

■ EISRIESENWELT

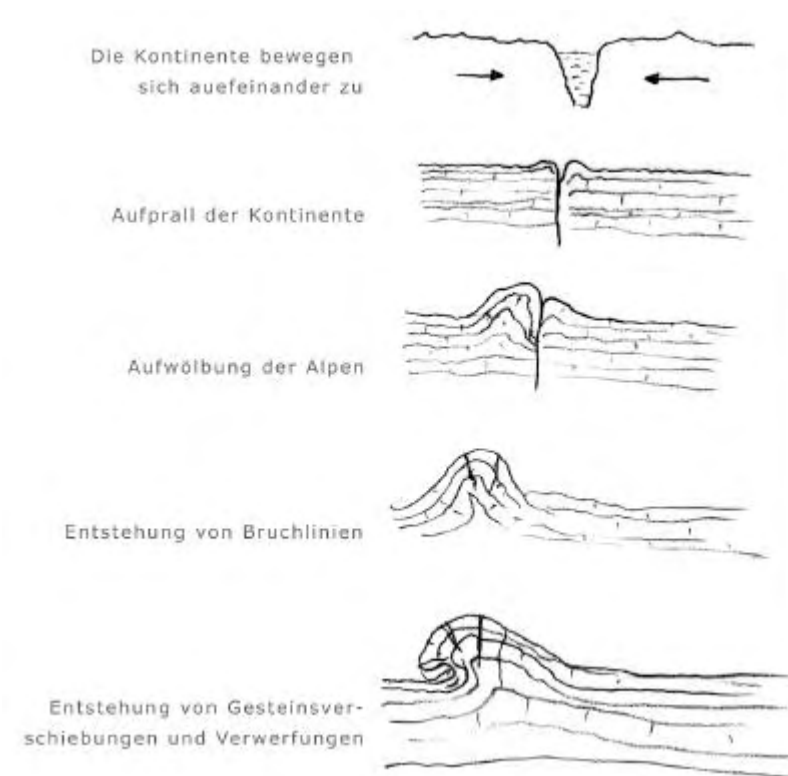
Wissenschaftlicher Hintergrund

1. Wie entstand die Höhle „Eisriesenwelt“

Die überwiegende Anzahl der Höhlen im Alpenbereich befindet sich in den Kalkgebirgen zum Unterschied von Höhlen die durch reine Gebirgshebung (Spaltenbildung), vulkanische Lavaströme oder reine Wassererosion (Küstenhöhlen) entstanden sind.

Zur Entstehung von Höhlen wie der Eisriesenwelt bedarf es folgender Faktoren:

1.1. Gebirgshebung:



Durch die Entstehung der Alpen in Form der Gebirgshebung wurden die Gebirgsmassen aufgewölbt und es entstanden Bruchspalten (tektonische Spalten), die gewisse Hohlräume im Gebirgsstock hervorriefen. Dies bewirkte, dass äußere Einflüsse insbesondere Wasser in die Entwicklung der unterirdischen Vorgänge Einfluss nehmen konnten

Abb. 1 Gebirgshebung

1.2. Gesteinszusammensetzung:

Für die Ausbildung der zahlreichen Höhlen im Alpenbereich spielt die Zusammensetzung des Gesteines eine wesentliche Rolle. Vorwiegend befinden sich ausgedehnte Höhlensysteme im Bereich der Kalkalpen. Kalkgestein ist wasserlöslich, insbesondere wenn Regenwasser, welches durch organische Stoffe angereichert in das Gestein eindringt. Hierdurch löst sich das Kalkgestein auf und es entstehen Hohlräume im Untergrund. Vor einigen Millionen Jahren herrschte in diesen Gebieten subtropisches Klima, wodurch die Wasserlöslichkeit des Gesteines erheblich höher war, als dies heute ist.

