

Zusammenfassung

In der Eisriesenwelt-Höhle (Tennengebirge) wurden langfristige Messungen von Temperaturprofilen in Luft, Fels und Eis durchgeführt. Im Rahmen dieser Arbeit werden zunächst die gemessenen Zeitreihen im hintersten noch mit Eis bedeckten Höhlenteil während eines ganzen Jahres analysiert und Zusammenhänge mit den atmosphärischen Bedingungen außerhalb betrachtet. Des Weiteren wird ein 1-dimensionales Wärmeleitungsmodell verwendet, das die zeitliche und räumliche Temperaturentwicklung in Fels und Eis simuliert und mit dessen Hilfe die effektive Temperaturleitfähigkeit der betroffenen Materialien bestimmt wird.

Eishöhlen mit mehreren Eingängen erfahren eine dynamische Ventilation, welche durch Druckunterschiede zwischen dem Inneren der Höhle und der äußeren Atmosphäre angetrieben wird. Die vorhandenen Daten zeigen, dass sich in diesem Zusammenhang für die Sommer- und Wintermonate klare thermische Regime bestimmen lassen. In den Wintermonaten strömt die Luft, dem Kamineffekt zufolge, im Allgemeinen ein und die Temperatur im Höhleninneren wird daher stark von der Temperatur außerhalb der Höhle beeinflusst. Die Variabilität der Temperaturverläufe ist während der Wintermonate allgemein stärker ausgeprägt als im Sommer.

Die vertikalen Profile der Lufttemperatur der Höhle sind in allen Jahreszeiten durch eine stabile Schichtung gekennzeichnet, wobei die Kühlwirkung des Eises eine wichtige Rolle spielt. Die Temperaturverläufe in Fels und Eis sind durch eine Zunahme der Temperatur in den tieferen Schichten und den dabei abnehmenden Schwankungsamplituden geprägt.

Während der Wintermonate kommen in der Höhle mehrfach markante Warmluftereignisse vor, von denen eines näher untersucht wird. Diese Fallstudie weist darauf hin, dass diese durch eine Umstellung der äußeren atmosphärischen Bedingungen ausgelöst werden und zu einer Advektion von Warmluft aus dem Höhleninneren führen. Der Verlauf der vertikalen Temperaturprofile verdeutlicht mehrere Phasen, die mit einem komplexen Zusammenspiel von äußeren und inneren Faktoren erklärbar sind.

Die Modellstudien basieren auf einer numerischen Lösung der 1-dimensionalen Wärmeleitungsgleichung ohne Berücksichtigung von Wärmeadvektion oder interner Wärmeproduktion. Die Ergebnisse zeigen jedoch eine gute Übereinstimmung mit den in verschiedenen Tiefen gemessenen Temperaturverläufen in Fels und Eis. Über Sensitivitätsstudien konnten optimierte Werte für die effektive Temperaturleitfähigkeit bestimmt werden.

Abstract

In the “Eisriesenwelt” cave (Tennengebirge) long-term monitoring of vertical temperature profiles has been conducted. As a first step, the measured data at the innermost part of the cave containing a larger body of ice is being analysed and investigated for its relationship to the outer atmospheric conditions. Furthermore, a one-dimensional heat conduction model was used to simulate the spatial and temporal development of the temperature of the rock and the ice. These will be subsequently used to determine their effective thermal diffusivity.

Ice caves with multiple entrances experience dynamic ventilation, which is driven by the pressure gradient between the inside of the cave and the outer atmosphere. The present data shows that for summer and winter two different thermal regimes can be distinguished. Due to the chimney-effect in wintertime the overall airflow is directed into the cave. As a result the temperature inside the cave is strongly influenced by the outer atmospheric temperature. Also in summer the variability of the temperature is less distinct than in winter.

For all seasons during the year a stable stratification of the air temperature can be observed, which is strongly influenced by the cooling effect of the underlying body of ice. For the rock and the ice temperature increases with depth while its fluctuating amplitude decreases.

During wintertime the cave experiences multiple severe warm-air events. One of them will be closer examined. This case study indicates that such events are triggered by the change of the outer atmospheric conditions, which results in the advection of warm air of the caves distal part. These events can be separated into different stages, which can be explained individually by the complex relationship of driving factors inside and outside the cave.

The model is based on a numerical solution of the 1-dimensional heat conduction equation and therefore neglects heat advection and internal heat production. The results show that the simulated temperatures fit very well with the measured temperature. Due to sensitivity studies optimised values for the effective thermal diffusivity were calculated.