

# Erläuterungen zum "Aufnahmeblatt Höhlenklimabeobachtungen"

Marco Filipponi, 2000  
www.agsr.ch

Als Entscheidungshilfe für die Wahl geeigneter Messstandorte für Höhlenklimaprojekte hat die AGS-Regensdorf ein Aufnahmeblatt für Klimabeobachtungen entworfen.

Die Idee ist, dass bei Vorstoss-, Vermessungs-, Foto-, ....-Touren das Aufnahmeblatt ausgefüllt wird. Dabei werden an verschiedenen Stellen in der Höhle (müssen nicht zwangsläufig immer dieselben sein) der Höhlenwind (Windstärke, -Richtung, Lufttemperatur) und die Wasserverhältnisse (Art, Wassertemperatur, Kondenswasservorkommen) beim Einstieg und Ausstieg beobachtet. Für jeden Eintrag wird weniger als fünf Minuten Zeitaufwand gerechnet.

Aus den Beobachtungen der verschiedenen Touren lassen sich bereits erste Schlüsse über die Klimaverhältnisse der Höhle ziehen und hilft damit bei der Wahl der Standorte für klimatische Messstationen. Wird das Aufnahmeblatt in einer Höhle aufgenommen, in der bereits Klimamessungen durchgeführt werden, kann dieses zur Interpretation der Messdaten herbeigezogen werden und so als Protokoll ein Bestandteil des ganzen Klimaprojektes werden.

## Bemerkungen zu den einzelnen Kriterien

### Zum Aussenwetter

- Witterung** Hier wird nach dem Wetter ausserhalb der Höhle gefragt. Scheint die Sonne? Ist es bewölkt? Hat es Nebel? Regnet es? Schneit es? Ist ein Sturm am wüten? Die Beschreibung des Wetters kann nach Bedarf erweitert werden, doch soll darauf geachtet werden, dass der Kommentar nicht allzu gross wird und eindeutig ist. Es geht rein darum, eine Idee zu haben, wie das Wetter ausserhalb der Höhle war.
- Wettersituation** Zur Beschreibung der generellen Wettersituation, können wir ruhig die Angaben aus den Tageszeitungen, Teletext (SF1: Seite 180 ff.) oder aus dem Internet (z.B. <http://www.sfdrs.ch/sendungen/meteo>, <http://www.nzz.ch/wetter>, <http://www.meteoschweiz.ch/de> ) übernehmen. Es geht um das generelle "Grosswettergeschehen".
- Windstärke** Auch hier gilt dasselbe wie bei der Witterung: Beim Auswerten des Aufnahmeblattes zu Hause, soll man nur einen Eindruck haben und keine Abhandlung.
- Windrichtung** Zu beachten ist, dass man jeweils die Richtung angibt, aus welcher der Wind herkommt!
- Lufttemperatur** Siehe weiter unten im Abschnitt "Messgeräte und -techniken".
- Regenmenge** Die Angaben hierzu können entweder aus dem Netz oder aus dem Teletext (SF1: Seite 180 ff.) übernommen werden.
- Schneehöhe** Auch hier geht es nicht darum, eine ultragenauere Messung zu machen. Ist die Schneedecke mehrere Meter mächtig, reicht auch die ungefähre Meterzahl (Siehe auch: <http://www.slf.ch/>). Interessant sind jeweils die Situationen, wo weniger als ein Meter Schnee liegt, doch auch dann soll man nicht den „Doktor spielen“.

## Zur Höhlenbewetterung

<b>Lufttemperatur</b>	Siehe weiter unten im Abschnitt "Messgeräte und -techniken".
<b>Stärke des Höhlenwindes</b>	Wir unterscheiden, ob der Höhlenwind nicht spürbar, leicht spürbar, gut spürbar oder stark ist. Eine Angabe in Kubikmetern pro Sekunde scheint wenig sinnvoll, da der Höhlenwind meist Turbulenzen unterworfen ist und nicht eine konstante Geschwindigkeit im gesamten Gangprofil aufweist.
<b>Richtung des Höhlenwindes</b>	Zur Richtung des Höhlenwindes schlagen wir vier Möglichkeiten zur Auswahl vor: "Höhlen einwärts", "Höhlen auswärts", "Pendelwind" und "nicht bestimmbar". Mit dem "Pendelwind" ist ein Wind gemeint, der in regelmässigen Abständen die Richtung wechselt, als ob die Höhle ein- und ausatmen würde. "Nicht bestimmbar" ist einzutragen, wenn man sich nicht sicher ist, aus welcher Richtung der Wind her kommt. Dies ist oft bei niedriger Windstärke der Fall.
<b>Art des Wassers</b>	Wir unterscheiden zwischen "kein Wasser", "Tropfwasser", "See" und "Bach". Zur Messung der dl/min siehe weiter unten im Abschnitt "Messgeräte und -techniken".
<b>Temperatur des Wassers</b>	Siehe weiter unten im Abschnitt "Messgeräte und -techniken".
<b>Kondenswasser</b>	Die Beobachtung des Kondenswassers ist oft nicht sehr einfach. Vor allem wenn sich keine Kondensationströpfchen bilden, sondern der Fels nur mit einem feinen Wasserfilm überzogen ist. Hier hilft es oft, eine Lichtquelle schräg über die Felsfläche leuchten zu lassen. Glänzt der Fels, ist er mit einem feinen Wasserfilm überzogen. Die Angabe, wo sich das Kondenswasser abgelagert hat, muss nur bei Tröpfchenbildung angegeben werden. Hier ist es interessant, ob sich die Tröpfchen in einer Nische, an der Höhlendecke oder an den Höhlenwänden gebildet haben.
<b>Bemerkungen</b>	Hier ist ein wenig Platz für weitere Beobachtungen jeglicher Art, zum Beispiel über Vorkommen von Höhleneis, den Zustand von Messstationen, Beobachtung von Hochwassermarken ....

