erscheinung, die sich mit dem Auftropfen von flüssigem Wachs auf Glas vergleichen läßt. Gegen den Sommer zu schmilzt das Bodeneis an der Oberfläche immer mehr ab, der enthaltene Gesteinsstaub sinkt zu Boden und bildet hier eine eigene Schichte, während das überstehende Wasser bei Einbruch der Winterkälte völlig klar gefriert.

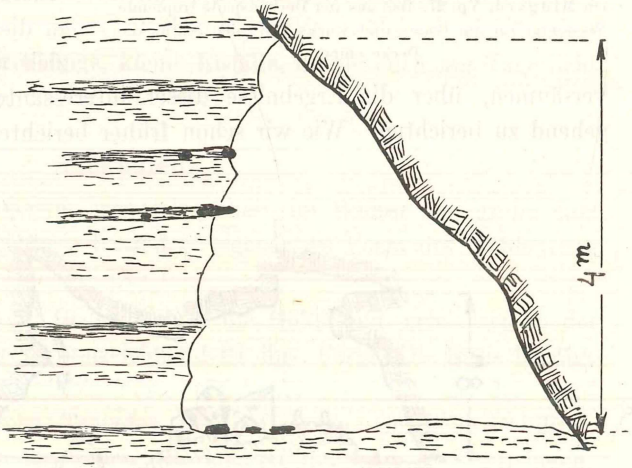


Fig. 9. Eisriesenwelt im Tennengebirge: Eisschichtung an der Eiswand beim Eistor. Die kleinen Aushöhlungen an der vertikalen Seite rühren von Winderosionen her.

Diese Aufeinanderlagerung von Schichten und die Reif- und Froststaubperioden sind natürlich nicht immer gleich, manchmal erfolgen beide gleichzeitig, manchmal erfolgt ein plötzlicher Wassereinbruch, bevor eine Reif- oder Staubablagerung erfolgen konnte. Trotzdem erfolgen diese Ablagerungen in jedem Jahr in einem gewissen Zusammenhang, wie man aus den gebildeten Schichten erkennen kann. Erst nach einer über Jahre sich erstreckenden Beobachtung wird man ein genaues Bild über den Anteil, die Dauer und den Zeitpunkt der einzelnen Erscheinungen erhalten können, worüber wir zu einem späteren Zeitpunkt berichten werden.

Eine Erscheinung, die hier zusammenhängend mit der Beschreibung des Bodeneises und seiner Formarten nicht unberücksichtigt bleiben darf, ist das „Wabeneis".

download unter www.zobodat.at

Sobald nämlich durch Einbruch warmer Luft oder warmen Tropfwassers die Oberfläche des Eises zu schmelzen beginnt, gewahrt man eine netzartige Zeichnung auf dem Eise. Diese anfänglich ganz feine und nur oberflächliche Erscheinung nimmt mit zunehmender Erwärmung an Stärke und Tiefenausdehnung zu, bis das Eis schließlich in lauter (meist sechseckige) Säulen zerlegt erscheint. Bei Eintritt der Winterkälte geht diese Erscheinung im rückläufigen Sinne zurück. Diesbezügliche Laboratoriumsversuche lassen die Vermutung auftreten, daß es sich hier um einen temperaturabhängigen Kristallisationsvorgang handelt, bei dem möglicherweise Änderungen der molekularen Zusammensetzung des Wassers eine Rolle spielen. Ein entscheidendes Resultat konnte aber in dieser Frage bis heute nicht erzielt werden und werden wir nicht versäumen, über die Ergebnisse dieser interessanten Untersuchung später eingehend zu berichten. Wie wir schon früher berichteten, hört das Bodeneis beim

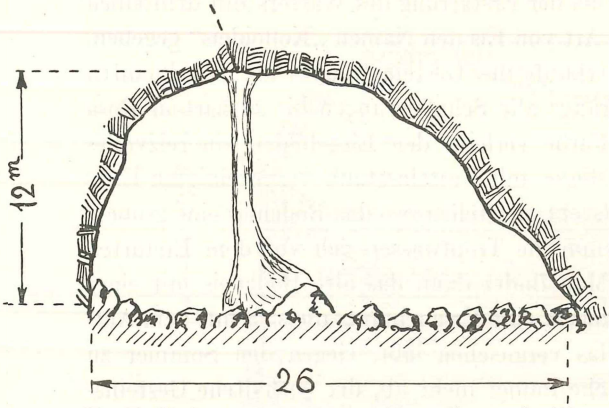


Fig. 10. Eisriesenwelt im Tennengebirge: Querschnitt im Midgard, Vp. 27. Das aus der Deckenspalte tropfende Wasser gefror am Boden und wuchs von hier bis an die Decke empor.

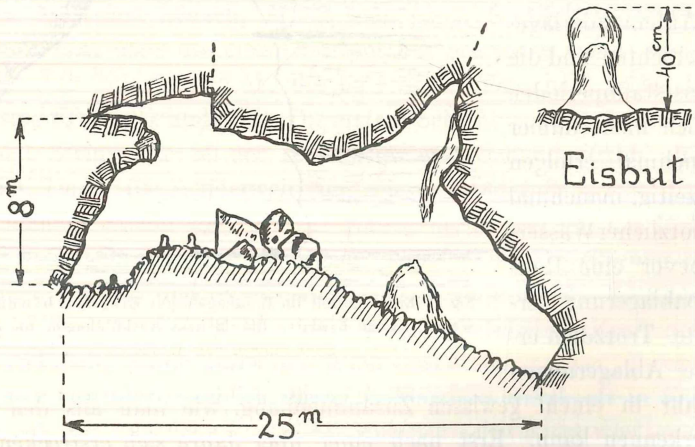


Fig. 11. Eisriesenwelt im Tennengebirge: Querschnitt im Midgard, Vp 29. Das Bild veranschaulicht die Entstehung von Eisgebilden. Aus der Spalte rechts wächst ein Eiszapfen, an dem das nachfolgende Wasser abrinnt und die Bildung einer Bodeneisfigur verursacht. Rechts detailliert ein Eishut. Man sieht noch deutlich die frühere Kontur. Zu einem späteren Zeitpunkt hat sich dann die Haube aufgesetzt.

U-Tunnel auf. Die Nullisotherme ist aber im Sommer bis zum **Sturmsee** zurückgewichen. Im Winter hingegen trafen wir noch bei der Abzweigung des **ersten**

download unter www.zobodat.at

Verbindungsstollens Eisbildung in Form von Eishüten an, ein sicheres Zeichen, daß die Nullisotherme um 1 *km* weiter gegen das Berginnere vorgerückt ist. Im **Midgard** kennen wir nur zwei Eisfiguren, die eine beim Anfang, Punkt 24, und die andere vor der Abzweigung bei Punkt 29, die den ganzen Sommer und Herbst den zerstörenden Einflüssen standhielten. In diesem Jahre aber trafen wir nach Ostern bis hieher überall zahlreiches Eis an, aus jeder Spalte, selbst den kleinsten Rissen, sahen Eiszapfen hervor. Einige erreichten ganz respektable Größen wie Fig. 10, die uns eine schlanke, 12 *m* hohe Eissäule zeigt. Die andere schematische Zeichnung (Fig. 11) soll die Entstehung der Eisfiguren selbst aus schmalen Verwerfungsspalten zeigen. Der Geröllboden ist hier auch überall mit **Eishüten** bedeckt, die das sonderbare „Wabeneis" aufweisen.

b) Die zeitlich vorübergehenden Eisbildungen

sind solche, die nur in Kälteperioden, d. h. also hauptsächlich um die Winterszeit und besonders zur Zeit der Schneeschmelze im Frühjahr vorkommen. Die bis zu 2 *m* hohen **Eiskeulen** im **Wimur** (auch Eismanderln oder Eiszwerge genannt), die nur höchstens 40 *cm* hohen **Eishüte,** das **Baumeis** (horizontale Eiszapfen) und schräge Eiszapfen sind die markantesten dieser Höhleneisgebilde, während viele andere Eisfiguren, wie **Eiszapfen, Eisvorhänge,** kleine **Eisfälle,** da sie auch am Tageslicht angetroffen werden, wohl allgemein bekannt sind.

Eiskeulen.

Anläßlich der Expedition hatten wir Gelegenheit, im **Wimur** eine große Zahl von **Eiskeulen** vorzufinden und diese besonders eigenartige Form des Höhleneises genauer zu studieren (Tafel VIII und IX).

Die Eiskeulen wachsen vom Boden aus in die Höhe und erreichten in der Eisriesenwelt Höhen bis zu 2 *m*. Kennzeichnend ist ihre Form. Die Basis beträgt im Durchmesser selten mehr als 4 bis 5 *cm*, meist weniger, während der Kopf bis zu 20 *cm* Durchmesser aufweist. Trotzdem besitzen sie eine ziemliche Stabilität, denn wir fanden solche Keulen an Stellen, die eine Neigung von 70° aufwiesen, lotrecht in die Höhe wachsen (Tafel X). Die Breite des Stieles zwischen Kopf und Basis ist nicht gleich, sondern weist abwechselnd eine starke Einschnürung und eine Ausbauchung auf. Wichtig ist auch die Beobachtung, daß bei sämtlichen Keulen die Einschnürungen nahezu in einer Horizontalen liegen. Da ferner **Wimur** als typischer Wärmespeicher anzusprechen ist und einen vom Hauptgang abzweigenden Höhlenast darstellt, so lag die Vermutung nahe, daß die Erscheinung auf die eigenartigen Temperaturverhältnisse im **Wimur** zurückzuführen sei. Vorgenommene Messungen bestätigten die Erwartung. Solange kalte Luft in der Richtung unten—oben durch die Höhle strich, wurde die im Wimur angesammelte warme Luft zusammengepreßt, die 0°-Linie weit in den Sack hinaufgeschoben. Ging aber der Luftstrom von oben

download unter www.zobodat.at

nach unten, so wurde hiedurch infolge einer Trägheitswirkung etwas Luft aus dem Wimur mitgenommen, die 0°-Linie sank herab.

Wenn wir uns nun beispielsweise vorstellen, daß durch herabtropfendes Wasser ein Bodenzapfen entsteht, so könnte er, genügende Stabilität vorausgesetzt, unbegrenzt wachsen, solange er sich in Temperaturbereichen befindet, die ein Gefrieren zulassen. Nun sinkt die 0°-Linie herab, so daß die Spitze des Zapfens in den Bereich positiver Temperaturen gelangt. Sie wird abschmelzen und das Wasser längs des Zapfens herabrinnen, wo es sofort wieder erstarren wird, sobald es in die Region negativer Temperatur gelangt. So entsteht die Ausbauchung.

