

Kohlendioxid (CO₂)

Die treibende Kraft im Karbonatgestein

Oliver Hitz
Seite 147-148

Vom 15.-17. Oktober fand auf der Schwäbischen Alb in Donnstetten das 18. höhlenkundliche Seminar mit obigem Titel statt. Wir von der Arbeitsgemeinschaft für Höhlenforschung Regensdorf erhielten eine Einladung für dieses Seminar von René Scherrer. Weil uns dieses Thema sehr interessierte, meldeten Häse, Marco und der Schreiberling sich an. Neben René waren wir die schweizer Delegation, die restlichen Teilnehmer kamen alle aus der Großregion der Schwäbischen Alb. Insgesamt waren wir etwa 16 Teilnehmer inklusive Organisatoren. Das ganze Seminar wurde unterstützt durch eine ausgezeichnete Küche, sowie einer geeigneten Unterkunft.

Wir trafen uns also am Freitagabend zum gemütlichen Nachtessen, lernten uns ein wenig kennen und dann ging's los. Das ganze Seminar bestritt der Referent Eberhard Pechold, der seit 1990 regelmäßig CO₂-Messungen in und um Höhlen unternimmt.

Der Freitag Abend war den chemischen Grundlagen gewidmet, die zuerst von Eberhard erklärt wurden und anschließend noch von Häse aus einer anderen Sicht beleuchtet wurden. So wurden die grundlegenden Prozesse der Kalklösung, -ausfällung und dergleichen besprochen.

Ich möchte hier die für mich wesentlichsten Punkte kurz zusammenfassen.

Die atmosphärische Luft enthält 0,036 Vol% CO₂. Vermischt sie sich mit der Höhlenluft, so verringert sich die Korrosion des Kalkes, da die Höhlen der Schwäbischen Alb, laut Messungen von Eberhard, einen "normalen" Gehalt von 2,4 Vol% CO₂ haben.

Woher kommt dieses Kohlendioxid? Es entsteht primär in der organischen Boden-

schicht, wo der Abbau von organischen Stoffen stattfindet, aber auch die Pflanzen über die Wurzeln CO₂ ausscheiden. Dieses CO₂ nennt man biogenes CO₂. Die Menge an Kohlendioxid, die so freigesetzt werden kann, hängt primär von der Anzahl der Destruenten (organisches Material abbauende Mikroorganismen, Pilze, Bakterien, weniger Tierchen) ab, deren Größenordnung sich je nach Nahrungsangebot in Potenzen unterscheiden kann. Die Menge an CO₂, die dann auch im Boden verbleibt, hängt sehr von der Art des Bodens, insbesondere des Oberbodens ab, denn es entweicht primär in die Atmosphäre und es verbleiben nur bei besonderer Konstellation größere Mengen im Boden. Hier ist vor allem auch die Feuchtigkeit sowie die Durchlässigkeit maßgebend, die jedoch auch die Produktion wesentlich steuern. Werden die Gehalte an CO₂ größer als 10 Vol%, so bringen sich die Bakterien selbst um, weshalb diese Grenze kaum überschritten wird. Das System reguliert sich selbst. Aus all diesen Gründen kommt CO₂ in den meisten Böden vorwiegend in den oberflächennahen Bodenschichten vor, außer bei landwirtschaftlich genutzten Böden. In diesen Böden finden wir CO₂ Werte von 5 Vol% bis in Tiefen von 30 cm.

Wir wollen jedoch mehr die natürlichen Böden anschauen, da sie bei der Höhlenbildung maßgebend waren. Unter Laubwald finden wir CO₂ Werte von ca. 0,5 Vol%, unter Nadelwald sinken die Werte noch tiefer. Dies hängt nicht nur mit der geringeren Produktion (dies ist vor allem bei Nadelwald der Hauptgrund, Nadelwald weist ja bekanntlich oft sehr mächtige Schichten von unabgebautem organischem

Material (Nadeln) auf, vor allem auch im Gebirge) zusammen, sondern vorwiegend auch vom besseren Gasaustausch mit der Atmosphäre.

Das Temperaturoptimum der CO₂ Produktion liegt bei ca. 35° C. Es wird somit im Sommer ca. 3mal mehr Kohlendioxid produziert als im Winter. Ebene Lagen können jedoch bei undurchlässigen Eispanzern im Winter Konzentrationen aufweisen, die den sommerlichen sehr nahe kommen.