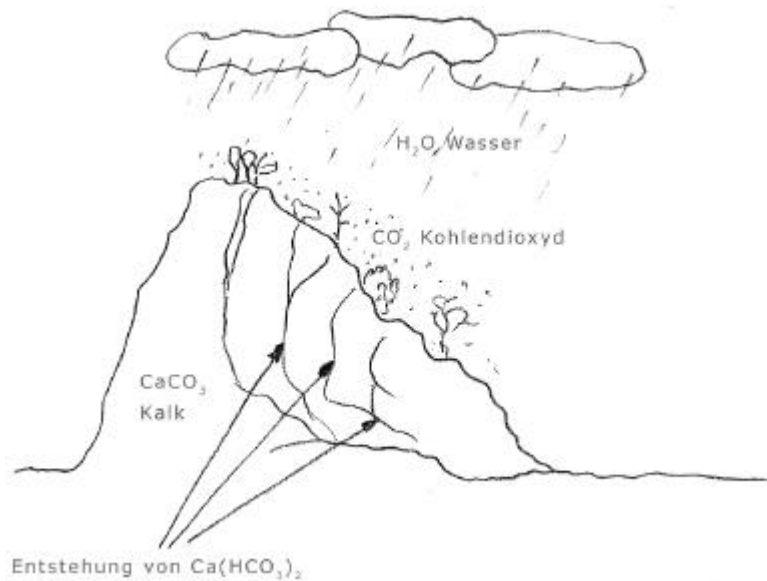
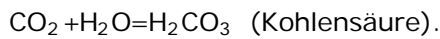
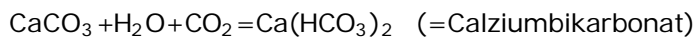


Abb. 2 Verkarstung, Korrosion

Die Korrosion ist die chemische Gesteinsauflösung (Kalk CaCO_3) durch Kohlendioxid (CO_2) und Wasser (H_2O). Reines Wasser hat wenige H^+ -Ionen und kann daher Kalk kaum auflösen. Durch Anreicherung mit CO_2 aus der Luft und aus der Bodenvegetation bildet sich eine aggressive Säure:



Wenn diese Säure in die Spalten des Kalkgesteins eindringt, wird Kalkstein gelöst:



Durch die Kalkauflösung in den Fugen des Gesteins bilden sich allmählich größere Kluftsysteme in die größere Wassermengen eindringen können, die sodann weitere Auswaschungen (Erosionen) bewirken.

1.3. Wasser:

Einwirkung des Wassers in Form der Erosion: Nachdem im Untergrund der aufgeworfenen Gebirgswelten bereits Hohlräume vorhanden waren, wurde im Laufe der verschiedenen erdgeschichtlichen Perioden eine Vergrößerung der unterirdischen Hohlräume dadurch bewirkt, dass die Regenmengen unterirdische Wege fanden. Hierdurch kam es zu einer mechanischen Vergrößerung (Erosion) der vorhandenen Hohlräume, die sich in nahezu allen Höhlen der Alpen deutlich nachvollziehen lässt.

Bei der mechanischen Abtragung von Gesteinen spielt auch der Umstand eine wesentliche Rolle, dass bei zunehmendem Wassereintritt dessen Fließgeschwindigkeit zunimmt und abgebrochenes Material weiter transportiert. Dadurch entstehen Schluchten und Schächte. Sogenannten Kolke (Auswaschungen) sind deutliche Erscheinungsformen der Erosion.

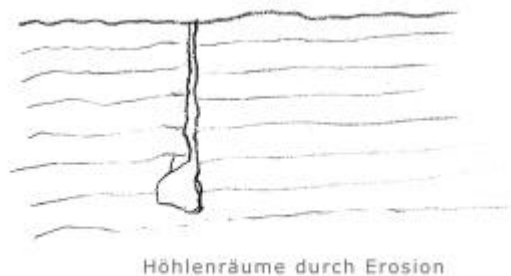


Abb. 3 Erosion

1.4. Inkasion:

Durch die Jahrtausende-fortschreitende Vergrößerung kam es auch zu erheblichen Einstürzen (Deckensturzböcke) in den Höhlen, die solange anhielten, bis die Höhlen in sich ein stabiles, statische Gleichgewicht erhielten.

Die mechanische Aushöhlung von Gebirgen bewirkt Einschnitte im statischen Gefüge des Gesteins. So kommt es zu natürlichen Einstürzen der Wände und Decken im Untergrund.