Sobald die 0°-Linie bei Umkehr der Luftströmungsrichtung wieder steigt, wächst auf der Ausbauchung der Zapfen wieder weiter. Die Eiskeulen weisen beim Zerschlagen muscheligen regellosen Bruch auf. Im Sommer hingegen, wo die Höhle

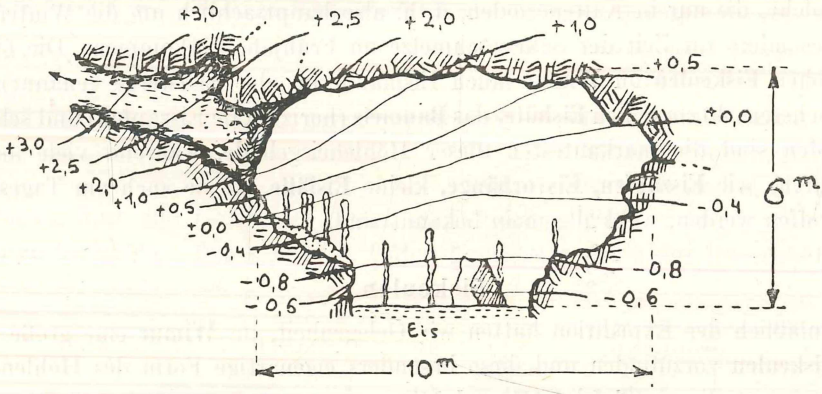


Fig. 12. Eisriesenwelt im Tennengebirge: Querschnitt durch Wimur mit eingezeichneten Temperaturschichten vom 2. April 1921, 3 h. Die Fortsetzung nach links führt zur Wimurquelle. Man sieht hier die 0°-Linie ziemlich nach oben verschoben. Während die unter derselben befindlichen Keulen weiterwachsen, sind die höher gelegenen in diesem Zeitpunkt im Abschmelzen begriffen.

stark erwärmt ist und diese Gebilde im gänzlichen Abschmelzen begriffen sind, zeigen auch die Keulen deutlich Wabeneisstruktur und zerfallen beim Zerschlagen auch in säulenförmige Einzelkristalle, was eine weitere Stütze der früher aufgestellten Hypothese ist (Fig. 12).

Eishüte.

Diese Eisgebilde findet man im Frühjahr zur Zeit der Schneeschmelze im ganzen Verlauf des **Midgard**. Es sind kegelförmige Gebilde, die selten höher als 40 *cm* werden. Ihre Entstehung ist auf zeitweiliges starkes Tropfwasser zurückzuführen. Da sie im Hauptgange sich befinden, sind sie auch als erste der Einwirkung der vom oberen Eingang kommenden warmen Frühjahrsluft ausgesetzt und schon im April kann man an ihnen Tyndall'sche Schmelzfiguren und später Wabeneisstruktur feststellen (Tafel XI und Fig. 11).

download unter www.zobodat.at

Baumeis.

Als solches bezeichnet man horizontal wachsende Zapfen. Im **U-Tunnel** trägt eine Eissäule eine Anzahl dieser Gebilde, deren großartigste Erscheinung wir einmal in der Dachsteinrieseneishöhle bei Obertraun beobachten konnten.

Die Erscheinung beruht auf einer sogenannten Streiftropfenwirkung. Aus einer Längsspalte fallen nebeneinander einzelne Tropfen, die bei der starken Abkühlung der Höhle im Moment des Auftreffens erstarren. Ist nun durch eine Unebenheit der ursprünglichen Eissäule (kleine Ausbauchung) der Ansatz gegeben, so ist die weitere Entwicklung dieser wagrechten Zapfen gewährleistet. Eine notwendige Folge dieser Entstehungsart ist, daß man nie zwei solche Zapfen übereinandern vorfindet, sondern nur radial angeordnet.

Eisschleier.

Diese Erscheinung soll ob ihrer zierlichen, filigranartigen Gestalt hier nicht unerwähnt bleiben. Ein klares Bild liefert uns die schematische Zeichnung. Die Dicke beträgt nur wenige Millimeter. Ihre Entstehung ist auf die Adhäsionswirkung der

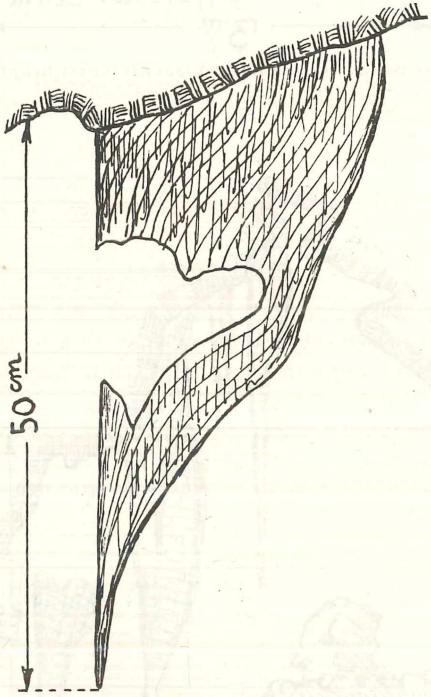


Fig. 13. Eisriesenwelt im Tennengebirge: Eisschleier bei Loggia II.

einzelnen, längs der Decke herabfließenden Wassertropfen zurückzuführen und man kann aus der Skizze auch die einzelnen, je einer Tropfwasserperiode entsprechenden Linien entnehmen. Die Ausnehmung in der Mitte (Fig. 13) rührt von der Gewalt

download unter www.zobodat.at

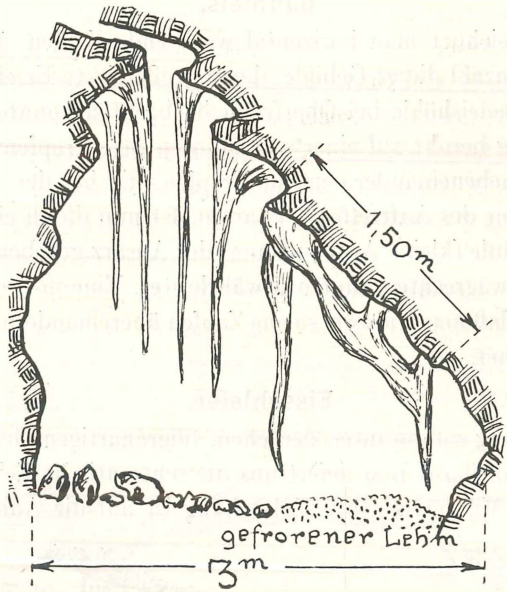


Fig. 14. Eisriesenwelt im Tennengebirge: Eisschleier im Krapfenlabyrinth.

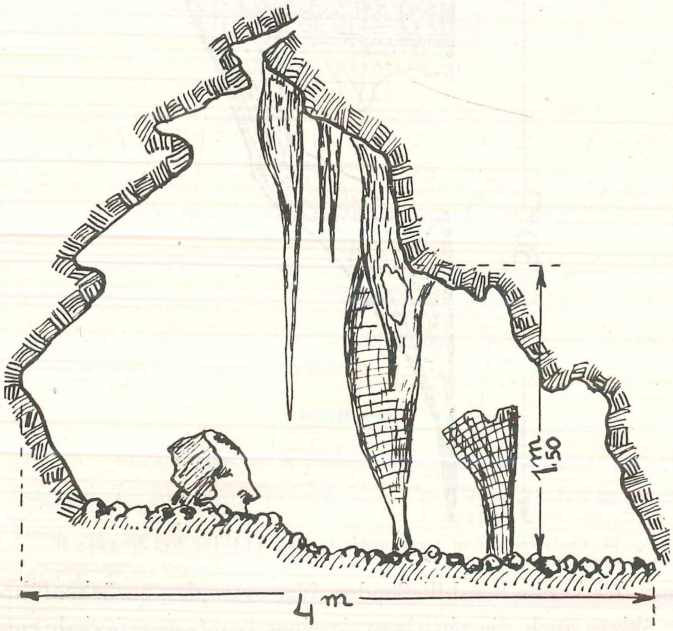


Fig. 15. Eisriesenwelt im Tennengebirge: Eisschleier im Krapfenlabyrinth. Man beachte das abgebrochene Stück rechts im Bilde.

download unter www.zobodat.at

des Höhlenwindes her, der hier ein Stück herausgebrochen hat. Öfters werden sie so groß, daß sie bis auf den Boden reichen und hier am Bodeneis anwachsen. Wenn dann warmes Tropfwasser den Schleier von der Decke löst, so sieht der Torso einem Palmenblatt aus wasserklarem Glase gleich. (Fig. 14, 15.)

Es wären noch eine große Zahl sehr interessanter Formarten des Höhleneises aufzuzählen, doch müssen wir im Rahmen dieser Abhandlung darauf verzichten, da uns die Beschreibung und Erklärung zu weit führen würde. Diesbezüglich müssen wir auf unsere Veröffentlichungen in den physikalischen und geophysikalischen Fachzeitschriften verweisen.

Am Schlusse unserer Arbeit wollen wir nicht versäumen, Herrn Dr. Otto Lehmann vom geographischen Institut der Universität Wien für seine vielen Ratschläge, Herrn Dr. Anton Huber von der bayrischen Landeswetterwarte in München für die Überlassung wichtiger Meßinstrumente und Herrn Universitätsprofessor Dr. G. Kyrle für die große Mühe, der er sich bei der Indrucklegung dieser Arbeit unterzog, herzlichst zu danken.

Anhang.

Als Beleg für die in dieser Arbeit aufgestellte Theorie von „Windröhren mit ständiger Eisbildung“ wollen wir im folgenden einige unserer Temperaturmessungen herausgreifen und dieselben tabellarisch zusammengestellt wiedergeben, damit eine größere Übersicht gewährleistet erscheint.

Unsere sämtlichen Messungen hier wiederzugeben ist aus Raummangel unmöglich, da sie sich ja über einen Zeitraum von fast drei Jahren erstrecken, doch genügen auch die während der Akademieexpedition vorgenommenen, um das oben Gesagte zahlenmäßig zu bestätigen.

download unter www.zobodat.at

↓ Wind beim unteren Eingang heraus.
↑ Wind beim unteren Eingang hinein.

