

Abstract

Die Hundalm Eis- und Tropfsteinhöhle befindet sich auf 1520m ü.d.M. in den Nördlichen Kalkalpen und ist eine der ca. 1200 Höhlen mit mehrjährigem Eis in Österreich. Aus längerfristigen Temperaturstudien ist bekannt, dass die Höhle als Falle für kalte Luft im Winter fungiert. Unter gewissen Bedingungen kann im Winter kalte Aussenluft in die Höhle eindringen und in der Höhle „gefangen“bleiben, da es keinen unteren Ausgang gibt. Im Sommer gibt es zufolge sehr stabiler thermischer Schichtung der Luftmassen in der Höhle keinen effektive Luftaustausch.

Das Ziel dieser Arbeit ist es, die Strömung innerhalb der Höhle während des Winters 2019/20 besser zu verstehen. Das Messnetz in der Hundalm besteht schon mehrere Jahre und wurde 2019 mit Strömungsmessungen erweitert, um über die Strömungsprozesse ein tiefgreifenderes Verständnis zu erhalten. Das war durch die niedrigen Windgeschwindigkeiten (meistens unter 1 m s^{-1}) und die Komplexität der Geometrie von der Höhle eine Herausforderung. Die Analysen ergaben, dass man die Wintersituation in zwei Regime aufteilen kann:

Kaltlufteinbrüche: Kalte Luft kann von außen in die Höhle eindringen. Es wurde festgestellt, dass Kaltlufteinbrüche ausgelöst werden, wenn der Temperaturunterschied zwischen der Luft außerhalb und innerhalb der Höhle -2°C beträgt. An vielen der Stationen in der Höhle ist das Verhalten der Strömung sehr komplex und es können noch keine endgültigen Schlussfolgerungen über die Strömungsverhältnisse getroffen werden. Verschiedene Muster sind aber aufgefallen. Die Hundalm-Höhle besitzt zwei Eingänge von denen einer etwas höher (ungefähr 25m) liegt. Der tiefere von beiden, der *untere Einstieg*, wurde als Haupteingang der kalten Luft identifiziert. Während der Kaltlufteinbrüche fließt die kalte Luft bis in die hinteren Teile der Höhle. Allerdings sind beide Eingänge durch einen Durchgang verbunden, der dazu führt, dass ein Teil der kalten Luft auch diesen Weg wählt. Darauf weisen Messungen im Schacht zwischen *oberem Einstieg* und dem *Eisdome* hin, welche auch andeuten, dass sich im Bereich des darunterliegenden Eisdoms im Zuge während besonders starker Kaltlufteinbrüche ein Kaltluftsee aufbaut. Unmittelbar benachbarte Messungen im Bereich des zentralen Eisdoms (in dem der größte Eiskörper der Höhle liegt) zeigen besonders komplexe und kleinräumige Strömungsverhältnisse auf (Wirbelbildung). Über dem größten Eiskörper in der Höhle, dem *Eisdome*, wurde

eine komplexe Strömung festgestellt, die sich auf weniger als 2 Metern verändert. Bis jetzt gibt es aber noch keine eindeutige Erklärung dafür. Im untersten bzw. hintersten Teil der Höhle gibt es Hinweise auf mehr oder weniger kontinuierliches Aussteigen von Luft in Richtung *Eisdome* und *oberen Einstieg*. Während des Winters 2019/20 gab es insgesamt 10 Kaltlufteinbrüche (dabei werden Gruppen von Kaltlufteinbrüchen, die nahe aufeinander folgen als ein Kaltlufteinbruch gezählt) mit wechselnder Intensität gegeben. Die maximalen Strömungsgeschwindigkeiten finden sich im Bereich des *unteren Einstiegs* und liegen bei 2 m s^{-1} .

Wärmere Perioden: In Perioden zwischen Kaltlufteinbrüchen kann die Außenluft nicht in die Höhle eindringen und es stellt sich eine stabile Schichtung ein bei einer konstanten Temperatur um 0°C . Die Strömung während dieser Zeit ist sehr schwach, da es kaum Störungen gibt, bis die Außenluft wieder genug abkühlt, damit ein Kaltlufteinbruch entstehen kann.