

Entstehung der Höhle

Entstehung von Naturhöhlen

Bereits die Neandertaler benutzen Höhlen, um darin zu wohnen und stellten den Höhlenbären in ihren Winterquartieren nach. Die Spezies Mensch erhob die Höhlen zu unterirdischen Kultstätten und schmückte sie mit Tierbildern in gekonnter Abstraktion und Ästhetik aus.

Knochenfunde urzeitlicher Menschen und Tiere weckten im 18. Jh. das Interesse vieler Naturwissenschaftler, was eine verstärkte Erforschung von Höhlen nach sich zog. In der Folge versuchte man auch nachzuweisen, dass längere Höhlenaufenthalte zu einer Verlangsamung des Zeitgefühls führen. Jüngste Forschungen beschäftigen sich mit der medizinischen Wirkung von staub-, keim- und pollenarmen Luft in den Höhlen. Wann immer sich Spalten oder Höhlen in Gesteinen auftun, können sie im Laufe der Zeit auch wieder mit Sedimenten gefüllt werden. Zwei Haupttypen von Höhlen lassen sich unterscheiden. Von primär entstandenen Hohlräumen spricht man, wenn sie sich mit dem umgebenden Gestein gebildet haben bzw., wenn sie bereits während der Sedimentation angelegt wurden. In Korallenriffen, in erkalteten Lavaströmen und in Bergsturzmassen bilden sich solche Hohlräume aus. Bei sekundär entstandenen Hohlräumen handelt es sich um nachträglich ausgewaschene Höhlen. Sie sind jünger als das umgebende Gestein und sind entweder durch Erosion, d.h. mechanische Verwitterung des Gesteins, oder Korrosion d.h., chemische Verwitterung, entstanden. Marine Brandungshöhlen wie die "Blaue Grotte" auf Capri entstehen durch Erosion. Die Korrosion dagegen schuf die vielen Karsthöhlen und -spalten in den Kalkgesteinen der Alpen. Jene Hohlräume, die durch die kalklösende Wirkung von kohlesäurehaltigem Wasser entstehen, sind die am meisten verbreitetsten Höhlen.

Typisch für das Hochobir-Massiv sind zahlreiche Karsthöhlen, die sich in 200 Mio Jahre alten, ladinischen Wettersteinkalken gebildet haben. Möglicherweise entstanden diese Höhlen im Tertiär. Zu dieser Zeit war das Klima wesentlich wärmer und feuchter als heute, was auch die intensivere Verwitterung zur Folge hatte.

Sinterbildung

Höhlensedimente und Tropfsteine sind Ausdruck bestimmter Umweltbedingungen. Nur wenn sich über den Höhlen eine Boden- und Vegetationsschicht bildet und es genügend Niederschläge gibt, können im Höhleninneren Sinterformen entstehen. Fossile Überreste von Lebewesen in Lehmablagerungen solcher Höhlen geben Aufschluss über die Klima- und Umweltbedingungen früherer Zeiten. Die heute zugänglichen Tropfsteinhöhlen sind überwiegend in der Quartärzeit entstanden und versintert. Sie sind damit Zeugen eines Klimas der letzten 2,6 Millionen Jahre.

Die Chemie des Sinters – oder wie entsteht ein Tropfstein

In der Luft nimmt Niederschlagswasser nur wenig Kohlendioxid auf, bevor es im Boden versickert. Die Luft der Bodenporen enthält, wegen der Zersetzung der organischen Substanz und der Pflanzenatmung, bis zu dreihundertmal so viel Kohlendioxid wie die Außenluft. Dieses Boden-Kohlendioxid (CO_2) setzt sich mit Wasser (H_2O) in Kohlensäure (H_2CO_3) um, beginnt den Kalk chemisch zu zersetzen und in Lösung zu überführen. Wo der Weg des Sickerwassers durch die Grasnarbe und den Boden führt, wird weiter Kohlendioxid aufgenommen, jenes, das die Bodenorganismen bei der Atmung abgeben. Je reicher die Vegetationsdecke über dem Fels ist, umso mehr Kohlendioxid wird im Wasser gelöst und umso saurer wird es. Vom Säuregrad wiederum hängt die lösende Kraft des Wassers ab. Sickerwasser von zehn Grad Celsius, in dem nicht mehr als 70 Milligramm Kalk pro Liter gelöst sind, bildet keine Tropfsteine. Sobald der Kalkgehalt auf 200 bis 300 Milligramm pro Liter Wasser steigt, bilden sich Sinterablagerungen. Ist der Höhlenraum wärmer als das einsickernde Wasser, verstärkt sich die Tropfsteinbildung. Im kalten Wasser löst sich mehr Kohlendioxid auf als im warmen.