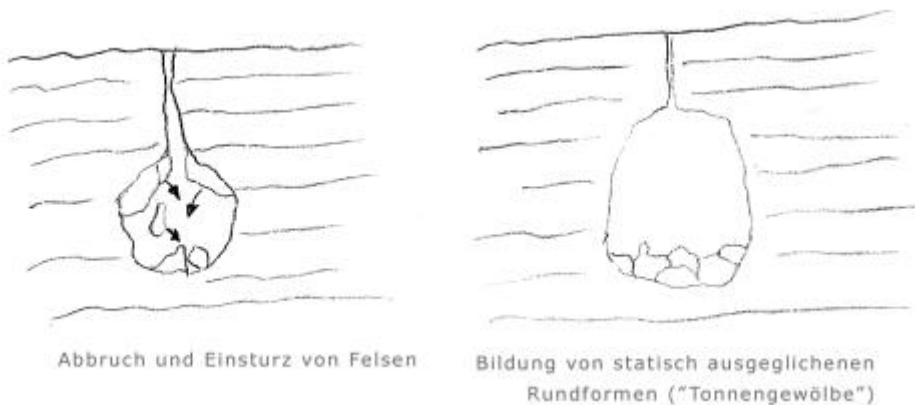


Abb. 4 Inkasion

Die Höhlen sind somit eine Folge von verschiedenen Faktoren wie Gebirgshebung (Spaltenbildung), Wasserlöslichkeit des Gesteins (Korrosion) und Wassererosion, welche über Jahrtausende bzw. Jahrmillionen Ursache für die heutigen Höhlenformationen darstellen.

2. Warum gibt es Eis in Höhlen?

Auf unserem Planeten Erde gibt es eine Unzahl von Höhlen (vermutlich wesentlich mehr als eine Million Höhlen), hingegen aber nur ganz wenige Eishöhlen. Eine Höhle wird dann als Eishöhle bezeichnet, wenn sie in ihren Hohlräumen Eisformationen birgt, die über das ganze Jahr hindurch bestehen bleiben.

Bei der Eisriesenwelt handelt es sich um eine typische dynamische Eishöhle.