Hanglagen mit nennenswerter Steigung haben trotz Eispanzer sehr niedrige CO₂-Werte. Dies führt Eberhard auf die Konvektion (Bodenluftströmung) zurück. Im Sommer, strömt die CO₂ geschwängerte, kalte Bodenluft hangabwärts infolge des schwereren Gewichtes und es wird am oberen Hangende Außenluft nachgesogen. Im Winter steigt die wärmere CO₂ bereicherte Bodenluft senkrecht aus dem Boden oder bei einem undurchlässigen Eispanzer dem Hang entlang hoch und es wird am Hangfuß Außenluft nachgesogen. Dies bewirkt, daß Hanglagen im Sommer und Winter sehr niedrige CO₂-Werte aufweisen, CO₂ jedoch eine Grundlage der Kalklösung darstellt und Hanglagen somit weniger Lösung erfahren als ebene Lagen. Modelliert man das durch, daß ebene Lagen bevorzugt gelöst werden, sie sich deshalb immer mehr eintiefen, während Hanglagen weniger Lösung erfahren, so erhält man eine sehr hügelige Landschaft. Dies ist ein Indiz für die Erklärung des Phänomens Kegelkarst.

Das ist so in etwa die Theorie, mit der wir den Samstag verbrachten. Der Sonntag war ganz der Feldarbeit gewidmet, wobei es sehr kalt war, da ein rauher Wind ging. Ich war das erste Mal auf der Schwäbischen Alb und die Gegend war ganz witzig. Die Landschaft ist nicht groß bevölkert und man mußte mir zuerst erklären, daß dies eine Karstlandschaft ist, denn Fels und Karren, unsere alpinen Hinweise auf Karst fehlten hier vollständig.

Eberhard demonstrierte uns seine Meßgeräte und Sonden, erklärte uns, wie er seine Messungen macht und demonstrierte alles. Die genialste Erkenntnis, die wir aus diesem

Sonntag gezogen hatten, war, daß es mit Hilfe von CO₂ Messungen möglich ist, die Bewetterung einer Höhle zu bestimmen, ohne nur den kleinsten Luftzug zu verspüren.

Ausgehend von der aus Messungen hergeleiteten Annahme, daß der CO₂-Wert der Höhlen der Schwäbischen Alb bei 2,4 Vol% liegt, kann am Eingang der Höhlen bestimmt werden, ob die Höhle Luft ansaugt, oder ausbläst. Liegt der CO₂-Wert nämlich bei 2,4 Vol% oder ähnlich, so muß die Luft aus der Tiefe des Karstes stammen, liegt der Wert jedoch nahe 0,036 Vol% CO₂, was dem atmosphärischen Wert entspricht, so muß die Höhle logischerweise ansaugen.

Korreliert man das weiter mit der Lufttemperatur im Karst und draußen, so kann man Aussagen erstellen über die weitere Ausdehnung in vertikaler Hinsicht des Hohlraumsystems.

Im Winter steigt die Höhlenluft aus dem Karst in die Atmosphäre. Weist unser Eingang nun 2,4 Vol% CO₂ auf, so muß er einer der höchsten Punkte des Hohlraumsystems sein, weshalb hier die Luft ausströmt. Weist unser Eingang nun aber 0,036 Vol% CO₂ auf, so wird die Luft angesogen und das Hohlraumsystem muß einen höheren Punkt aufweisen, wo die Karstluft ausströmt.

Diese Methode wäre ein Ansatz für die Lösung der großen Probleme der Bewetterungsmessung von Höhlen bei sehr kleinen Windstärken.

Das Seminar war sehr lehrreich und interessant und ich empfehle jedem Höhlenforscher, sich mit diesem grundlegenden Thema auseinanderzusetzen. Ich denke, daß ich zukünftig vermehrt Seminare auf der Schwäbischen Alb besuchen werde.

Für die ganze Organisation und die gute Küche möchte ich mich herzlich bedanken, ebenfalls danke ich Eberhard Pechold, der dieses ganze Seminar wissenschaftlich bestritten hat.

Autor: Oliver Hitz
Gutstraße 206, CH-8055 Zürich