Nr.	Standort	16. III. 1921	17. III. 1921	18. III. 1921	18. III. 1921	19. III. 1921	19. III. 1921	20. III. 1921	30. III. 1921
1	Hütte am Achselkopf		+2·5° 19^{30}	+1·0° 7^{15}	+6·0° 15^{40}	+0·8° 9^{00}	+3·8° 20^{00}	−3·0° 5^{20}	+9·0° 2^{45}
2	Punkt 1 (s. Plan)		+3·8° 21^{05}	+1·5° 6^{45}	+9·5° 16^{30}	+0·4° 9^{30}	+1·8° 20^{25}	−3·6° 4^{45}	+8·0° 4^{10}
3	Punkt 2	+2·1°	−1·0° 21^{15}	+1·1° 6^{35}	0·0° 16^{45} ↓	+0·4° 9^{40} ↑	+1·2° 20^{40} ↑	−3·6° 4^{40} ↑	−0·7° 4^{20} ↓
4	Eingangstor		−1·0° 21^{20} ↓		−0·9° 16^{50}	+0·2° 9^{45}	+0·6° 20^{45}		−0·8° 4^{30}
5	Punkt 3		−1·0° 21^{30}	+0·8° 6^{30}	−0·9° 17^{15}	+0·6° 9^{50}	+0·3° 20^{50}		
6	„ 4 (West) ..	−0·5°	↓			−0·4° 10^{00} ↓		−2·7° 4^{30}	
7	„ 4 (Ost) ...					+0·4° 10^{00} ↑		−3·2° 4^{35}	
8	„ 5	−0·7° ↓	−1·2° 21^{45}	−1·0° 6^{20} ↑		−0·8° 10^{30} ↑	−1·1° 21^{00}		−0·5° 18^{15}
9	Felszahn		−1·2° 22^{00}	−1·5° 6^{10}	−1·1° 17^{30}				
10	Punkt 7		−1·2° 22^{13}			−1·0° 10^{45}	−1·8° 21^{10}		−1·2° 18^{30}
11	Hymirhalle	−0·5°	−0·8° 22^{25}		−1·6° 17^{45}	−1·2° 10^{50}	−1·7° 21^{15}		−1·0° 19^{00}
12	„ (ob. Fenster)		−0·3° 22^{30}						−0·2° 18^{50}
13	Punkt 10 Odinsaal .	−1·0°	−2·0° 22^{50}		−1·9° 18^{15}	−1·8° 11^{00}	−1·9° 21^{30}		−1·4° 22^{45}
14	Wimur (Eiskeulen).		+0·1° 23^{15}						
15	„ (Quelle)....		+4·0° 23^{05}		+4·2° 18^{20}	+3·2° 11^{15}			+3·2° 22^{50}
16	12 Sturmsee	−1·0°	−2·0° 23^{30}	−1·8° 17^{55}	−1·9° 18^{30}	−1·8° 11^{10}	−1·9° 21^{35}		−1·3° 23^{10}
17	15 Eistor	−1·0°	−1·8° 23^{45}	−2·0° 17^{45} ↑	−1·9° 18^{45}	−1·8° 11^{20}			−0·8° 21^{50}
18	19 Mörkdom	−1·0°	−2·0° 0^{02}	−1·3° 0^{15} ↓	−1·5° 18^{55}	−2·0° 11^{30}	−1·9° 21^{50}		−0·8° 21^{40}
19	Eispalast	−1·0°	↓	−0·9° 0^{30} ↓	−1·3° 19^{00}	−2·0° 11^{35}	−1·9° 22^{00}		−0·8° 21^{30}
20	23 U-Tunnel			−1·2° 17^{30} ↑	↓	↑	↑		−0·5° 21^{15}
21	24, 25 Anf. Midgard			−1·4° 2^{45} ↑					↓
22	26 Midgard			−0·5° 1^{00} ↓					

download unter www.zobodat.at

↓ Wind beim unteren Eingang heraus.
↑ Wind beim unteren Eingang hinein.

Nr.	Standort	31. III. 1921	1. IV. 1921	2. IV. 1921	3. IV. 1921	5. IV. 1921	6. IV. 1921	8. IV. 1921
1	Hütte am Achselkopf	$-0{\cdot}8°$ 8^{45}	$+1{\cdot}4°$ 21^{35}	$+10{\cdot}0°$ 14^{45}	$+5{\cdot}0°$ 11^{00}	$+0{\cdot}8°$ 9^{00}	$-5{\cdot}2°$ 7^{45}	$+1{\cdot}4°$ 12^{00}
2	Punkt 1 (s. Plan).	$+0{\cdot}5°$ 9^{30}	$+1{\cdot}6°$ 22^{10}	$+13{\cdot}5°$ 14^{00}	$+9{\cdot}5°$ 11^{35}	$-0{\cdot}4°$ 10^{00}	$-5{\cdot}0°$ 8^{45}	$+4{\cdot}2°$ 0^{30}
3	„ 2	$-0{\cdot}8°$ 9^{40} ↑	$-0{\cdot}5°$ 22^{15} ↓	$-0{\cdot}4°$ 13^{50}	$-0{\cdot}4°$ 11^{45} ↓	$-0{\cdot}4°$ 10^{15} ↑	$-6{\cdot}0°$ 9^{00} ↑	$+1{\cdot}4°$ 0^{40} ↑
4	Eingangstor.....	$-0{\cdot}8°$ 9^{45}	$-0{\cdot}7°$ 22^{20}		$-0{\cdot}4°$ 11^{50}	$-0{\cdot}5°$ 10^{20}	$-6{\cdot}0°$ 10^{00}	$+1{\cdot}1°$ 0^{50}
5	Punkt 3		$-0{\cdot}0°$ 22^{00}			$-0{\cdot}7°$ 10^{30}		$+0{\cdot}3°$ 1^{00} ↑
6	„ 4 (West ..							$-1{\cdot}1°$ 1^{20} ↓
7	„ 4 (Ost) ..					$-0{\cdot}7°$ 10^{35}		$+0{\cdot}4°$ 1^{25} ↑
8	„ 5		↓			$-0{\cdot}9°$ 10^{45}	$-3{\cdot}6°$ 10^{20}	$-1{\cdot}1°$ 1^{30}
9	Felszahn			$-0{\cdot}9°$ 1^{20}				
10	Punkt 7					$-1{\cdot}3°$ 11^{00}		$-1{\cdot}3°$ 1^{50}
11	Hymirhalle	$-1{\cdot}0°$ 11^{30}		$-1{\cdot}1°$ 2^{30}			$-2{\cdot}2°$ 11^{20}	$-1{\cdot}5°$ 2^{00} ↑
12	„ (ob. Fenster)							
13	Punkt 10 Odinsaal.					$-1{\cdot}2°$ 11^{15}		
14	Wimur (Eiskeulen).			$-0{\cdot}8°$ 3^{00}				
15	„ (Quelle)....	$+3{\cdot}4°$ 11^{40}						
16	12 Sturmsee	$-1{\cdot}4°$ 12^{30}		↓			$-2{\cdot}4°$ 11^{15}	$-2{\cdot}4°$ 2^{15}
17	15 Eistor							
18	19 Mörkdom						$-2{\cdot}1°$ 11^{05}	$-2{\cdot}1°$ 9^{50}
19	Eispalast				$-0{\cdot}4°$ 13^{00}		$-1{\cdot}8°$ 11^{00}	$-1{\cdot}9°$ 7^{30}
20	23 U-Tunnel.....	$-1{\cdot}0°$ 14^{00}			$\pm 0{\cdot}0°$ 13^{20}		$-1{\cdot}6°$ 13^{00}	↑
21	24. 25 Anf. Midgard				$+0{\cdot}2°$ 13^{25}		$-1{\cdot}8°$ 13^{10}	
22	26 Midgard							

download unter www.zobodat.at

Nr.	Standort	31. III. 1921	3. IV. 1921	6. IV. 1921
1	28 Midgard	—1·0° 15^{30}		
2	Wasserberg	—0·5° 16^{00}	+1·0° 13^{45} ↓	
3	Punkt 33	—0·2° 16^{20}	+0·2° 15^{20} ↓	—0·9° 15^{00}
4	Beginn I. Verbindungsstollen	+0·1° 17^{05}		
5	Tropfsteinwald	+0·8° 18^{00}		
6	Gerade Kluft Eingang	+1·0° 19^{00}		↑
7	„ „ Mitte	+1·0° 19^{10}		
8	„ „ Ende	+1·0° 19^{20}		
9	I. Mausfalle	+2·0° 19^{30} ↑		+1·5° 8^{00}
10	Großer Abgrund	+1·0° 20^{30} ↑		

Für das richtige Verständnis der Tabellen sind folgende Bemerkungen wichtig.

In diesen Tabellen sind die während der Vor- und Hauptexpedition der Akademie der Wissenschaften in die Eisriesenwelt im Tennengebirge an den wichtigsten Punkten der Höhle angestellten Lufttemperaturmessungen verzeichnet.

Die gleichzeitig immer vorgenommenen Messungen des Feuchtigkeitsgrades der Luft haben wir in die Tabelle nicht separat aufgenommen, da die erhaltenen Werte immer in den engen Grenzen von 95% bis 99% schwanken. Während der Dauer der Expedition, die nach dem im

Nr.	Standort	2. IV. 1921
1	Schatzkammer	+0·8° 7^{00}
2	„	—0·1° 7^{10}
3	Eislabyrinth tief	+0·8° 9^{20}
4	„ Eissee	+0·5° 9^{30}
5	„ Beginn des steilen Ganges	+1·1° 9^{50}
6	„ Ende des steilen Ganges	+2·2° 10^{30}
7	„ Schotterhalle	+2·0° 11^{00}
8	Röhrenlabyrinth Kalzitsee	+1·0° 11^{45}

Kapitel über Windröhren gesagten, für die Beobachtung dieses Phänomens in die günstigste Jahreszeit fiel, treten mehrere Änderungen in der Windrichtung ein, die, wie man sich leicht überzeugen kann, von der Temperatur im Freien abhängen.

Z. B. 17. März, 20. März,

30. März, 6. April.

download unter www.zobodat.at

Die Änderung der Luftströmungsrichtung tritt aber nicht augenblicklich mit der Änderung der Außentemperatur ein, sondern bleibt gegen diese, einer Trägheitswirkung der bewegten Luftschichten zufolge, zeitlich etwas zurück. So wird kurz vor der Umkehr noch warme Luft eingesogen, die längs der Decke emporsteigend den ersten Teil der Höhle stark erwärmt, um sich im **Wimur** (höchste Stelle) zu sammeln.

Z. B. 18. März a. m., 19. März, 8. April.

Bei einwärtsziehendem Winde macht sich auch die starke, kühlende Wirkung der kalten Außenluft bemerkbar.

Z. B. 20. März und 6. April.

Ist die in die Höhle gerichtete Luftströmung nur schwach, so tritt am **I. Eissee** eine Wirbelbildung auf, die sich an Hand der Temperaturdifferenzen zeigen läßt.

Z. B. 19. März und 8. April bei Nr. 6 und 7.

Ist die Luftströmung aus der Höhle gerichtet, so sind die Temperaturschwankungen im Eisteil bis zur **Posseltschwelle** (unmittelbar am Ausgang) minimal.