2.1. Typen von Eishöhlen

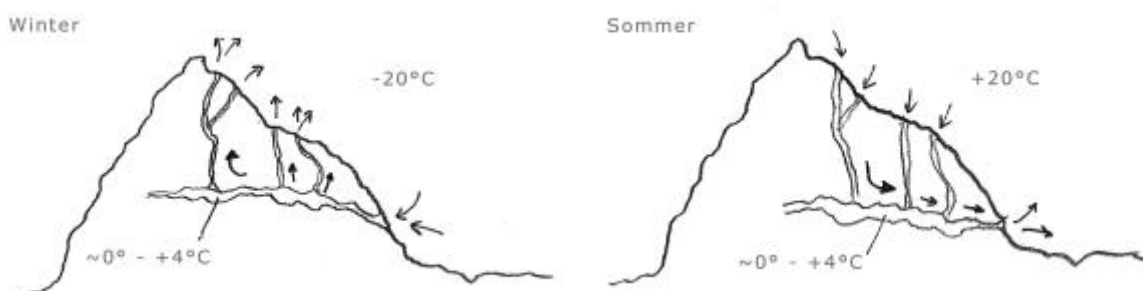


Abb. 5 Dynamische oder zyklische Eishöhlen

Abb. 6 Statische Eishöhlen

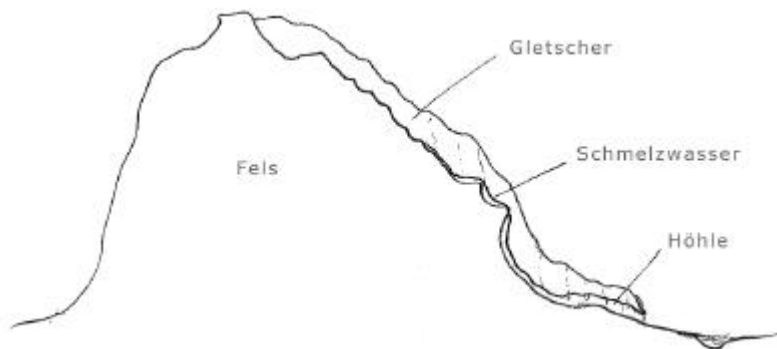
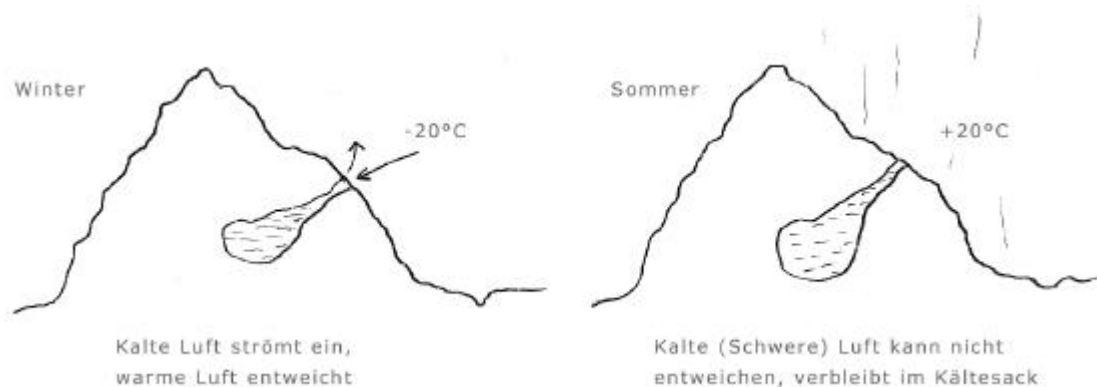
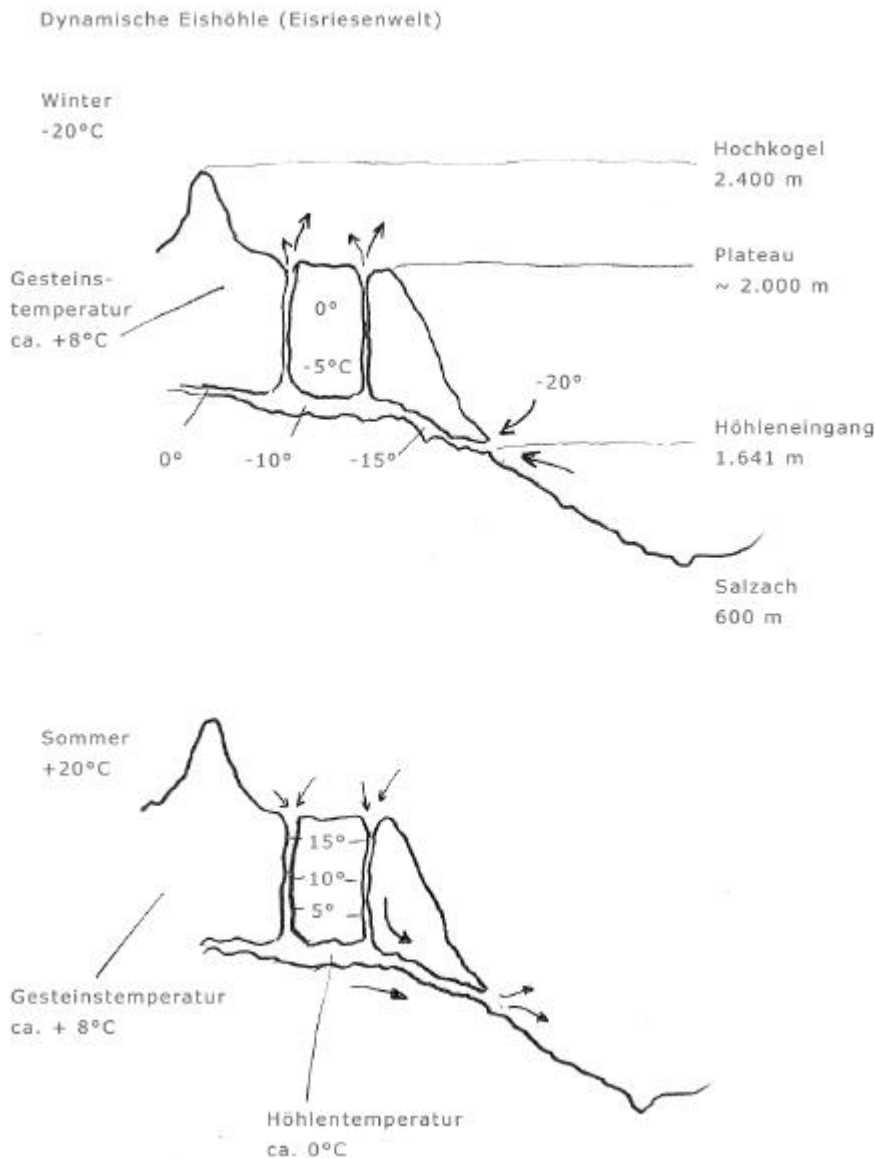