Ein kleiner Selbstversuch kann diesen Vorgang veranschaulichen: Trinkt man ein kohlenensäurehaltiges Mineralwasser, dann braust es in der wärmenden Mundhöhle auf und Kohlendioxid wird frei.

Das Wachstum des Sinters

Die Wachstumsrate von Tropfsteinen ist von der Tropfrate, dem Sättigungsgrad des Wassers, der Niederschlagshäufigkeit, der Raumtemperatur, der Temperatur im Jahresdurchschnitt außerhalb der Höhle und der Vegetationsdecke über den Höhlenräumen abhängig. Sie wird anhand von theoretischen Berechnungen mit Hilfe der Kinetik und der Kalkfällung aus dünnen Wasserfilmen ermittelt. Die Einzeltropfen folgen so langsam aufeinander, dass das Kohlendioxid weitgehend entgasen kann. Bei einer Filmdicke von 0,1mm ist dieser Vorgang nach rund 10 Sekunden abgeschlossen. Bei realistischen Kalkkonzentrationen, wie sie in den meisten Höhlen vorkommen – zwischen 200 und 275 Milligramm Calciumcarbonat (CaCO_3) pro Liter und einer Tropfrate unter hundert Sekunden – ergibt sich ein **Höhenwachstum von 0,5 bis 1mm pro Jahr – dies ist ca. die Stärke eines Blattes Papier!**

Die Art und Weise, wie sich das Tropfwasser in der Höhle verhält, entscheidet über die zukünftige Form des Sintergebildes. Diese Wachstumsrate bedeutet ein Stalagmitenwachstum von 50 bis 100cm in 1.000 Jahren – aber nur bei ununterbrochenem und regelmäßigen Tropfen. In Wintern bei Frost oder in trockenen Sommern sinken die Tropfraten und der Stalagmit wächst langsamer. Tropfsteine sind in mehreren Phasen entstanden, deren Entstehungsbeginn hunderttausende von Jahren zurückreichen kann.

Mit der Uran-Thorium-Methode vorgenommene Untersuchungen an Tropfsteinen ergaben ein Alter von mehr als 400.000 Jahren. Nach neuesten Erkenntnissen weiß man, dass sich während der letzten Kaltzeit (23.000 – 15.000 v.Ch.) kaum Sinter in alpinen Höhlen gebildet hat, weil der Boden permanent gefroren und die Vegetationsdecke ausgeprägt war.

Die Natur hat an diesen unterirdischen Wunderwerken Jahrtausende lang geformt und gebildet und hinterließ ein Werk von bezaubernder Schönheit. Um unserer Nachwelt dies zu erhalten, wurden alle Tropfsteinhöhlen unter Naturschutz gestellt und das Sammeln von Tropfsteinen wurde verboten. Die Freude am gewonnenen "Schatz" würde ohnehin nicht lange dauern, denn Tropfsteine werden in der trockenen Luft außerhalb der Höhle blass und glanzlos. Sie verlieren ihre Harmonie und ihre Spannung, wenn im Gegensatz zwischen strahlender Helligkeit und Finsternis und das glitzernde Licht der fallenden und bildenden Tropfen fehlen. Wenn schließlich der Tropfstein erst bestaunt, dann vergessen im Vorgarten steht, beginnt das Regenwasser seine Oberfläche anzugreifen, den Kalk immer weiter aufzulösen und damit den Prozess, der über Jahrtausende hinweg zur Bildung des Tropfsteines im Inneren der Höhle geführt hat, umzukehren.