Nr.	Standort	3. IV. 1921
1	Krapfenlabyrinth tief	+0·6° 14^{30}
2	„ große Halle	—0·1° 15^{15}
3	„ mittlerer Gang	+0·5° 14^{45}
4	Vor Irrgarten	+0·3° 13^{50}
5	Punkt 59	+1·0° 16^{30}
6	Lehmtunnel	+1·5° 16^{40}
7	Dom des Grauens	+1·8° 16^{45}
8	Frithjof Oedlhalle	+2·0° 17^{00}
9	Midgard-Geistergang	+1·8° 18^{05}
10	Lehmgang- „	+1·5° 18^{15}
11	Ende des Lehmganges	+1·2° 18^{25}
12	Cañonlabyrinth	+1·3° 18^{35}
13	Vor der höchsten Stelle	+0·2° 20^{00}
14	An „ „ „	+0·7° 20^{05}
15	Cañongang	+0·9° 20^{10}
16	Teilungshalle	+1·4° 21^{00}

Die Temperaturschwankungen in der Höhle bleiben im allgemeinen in den Grenzen von —2·5° bis +2·2°. Nur die eingeschalteten Wärmespeicher, wie **Wimur** und **Hymirfenster,** zeigen wesentlich höhere Temperaturen, während die Kältespeicher in der Eisriesenwelt nur im eisfreien Teil liegen, d. h. also weit vom unteren Eingang entfernt und daher die hier gemessenen Temperaturen mit dem Eisteil nicht verglichen werden dürfen. Wohl zeigen sie aber im Vergleich zu den im Hauptgange **(Midgard)** gemachten Messungen viel tiefere Ablesungen. Ein hier auch nicht zu vernachlässigender Faktor ist der Einfluß der Erdwärme. So liegt z. B. die **„eisige Neni“** um 35 *m* tiefer als der Hauptgang.

download unter www.zobodat.at

Gesteins- (Lehm-, Sand) Temperaturen

Links sind die Gesteins-, rechst die

Nr.	Standort	Temperaturen				
		17. III. 1921	30. III. 1921	31. III. 1921	1. IV. 1921	3. IV. 1921
1	Posseltschwelle....	+0·3 —1·0*		±0·0 +0·4	—0·4 —0·5	
2	Erste Halle.....		—1·0 —0·4	—0·7 —0·4	—0·5 —0·4	—0·5 —0·3
3	Wimur.....		—1·0 +2·8	—1·0 +1·5	—0·8 +1·0	
4	Wimurquelle.....		+4·0 +3·2		+4·0 +3·5	
5	U-Tunnel.....	—1·3 —0·9				—0·6 —0·2
6	Cañonlabyrinth....	—0·6 ±0·0				
7	Maxilabyrinth	+0·2 +0·2				
8	Kalzitsee (Wasser) .	+0·8 +1·5				
9	Klubsessel.....	+0·9 +2·0				
10	Eislabyrinth		±0·0 +0·5		±0·0 +0·4	
11	Kristallkammer....		±0·0 +0·4			
12	Gr. Abgrund			+0·8 +1·0		
13	Steiler Gang				+0·1 +0·5	
14	„ „ Ende				+1·9 +2·5	
15	Krapfenlabyrinth Eingang.....					—0·1 +0·3
16	Irrgarten Eingang..					+0·3 +0·3
17	Lehmtunnel 71....					+1·5 +1·5
18	Dom des Grauens..					+1·3 +2·0
19	Geistergang.....					+1·2 +1·8
20	Lehmgang.....					+1·3 +1·6
21	Cañongang					+1·5 +1·3
22	Kakaogang.....					+0·5 +1·0

* Die Lufttemperatur beträchtlich niederer als der Sand, da letzterer hier noch
** Kein Wasser, da der Kälteeinbruch kein Schmelzwasser entstehen läßt.

In dieser Tabelle sind einige Messungen angegeben, die die Temperatur des Sandes oder Lehmes am Boden der Höhle bedeuten. Ein Vergleich mit den vorhergehenden Tabellen lehrt, daß diese Temperaturen fast durchwegs niedriger sind. Dies beruht darauf, daß die durch die winterliche Zufuhr kalter Luft abgekühlten Gesteine die Temperatur nur sehr langsam erhöhen. In obiger Tabelle haben wir zum Unterschied hievon einige Messungen angegeben, die im Spätherbst 1921 vorgenommen wurden und erkennen lassen, daß nunmehr die Gesteinstemperatur die Lufttemperatur übersteigt, da die durch die Sommerluft erwärmten Gesteine eine gewisse Zeit zu ihrer neuerlichen Abkühlung benötigen.

download unter www.zobodat.at

im Vergleich zur Lufttemperatur.

entsprechenden Lufttemperaturen.

in C-Graden am						
4. IV. 1921	5. IV. 1921	6. IV. 1921	2. IX. 1921	3. IX. 1921	25. X. 1921	26. X. 1921
	—0·4 —0·8	—3·0 —6·0		+3·0 ±0·0	+2·0 —0·2	+1·5 —0·4
—0·2 ±0·0	—0·5 —0·5	—3·5 —6·0	+0·5 +0·4	+0·4 +0·4	+0·3 —0·3	+0·1 —0·3
±0·0 +1·0	—0·3 +2·0	—1·0 +1·0	+1·5 +4·5	+1·5 +4·0	+1·0 ±0·0	+1·2 +0·1
		—** +4·5	— +5·5	— +4·8	— +3·0	— +3·0
			+1·4 +1·2	+1·2 +1·0	+0·9 +0·2	+0·8 +0·4
			+0·9 +0·8			

tagsüber der Einwirkung des Sonnenlichtes ausgesetzt ist.

Die folgende Tabelle gibt einige Luftmessungen wieder, die während des Sommers 1921 an einigen Trichtern und Dolinen am Plateau des Tennengebirges vorgenommen wurden.

Die befahrenen Schächte befanden sich alle in der Hochkogelsenke. Vom Hochkogel aus in ungefähr OSO-Richtung. Schacht 1, der annähernd mit dem ovalen Schlot hinter Punkt 33 der Eisriesenwelt korrespondiert liegt, 50× vom Kreuzungspunkt der Wegmarkierungen Raucheck—Pitschenbergalm, 70° von Nord nach Ost.

download unter www.zobodat.at

Beobachtung am 1. September 1921.

	Schacht 1	Schacht 2	Schacht 3	Doline	Doline
Außenluft.....	+ 17°	+ 16°	+ 15°	+ 18°	+ 18°
Innenluft	+ 7°	+ 12°	+ 7°	+ 14°	+ 4°
Felstemp. außen ..	+ 8°	+ 9°	+ 6°	+ 13°	+ 12°
Felstemp. innen ..	+ 2°	+ 6°	+ 1·5°	+ 10°	+ 2°
Bemerkung.....	30 *m*, Schnee	10 *m*, schneefrei	20 m, sehr eng, Schnee	20 *m*, breit, schneefrei, verschüttet.	10 *m*, Schnee.

Die Bemerkung, z. B. 30 *m* Schnee, bedeutet, daß 30 *m* in den Schacht hinein eingewehter Schnee vorgefunden wurde. Aus den Temperaturen erkennt man auch deutlich die rasche Temperaturabnahme der hier im Sommer eingesogenen Luft, was als weitere Bestätigung der früher niedergelegten Theorie angesehen werden kann.

Zusammenhang der Vermessungspunkte in der Höhle mit den Höhenkoten im Höhlenplan.

Vermessungspunkt	Höhenkote im Höhlenplan *m*	Bemerkung über die Lage des Punktes (vgl. Höhlenplan)
1	1641	Vor dem Höhleneingang.
2	1664·4	Auf der Posseltschwelle, oberster Schuttkegel des Einganges.
3	1660	Zwischen Eingangstor und I. Eissee.
4	1665·7	Hinter dem I. Eissee.
5	1700·1	Neben dem Posselt-Eisturm an der Steiganlage.
6	1709	Auf Felsblock an der rechten Höhlenwand zwischen Eisturm und Felszahn.
7	1740·1	Auf der Kanzel ober dem Eiswall.
8	1754·9	In der Hymirhalle links unter dem Hymirfenster.
9	1767·8	Im Niflheim an der rechten Höhlenwand.
10	1768·2	Am Felsblock im Eissee des Odinssaales.
11	1771·2	Auf den großen Deckensturzblöcken vor der Thrymhalle.
12	1769·1	Im Sturmsee.
13	1769·4	Hinter dem Sturmsee.
14	1774·2	Ober dem Eiswall der Utgardsburg.
15	1775·3	Im Eistor, höchste Stelle des Hauptganges im Eisteil.
16	1762·1	In der Randkluft zwischen Eistor und Mörk-Dom.
17	1769·2	Am Eiswall im vorderen Teil des Mörk-Domes.
18	1760	Am Felsblock zwischen Mörk-Dom und Eispalast.
19	1761·8	Am Fuß des Gedächtnissteines im Mörk-Dom.

download unter www.zobodat.at

Vermessungspunkt	Höhenkote im Höhlenplan m	Bemerkung über die Lage des Punktes (vgl. Höhlenplan)
20	1767	Vor der Seitenhöhle im rückwärtigen Teil des Mörk-Domes.
21	1759·2	Am Ende des Eispalastes.
22	1754·9	An der Karrenwand, Ende des Bodeneises.
23	1731	Tiefste Stelle des U-Tunnels.
24	1760·9	Am Beginn des Midgards, oberhalb des U-Tunnels.
25	1760·5	Am Beginn des Midgards, oberhalb des U-Tunnels.
26	1770·1	Im Midgard, vor der Abzweigung zum Kartoffel- und Sonntagslabyrinth.
27	1776·2	Im Midgard, zwischen Canonlabyrinth und Wasserberg.
28	1771	Vor dem Wasserberg.
29	1782·9	Im Midgard, an der höchsten Stelle der großen Halle (Nordwand).
30	1784·5	Im Midgard, an der höchsten Stelle der großen Halle (Nordwand).
31	1783	Im Midgard, an der höchsten Stelle der großen Halle (Nordwand).
32	1773·6	Im Midgard, an der höchsten Stelle der großen Halle (Nordwand).
33	1780·8	Vor dem großen Schlot im Midgard.
34	1769·1	Im Midgard.
35	1767·1	Im Midgard, vor der Abzweigung des I. Verbindungsstollens.
36	1773	Im Midgard, an der Abzweigung des Irrgartens.
37	1761	Vor der Abzweigung des zweiten Verbindungsstollens.
38	1742·2	In der steilen Schutthalde, am Beginn des II. Verbindungsstollens.
39	1712·1	Am Fuße dieser Schutthalde.
40	1717·9	Im II. Verbindungsstollen unter dem Schlot.
41	1728·5	Am Ende des II. Verbindungsstollens.
42	1736·9	Vor der Teilungshalle, am Ende des II. Verbindungsstollens.
43	1740·3	Vor der Abzweigung zum Fledermausgang.

Literaturverzeichnis.

Allgemeine Arbeiten:

Franz Kraus, „Höhlenkunde“, Wien 1894. „Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt“, IV. 1881, Bd. 31, Heft 1. „Mitteilungen der Sektion für Höhlenkunde des österreichischen Touristenklubs“, 529, 1882, 1, 10.

M. E. A. Martel, „Rapport sur l'exploration souterraine hydrologique des Pyrénées en 1908“, Paris 1910.

Hans Hess, „Die Gletscher“, Braunschweig, Vieweg u. Sohn, 1904. „Über den Zusammenhang zwischen Schichtung und Bänderung der Gletscher“, Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie. 1902.

download unter www.zobodat.at

Hans Crammer, „Eis und Gletscherstudien", Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie, XVIII, 1903, Erg., p. 407.

R. Emden, „Über das Gletscherkorn", Basel 1890.

Hagenbach-Bischoff, „Das Gletscherkorn", Verh. der Naturf.-Gesellschaft Basel 1888, Bd. 7. „Über Gletschereis", Verh. der Naturf.-Gesellschaft Basel, 1889, Bd. 8.

A. Penk, „Die Temperaturverhältnisse der Grotte von St. Canzian bei Triest", Meteorologische Zeitschrift, 1889, p. 338.

Alfred Roschkott, „Über Temperaturverhältnisse in Höhlen", Meteorologische Zeitschrift, 1921, Heft 2, p. 33.