Abb. 7 Gletscherhöhlen

2.2. Dynamische oder zyklische Eishöhlen

Grundprinzip einer dynamischen Eishöhle ist der sogenannte Kamineffekt. Hierzu ist es erforderlich, dass die Höhle über ein Hohlräumssystem verfügt, welches mindestens einen Eingang in unterer Seehöhe und einen weiteren Ausgang in einer beträchtlich höheren Höhe aufweist. Hierdurch kommt es im Winter, wenn die Außentemperaturen sehr niedrig sind, zu dem physikalischen Effekt, dass die relativ warme Temperatur im Gesteinsinneren einen Luftzug bewirkt, der durch das Höhlensystem emporsteigt. Hierdurch werden insbesondere im Bereich des unteren Höhleneinganges, in den die kalte Winterluft nachströmt, die Gesteinsfläche stark unterkühlt. Während der Sommermonate, in denen die Außentemperatur wesentlich höher ist als die Temperatur im Gesteinsinneren wird ein umgekehrter Effekt erzielt. Die relativ kalte Luft (Regeltemperatur der Gesteinsmassen beträgt ca. 8 Grad Celsius) bewirkt einen Luftstrom nach unten, sodass aus den hoch gelegenen Öffnungen zwar relativ warme Luft angezogen wird, diese jedoch bis zum Eintritt in den unteren Bereich der Höhle soweit abgekühlt ist, dass die dort befindlichen Hohlräume nicht mehr genügend aufgewärmt werden können. Hierdurch entsteht eine ständige Temperatur unter 0 Grad Celsius in diesem Bereich des unteren Einganges, sodass eintretendes Wasser (insbesondere Schmelzwasser im Frühjahr) gefriert und es zur Bildung von Eisfiguren kommt.

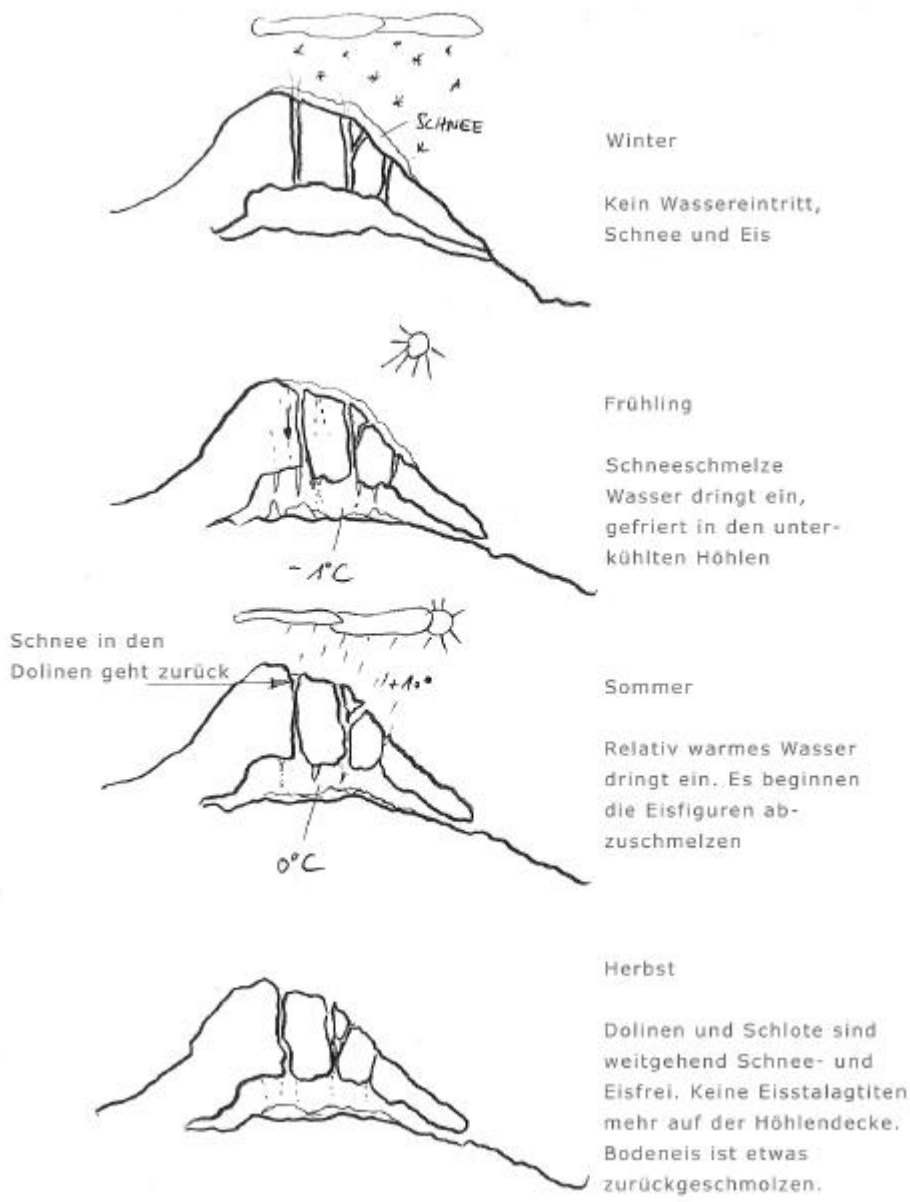
Abb. 8 Kamineffekt/ Wetterführung/ Temperaturverhältnisse