A. Schmidl, „Die Grotten und Höhlen von Adelsberg, Lueg, Planina und Laas", Meteorologisches, p. 165, Wien 1854.

Die Höhle in Sport, Wissenschaft und Kunst, Verlag Der Alpenfreund, München 1922.

Spezielle Arbeiten über Eishöhlen und Höhlen mit abnormer Temperatur:

Eberh. Fugger, „Eishöhlen und Windröhren", 24., 25., 26. Jahresbericht der k. k. Oberrealschule in Salzburg. „Beobachtungen in den Eishöhlen des Untersberges bei Salzburg", Mitteilungen der Gesellschaft für Salzburger Landeskunde, 1888, XXVIII, 94.

Hans Crammer, „Eishöhlen und Windröhrenstudien", Abhandlungen der k. k. geographischen Gesellschaft in Wien, I. 1899 (Lechner).

Franz Kraus, „Die Veränderungen in der Eishöhle am Beilstein", Globus LIX, 344.

B. Schwalbe, „Übersichtliche Zusammenstellung literarischer Notizen über Eishöhlen und Eislöcher, nebst einigen Zusätzen", Mitteilungen der Sektion für Höhlenkunde des österreichischen Touristenklubs, 20. Juli 1887, Nr. 2. „Über Eishöhlen und Eislöcher", Festschrift zu dem fünfzigjährigen Jubiläum des städtischen Dorotheen-Realgymnasiums zu Berlin 1886.

L. Karl Moser, „Die Eishöhlen des Tarnowaner und Birnbaumer Waldgebirges", Zeitschrift des Deutschen und Österreichischen Alpenvereines, 1889, Bd. 20, p. 351.

Hans Lohmann, „Das Höhleneis unter besonderer Berücksichtigung einiger Eishöhlen des Erzgebirges", Inaug.-Diss., Dresden 1895.

Eugen Berr und H. Hassinger, „Das Geldloch im Ötscher", Zeitschrift des Deutschen und Österreichischen Alpenvereines, 1902, Bd. 33, 117.

I. Bock, G. Lahner und G. Gaunersdorfer, „Höhlen im Dachstein", Graz 1913, p. 102.

S. Terlanday, „Sommereisbildung in der Eishöhle von Szilicze", Petermanns Mitteilungen 1896, p. 217.

Schmidl, „Die Höhlen des Ötscher", Sitzungsbericht der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der k. k. Akademie der Wissenschaften in Wien, 1857, p. 180, 213.

Posselt-Czorich, „Höhlenwanderungen im Salzburger Kalkgebirge", Zeitschrift des Deutschen und Österreichischen Alpenvereines, 1880, Bd. 2.

I. Bock, „Die Wetterlöcher auf dem Schöckl", Mitteilungen für Höhlenkunde, III. Jahrg., November 1910, Heft 2.

L. Steiner, „Die Temperaturverhältnisse in der Eishöhle von Dobschina", Meteorologische Zeitschrift 1922, Heft 7.

Crammer und Sieger, „Untersuchungen in den Ötscherhöhlen", Globus LXXV, 1899, Nr. 20 und 21.

Thury, „Etudes sur les glacières naturelles", Genf 1861.

Browne, „Ice-caves of France and Switzerland", Cambridge 1865.

Swift Balch, „Glacières or Freezing Caverns", Philadelphia 1900.

Anton Hoenig, „Die Barrandegrotte bei Srbsko im Berauntal", Lotos, Prag, Bd. 60, Nr. 6, Juni 1912.

download unter www.zobodat.at

Gino Basilisco, „Über einige neuentdeckte Höhlen bei Canfanaro und Sanvincenti (Istrien)", Mitteilungen für Höhlenkunde, V. Jahrg., Heft 1, August 1912.

E. Hauser und R. Oedl, „Eishöhlen", Die Naturwissenschaften, IX., 1921, Heft 36, p. 721.

„Bericht über die Eisverhältnisse de rHöhle im Tennengebirge", Akademischer Anzeiger Nr. 11, der Akademie der Wissenschaften in Wien, Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse vom 6. Mai 1921.

„Eishöhlen", Die Erklärung dieser eigenartigen Naturerscheinung nach den neuesten Forschungsergebnissen, Kosmos, Heft 6, 1922.

Obige Zusammenstellung macht keineswegs den Anspruch auf Vollständigkeit, zumal die Anführung von Arbeiten, die während des Krieges im Auslande erschienen, nicht möglich war.

download unter www.zobodat.at

Fig. 1. Plastische Rekonstruktion des Höhlenbären, im Jardin des Plantes in Paris. (Nach H. Klaatsch, „Weltall und Menschheit", II. Band, S. 253.)

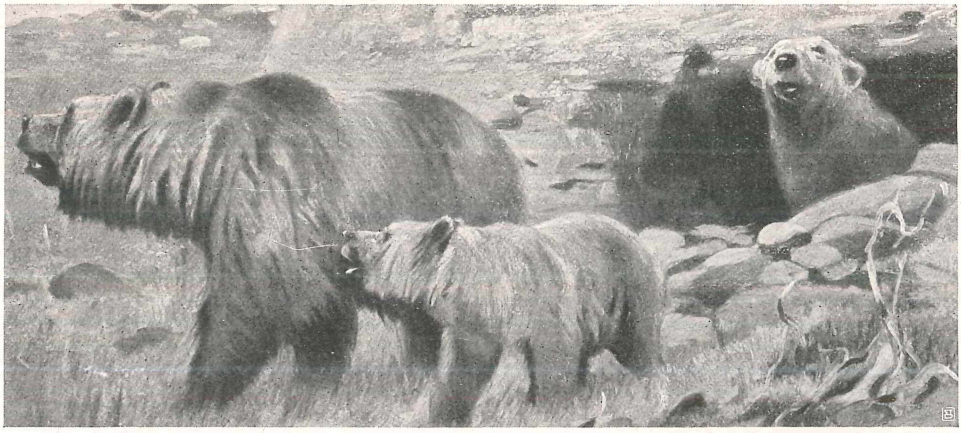


Fig. 2. Rekonstruktion des Höhlenbären, ausgeführt von W. Kuhnert. (Nach H. Klaatsch in „Weltall und Menschheit", II. Band). (Unrichtig, weil zu stark nach dem Vorbilde des Braunbären rekonstruiert.)

download unter www.zobodat.at

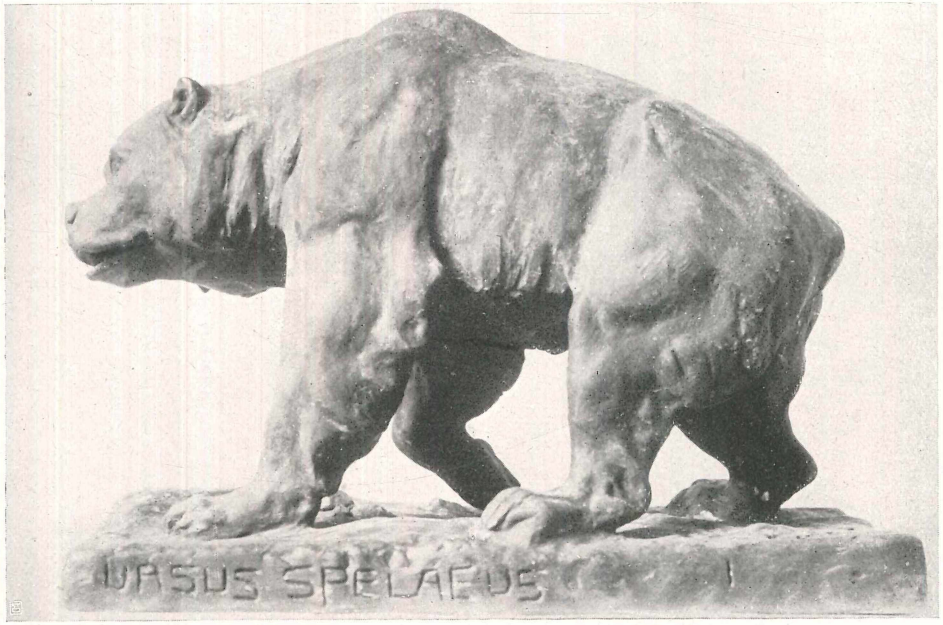
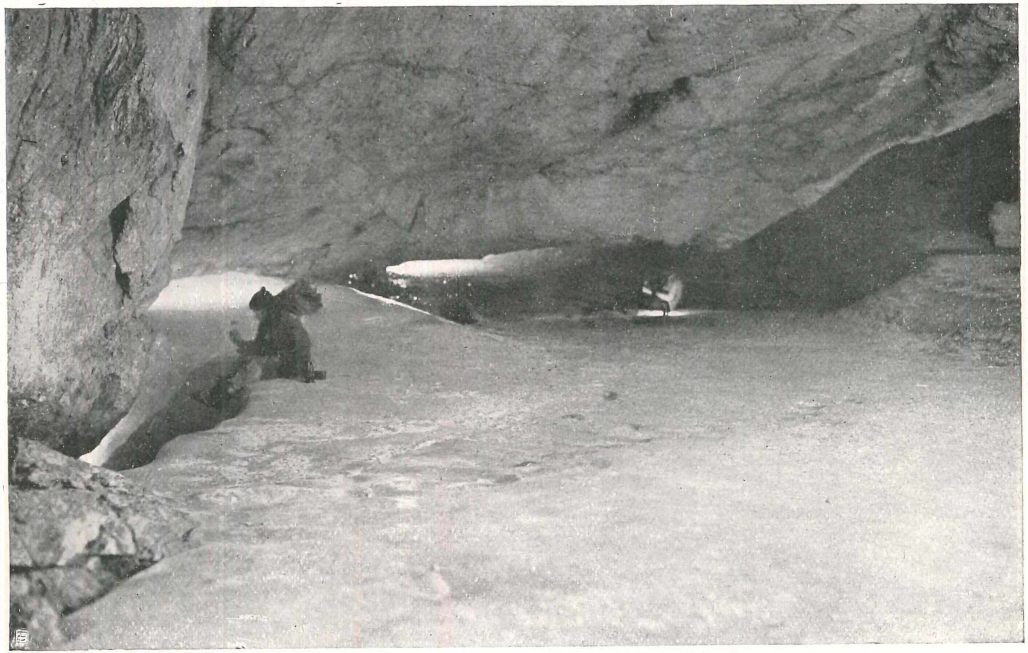


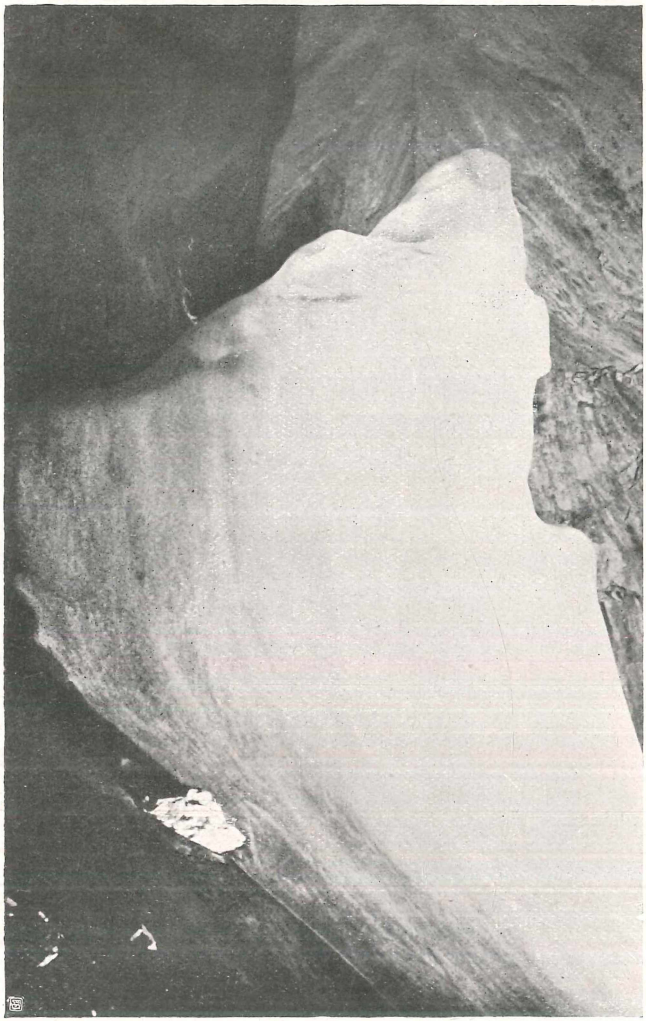
Fig. 3. Neue Rekonstruktion des Höhlenbären, ausgeführt 1922 vom akad. Maler F. Roubal (im paläobiologischen Lehrapparate der Universität Wien, unter der Leitung von Prof. Dr. Othenio Abel und Priv. Dozent Dr. Otto Antonius).

download unter www.zobodat.at



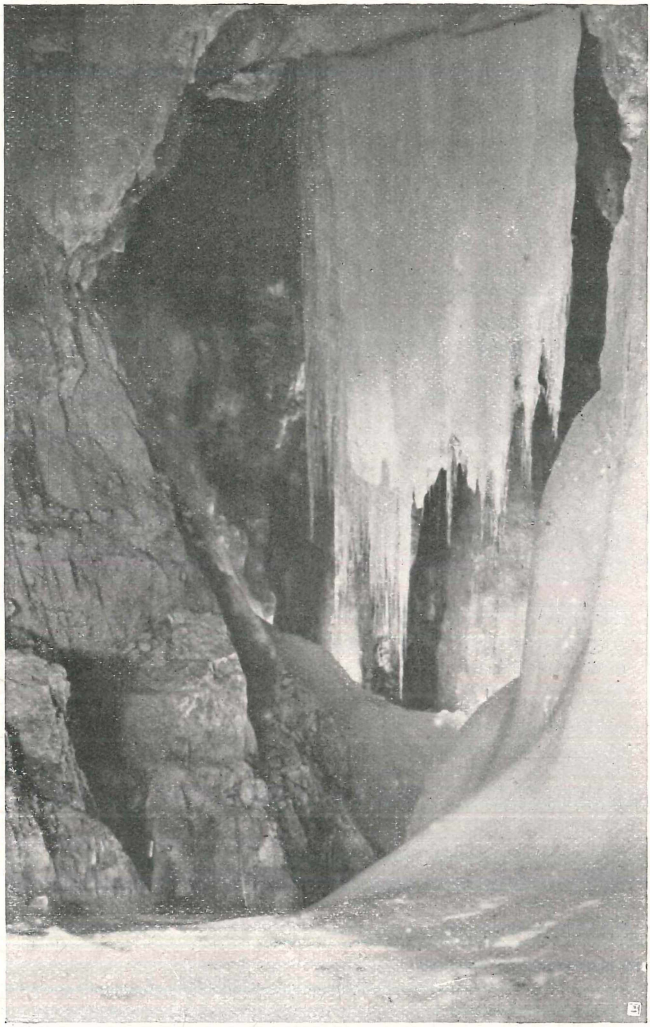
Eisriesenwelt im Tennengebirge: Windmessungen beim Sturmsee. Die Felsendecke reicht fast bis zum Eisboden herab. Man beachte den engen Querschnitt. Rechts Sturmseespalte mit sitzender Figur, durch Lampe beleuchtet. Links die Randkluft mit davor sitzendem Mann. Man vergleiche diese Tafel mit der schematischen Zeichnung Fig. 3 im Text. (Phot. A. Asal.)

download unter www.zobodat.at



Eisriesenwelt im Tennengebirge: Posselt-Eisturm. Von der Seite aus aufgenommen. Ein gewaltiger Bodenzapfen, der sich auf fast 45° geneigtem Eiswall erhebt. Die rechte (vordere) Flanke ist 10 *m* hoch, im oberen Teil befinden sich die hier gut erkennbaren Einkerbungen, die durch das warme Tropfwasser, das von der Deckenspalte herabkommt, verursacht sind. Man beachte zum Größenvergleich die Figur links oben, die von rückwärts schwach beleuchtet ist. (Phot. A. Asal.)

download unter www.zobodat.at

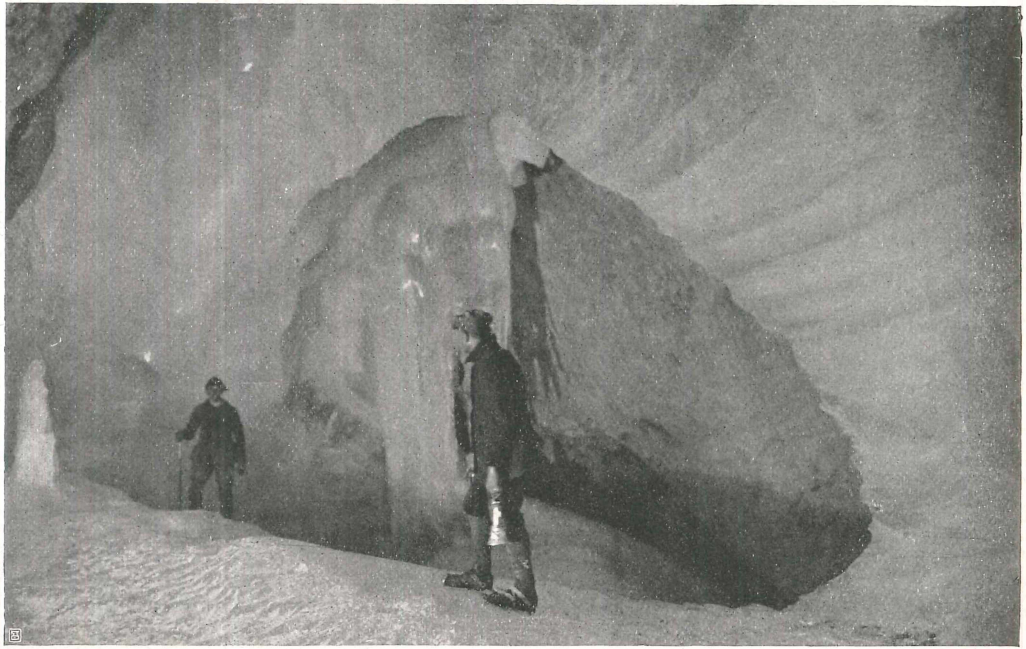


Eisriesenwelt im Tennengebirge: Eisvorhang in der Hymir-Halle, 20 *m* lang (oberhalb der Eiskapelle). Er verdankt seine Entstehung dem reichlich zur Schneeschmelze aus dem großen Schlote dringenden Tropfwasser. (Zum Größenvergleich dient links vorne ein Mann im Höhlenanzug.) Rechts vorne ein Teil der Hymir-Eisburg. (Phot. A. Asal.)

download unter www.zobodat.at

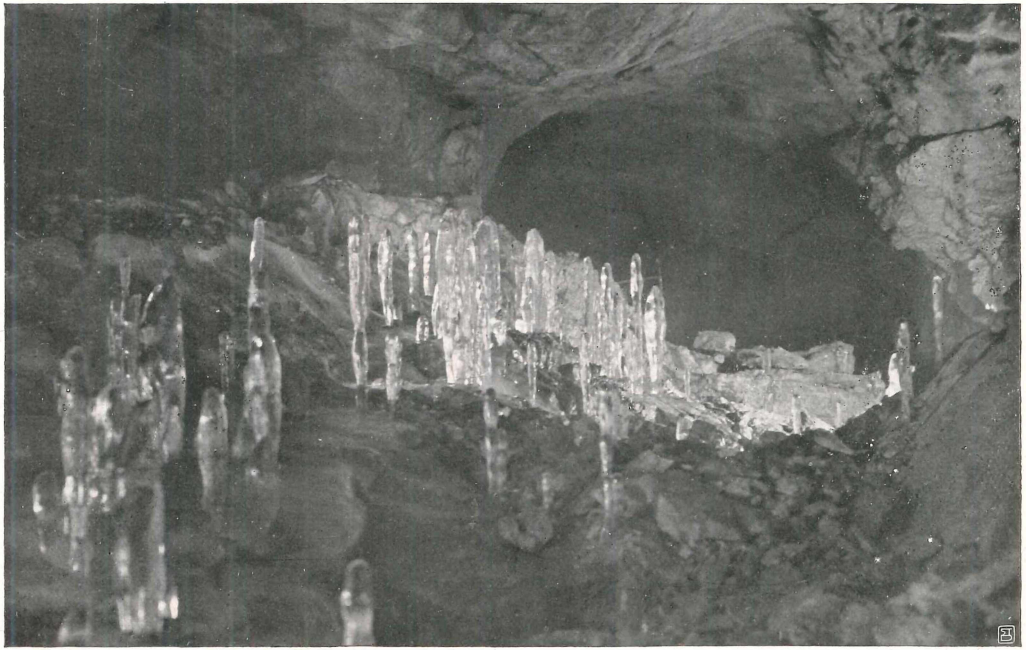
Eisriesenwelt im Tennengebirge: Große Randkluft (vgl. Fig. 7) zwischen Mörk-Dom und Eistor (links Eiswand, rechts Felsendecke). Man beachte links im Bilde die deutliche Schichtung. Sehr deutlich ist hier die durch Winderosion hervorgerufene Riffelung zu erkennen. (Man beachte zwecks Größenvergleich die dunkle Figur in der Mitte des Bildes, an einem Felsblock gelehnt.) (Phot. A. Asal.)