2.3. Klimatische Voraussetzungen

Damit Eishöhlen entstehen können, bedarf es auch der richtigen Menge und des richtigen Zeitraumes eines Wassereintrittes. Dies bedeutet, dass die Temperatur- und Wetterverhältnisse einem genauen System entsprechen müssen. Im Winter muss einerseits eine klimatische Konstellation vorhanden sein, die eine ausreichende Schneebedeckung der Gebirgsoberfläche bewirkt, andererseits muss im Sommer genau jene Temperatur vorliegen, die zwar ein Abschmelzen der Schneeablagerungen bewirkt, aber auch nicht allzu viel Wärme in die Höhle einströmen lässt.

Abb. 9 Winter-Frühling-Sommer-Herbst



2.4. Komplexer Energiehaushalt

Wissenschaftlich gesehen handelt es sich bei einer dynamischen Höhle um einen (Wärme-) Energiehaushalt, der bis heute nicht vollständig wissenschaftlich geklärt ist. Für eine Berechnung der Ursachen für die Eisbildung in Höhlen fehlen bis heute ausreichende wissenschaftliche Untersuchungen, die insbesondere den Energiehaushalt dieser komplexen Systeme nachvollziehbar erklären könnten.

Um Luft zu erwärmen wird Energie (gemessen in Kalorien oder Joule) benötigt, also gebunden. Umgekehrt bedeutet dies, dass bei einer Abkühlung der Höhlenluft entsprechende Wärme frei wird. Es gilt nun für eine wissenschaftliche Untersuchung des Höhlenklimas in Eishöhlen die Gesamtenergiemengen zu erforschen, die für das Entstehen bzw. Abschmelzen von Höhleneis eine Rolle spielen. Möglicherweise kann dann auch der zu erwartende Einfluss einer allgemeinen Klimaerwärmung abgeschätzt werden. Die bisherigen Berechnungen haben ergeben, dass die Wärmeabgabe durch Höhlenbesucher nur einen unbedeutenden Einfluss auf die Gesamtenergiemenge ausübt.

Weitere Faktoren sind die Mengen und Temperatur des eindringenden Wassers, Energiefreigabe bei Diffusion (Verdunstung) von Eis, Luftdruck und Düseneffekte.

Weltweit werden in den wenigen Eishöhlen der Welt unterschiedliche Untersuchungen durchgeführt, die zum Teil viele Jahrzehnte umfassen. Auch in der *Eisriesenwelt* werden derzeit Temperaturmessungen und Windmessungen durchgeführt. Eine lückenlose Erklärung für die spezifischen Verhältnisse in den unterirdischen Höhlensystemen besteht jedoch bis heute nicht.

3. Wie alt ist das Eis in der Eisriesenwelt?

Die wenigen Eishöhlen im Bereich der Alpen haben seit jeher die Frage aufgeworfen, wie lange die darin enthaltenen Eisformationen bereits bestehen. In Bezugnahme auf die erdgeschichtlichen Daten und wissenschaftlichen Untersuchungen der Eisinhaltsstoffe wurde festgestellt, dass die ältesten Eisschichten in den Eishöhlen der Alpen insbesondere auch der Eisriesenwelt etwa eintausend Jahre alt sind. Wenn man die Höhlengeschichte- ca.50- 100 Millionen Jahre betrachtet- so handelt es sich bei diesen Eisformationen um eine äußerst junge Erscheinung.