download unter www.zobodat.at



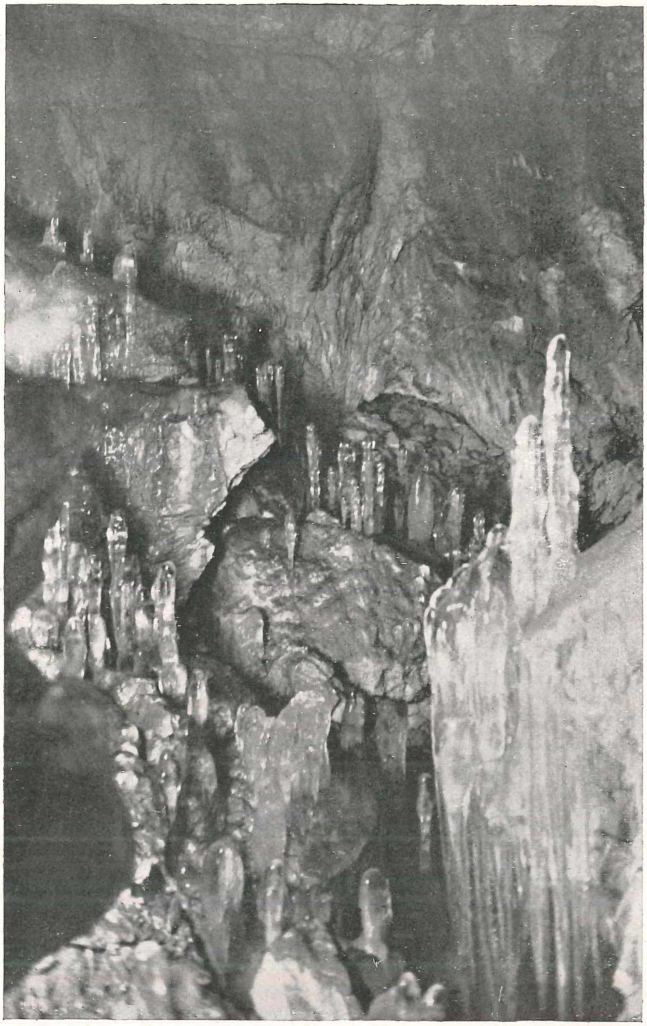
Eisriesenwelt im Tennengebirge: Eistor. Deutliche Eisschichtung. Höchste Stelle des Hauptganges. Der ganze Hohlraum ist hier mit Eis ausgefüllt. Rechts führt die weitere Fortsetzung durch die große Randkluft zum Mörk-Dom hinab. (Phot. A. Asal.)

download unter www.zobodat.at



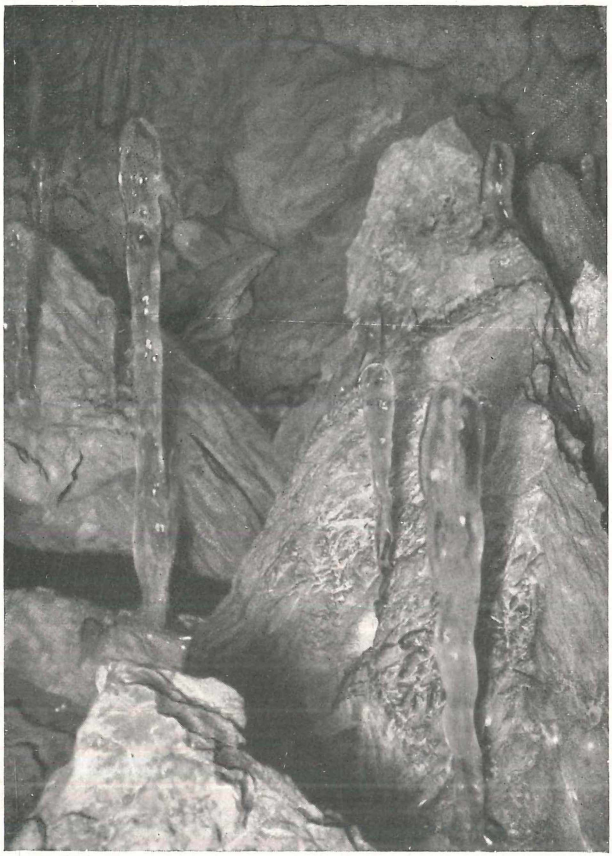
Eisriesenwelt im Tennengebirge: Eiskeulen im Wimur. Bis zu 2 *m* hohe und dabei sehr schlanke Bodenzapfen aus Eis. Oberhalb den Eisköpfen: Bereich der positiven Temperaturen; unterhalb: negative Temperaturschichten. Links Fortsetzung in den eigentlichen Wärmespeicher zur Wimur-Quelle, die eine konstante Temperatur von $+4^0$ besitzt, deren Wasser aber hier, kaum 10 *m* tiefer, zu Eis erstarrt. Nur im Spätsommer und Herbst rinnt das Wasser durch schmale aber sehr tiefe Schmelzrinnen, die sich im Bodeneis einfressen, weiter ab. Rückwärts Fortsetzung zum oberen Teil der Hymir-Halle (vgl. Fig. 12). (Phot. A. Asal.)

download unter www.zobodat.at



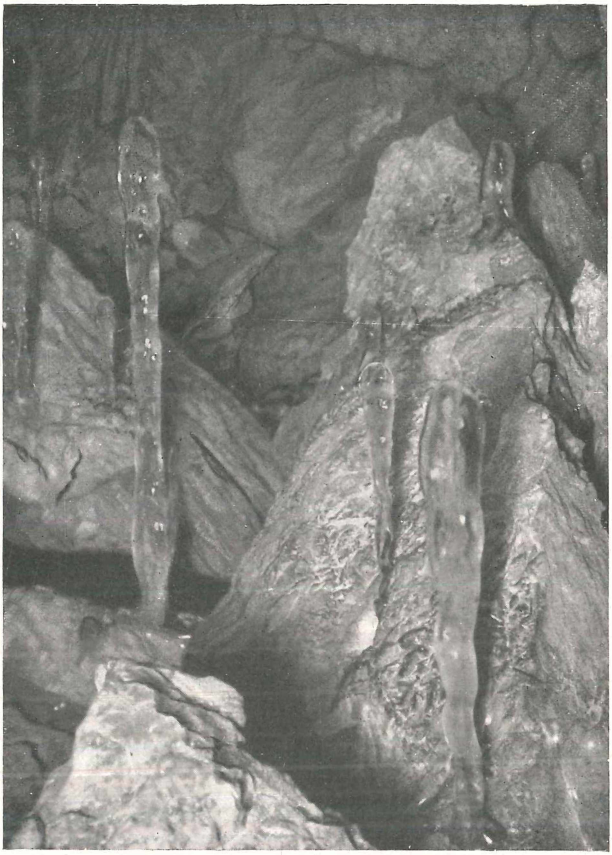
Eisriesenwelt im Tennengebirge: Blick vom Wimur gegen die obere Hymir-Halle mit Eiskeulen. Rechts Abgrund von 40 *m* Tiefe bis zum Eisboden vor der Eiskapelle. (Phot. A. Asal.)

download unter www.zobodat.at



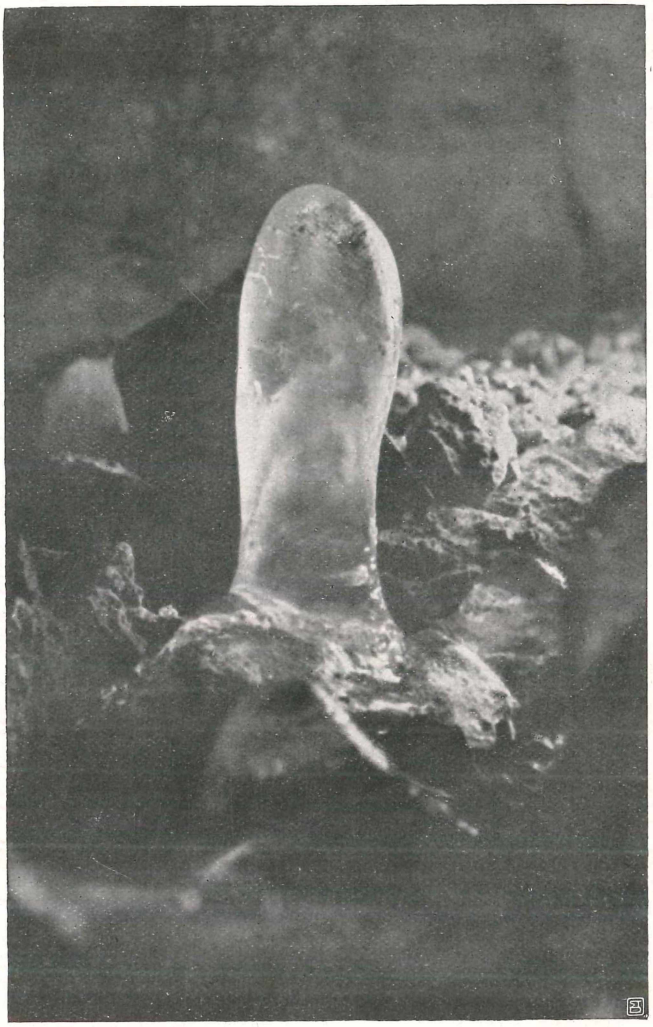
Eisriesenwelt im Tennengebirge: Eiskeulen (Detailaufnahme). Man beachte die beiden Keulen rechts und die Neigung des ihnen als Basis dienenden Felsblockes. (Phot. A. Asal.)

download unter www.zobodat.at



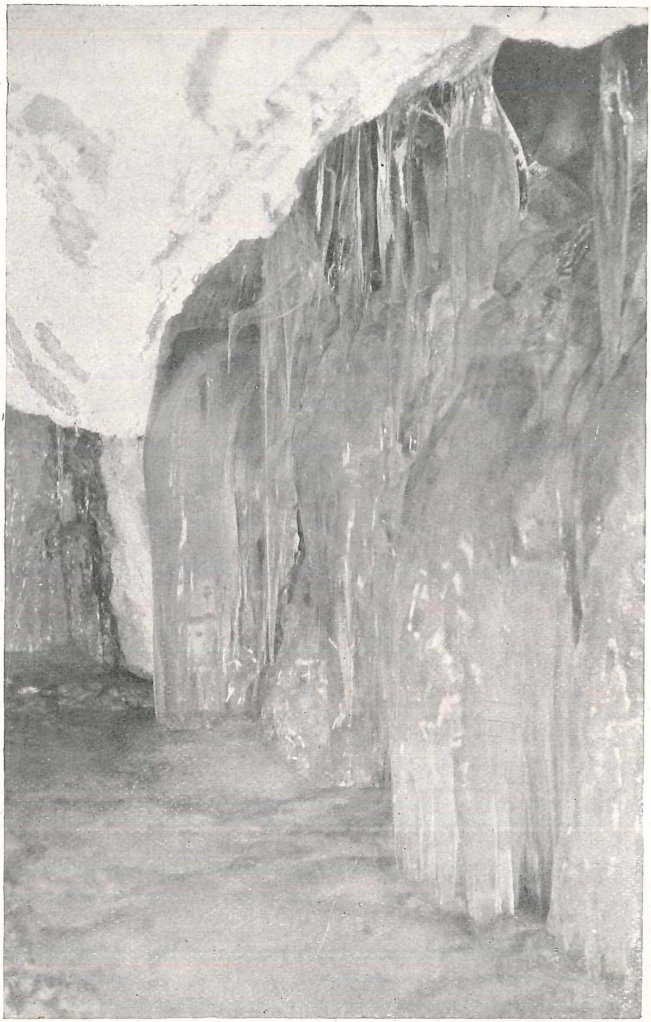
Eisriesenwelt im Tennengebirge: Eiskeulen (Detailaufnahme). Man beachte die beiden Keulen rechts und die Neigung des ihnen als Basis dienenden Felsblockes. (Phot. A. Asal.)

download unter www.zobodat.at



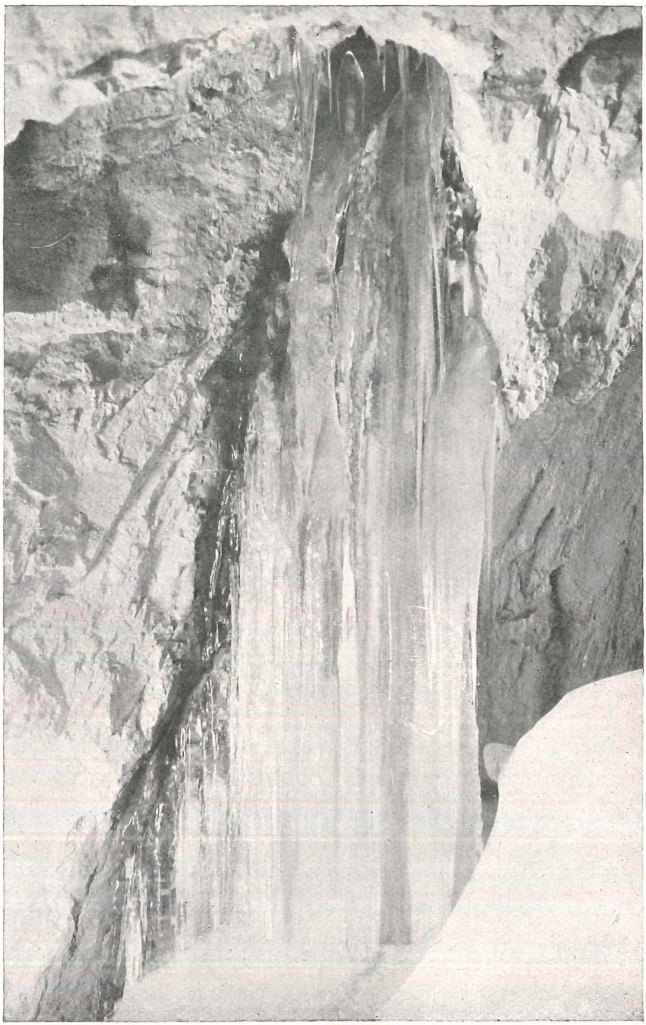
Eisriesenwelt im Tennengebirge: Eishut im Midgard. Die Aufnahme ist mit durchfallendem Licht gemacht und zeigt deutlich die alte Kontur. Links oben sind Tyndallsche Schmelzfiguren sichtbar. Vgl. die schematische Zeichnung im Text, Fig. 11. (Phot. A. Asal.)

download unter www.zobodat.at



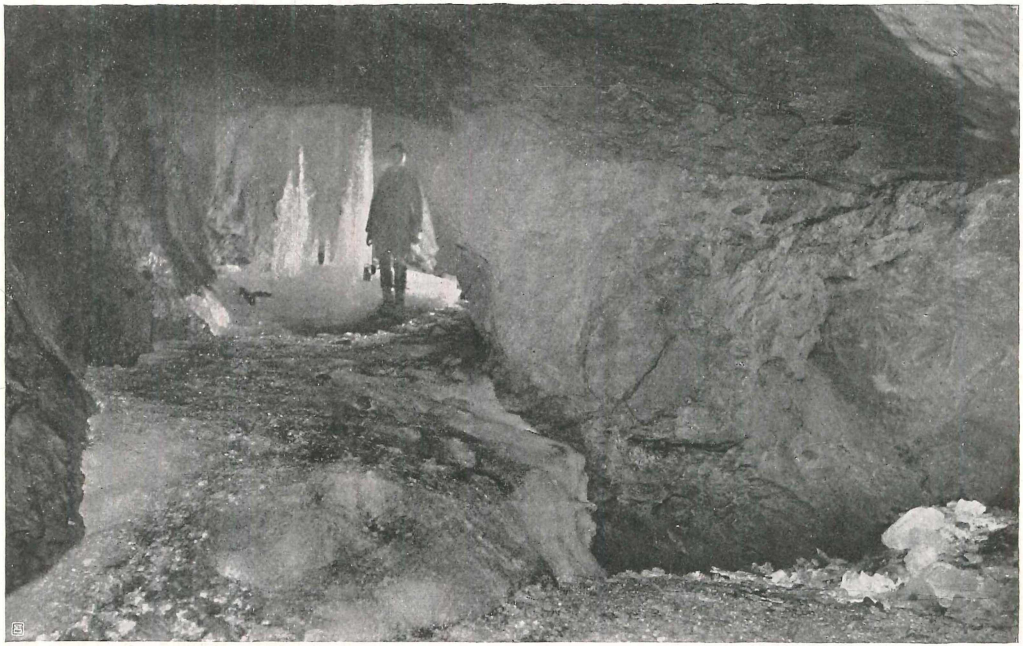
Eisriesenwelt im Tennengebirge: Eisbildungen in der III. Loggia. Man beachte den durchsichtigen schrägen Zapfen. (Phot. A. Asal.)

download unter www.zobodat.at



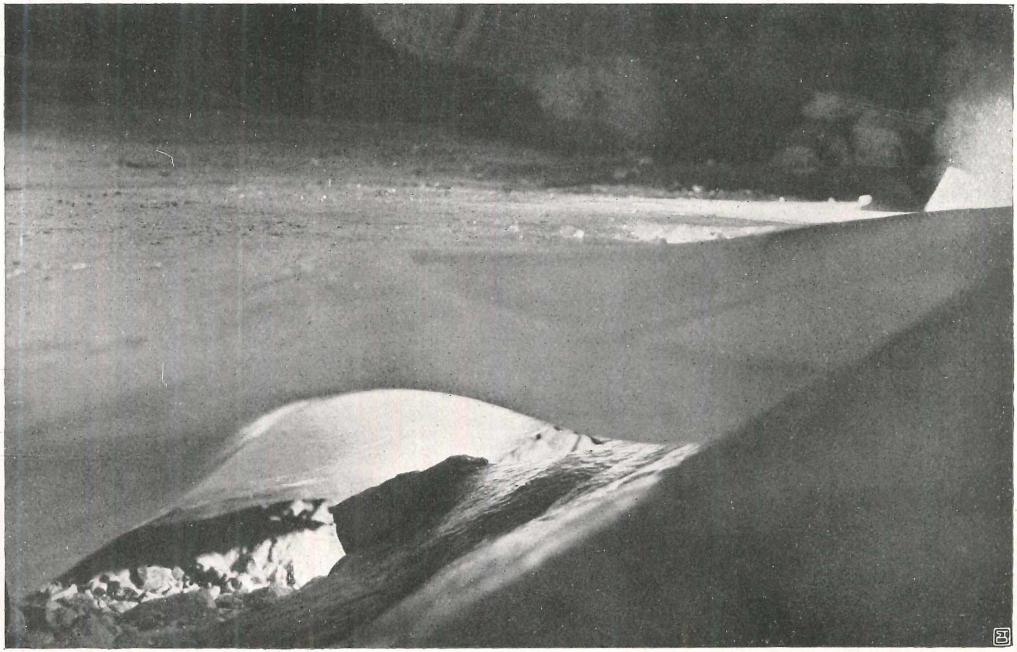
Eisriesenwelt im Tennengebirge: Eisfall in der Posselt-Halle (2 *m* hoch).
(Phot. A. Asal.)

download unter www.zobodat.at



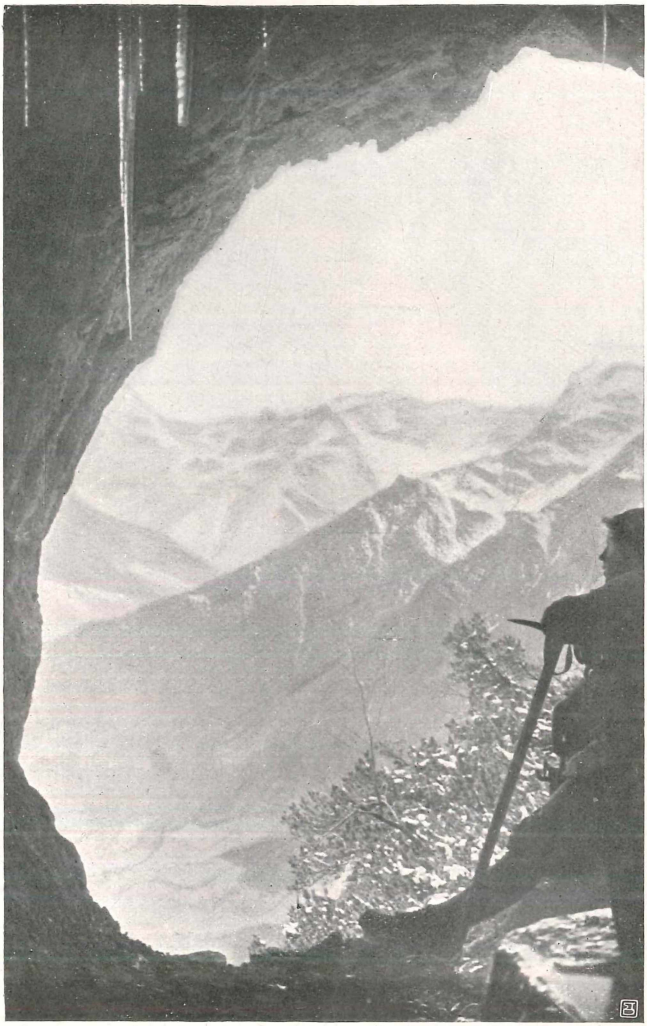
Eisriesenwelt im Tennengebirge: Eisgang im Eislabyrinth. Im Hintergrund 2 Eissäulen. (Phot. A. Asal.)

download unter www.zobodat.at



Eisriesenwelt im Tennengebirge: I. Eissee. Hier bewirkt im Sommer durch die Einwirkung der Sonne die Gesteinswärme ein teilweises Abschmelzen des Eises von unten, wodurch eine Höhlung entsteht. Im Frühjahr schiebt sich das gebildete Neueis darunter. (Rechts im Bilde.) (Phot. A. Asal.)

download unter www.zobodat.at



Ausblick aus der Poldi-Quelle gegen das Hagengebirge. Eine kleine Nischenhöhle, zwischen Beißzange und Eisriesenwelt-Eingang gelegen, mit winterlicher Eisbildung. (Phot. A. Asal.)

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Speläologisches Jahrbuch

Jahr/Year: 1923

Band/Volume: 4_1923

Autor(en)/Author(s): Hauser E., Oedl Robert

Artikel/Article: Die große Eishöhle im Tennengebirge (Salzburg). (Eisriesenwelt.) 17-47