## Messgeräte und -techniken

### **[Messungen nach Möglichkeit mehrmals durchführen]**

<b>Temperatur</b>	Für die Messung der Luft- und Wassertemperatur empfiehlt es sich, einen elektrischen Widerstandsthermometer zu verwenden. Auf dem Markt sind Geräte verschiedener Preisklassen, beginnend ab 20.- Fr., erhältlich. Da wir nur Stichproben messen und in den meisten Fällen durch unsere Präsenz die Messung schon verfälschen, benötigen wir keine Präzisionsmessgeräte. Eine Messgenauigkeit von $\pm 0.2$ °C sollte ausreichend sein. Als geeignet erscheinen Thermometer, wie sie bei Autos verwendet werden, um die Aussentemperatur anzuzeigen. Sie haben einen internen und einen kabelverbundenen, externen Fühler im Gerät eingebaut. Hinzu kommt, dass diese Geräte relativ billig sind: 20.-- bis 40.-- Fr. Zu beachten ist, dass billige Geräte eine grosse Gerätedrift haben, so dass sie regelmässig geeicht werden müssen.
<b>Schüttung</b>	<b>1. Variante</b> Die Fülldauer [s] eines Litermasses wird mit der Uhr gemessen. Die Litermenge des Gefässes geteilt durch die Fülldauer ergibt dann die Schüttung [l/s]. Beispiel: Ein 2-Liter-Mass wird in 10 Sekunden gefüllt, dies ergibt 0.2 l/s. An Stelle eines Litermasses kann einfacher auch ein Plastiksack bekannter Grösse verwendet werden. Er hat den Vorteil, dass er formrichtig

an den Felsen angepasst werden kann. Für die Messung der Schüttung einer Tropfstelle haben sich Joghurt-Becher bewährt.

### 2. Variante

Zuerst wird die Durchflussfläche  $S$  [ $\text{dm}^2$ ] an einer Stelle mit mehr oder weniger konstantem Profil geschätzt: Bachbreite [dm] mal Bachtiefe [dm]. Zur Berechnung der Fliessgeschwindigkeit wird geschaut, wie weit ein schwimmendes Teilchen (Korkzapfen o.ä.) in einer gegebenen Zeit schwimmt. Zum Messen ist es praktisch, wenn man während 3 bis 5 Sekunden misst und die zurückgelegte Strecke durch die Schwimdauer [s] teilt. Die durchströmte Fläche [ $\text{dm}^2$ ] multipliziert mit der Fliessgeschwindigkeit [dm/s] ergibt dann die Schüttung ( $\text{dm}^3/\text{s} = \text{l/s}$ ). Wegen verschiedenen Effekten muss dieser Wert noch mit einem ziemlich empirischen Korrekturfaktor von 0.4 multipliziert werden:

$$Q = 0.4 * S * v$$

Wobei:  $Q = \text{Schüttung [dm}^3/\text{s} = \text{l/s}]$   
 $S = \text{Durchflussfläche [dm}^2]$   
 $v = \text{Fliessgeschwindigkeit [dm/s]}$

## Auswertung

### Temperatur

Zur Auswertung der Temperaturmessungen werden im einfachsten Fall Grafiken aufgestellt, in denen die Temperatur gegenüber einem anderen Faktor aufgetragen wird (z.B. Tiefe der Messstelle, Schüttung des Baches, Wassertemperatur ...). Optisch lassen sich dann bereits erste Interpretationen machen.

Leider sind wir noch nicht soweit, hier ein geeignetes, statistisches Verfahren empfehlen zu können, um die Daten auszuwerten - doch wir arbeiten daran.

### Luftzirkulation

In den meisten Fällen lassen sich nach einigen Touren bereits Aussagen über die Art der Luftzirkulation machen. Ob der konvektive oder der barometrische Anteil dominant ist.

Ist der **konvektive Anteil** der Luftzirkulation dominant, haben wir an Tagen, bei denen die Differenz zwischen der Innentemperatur und der Aussentemperatur gross ist (mindestens  $\Delta T_{konv} = 3 + 6\Delta z$ ), einen gut spürbaren Luftzug in der Höhle.

Ausserdem hat der Wind eine Sommer- und Winterrichtung - Im Sommer strömt die Luft zum tieferliegenden Höhleneingang hin; im Winter in Richtung des höherliegenden Einganges.

Ist der **barometrische Anteil** der Luftzirkulation dominant, so beobachten wir in Zeiten, in denen die Druckveränderungen draussen sehr schnell sind ( $T_{\text{Aussen}} \approx T_{\text{Innen}}$ ), dass die Höhle "bläst", wenn das Wetter sich verschlechtert (Aussendruck fällt: Tiefdruck), oder Luft ansaugt, wenn das Wetter besser wird (Aussendruck steigt: Hochdruck).

## Download

Das Aufnahmeblatt kann unter [www.agsr.ch](http://www.agsr.ch) runtergeladen werden. Es empfiehlt sich das Aufnahmeblatt auf Sintoasyl-Papier zu drucken.



# Klimabeobachtungen

## Zur Höhle

Gebiet .....  
 Höhlenname .....

## Zur Tour

Datum ..... Art der Tour .....  
 Messblattführer ..... Mit dabei waren noch .....

## Zum Aussenwetter

	Zeit	Witterung <sup>1</sup>	Wettersituation <sup>2</sup>	Windstärke <sup>3</sup>	Windrichtung <sup>4</sup>	Lufttemperatur <sup>5</sup>	Regenmenge <sup>6</sup>	Schneehöhe <sup>7</sup>
<b>Einstieg</b>								
<b>Ausstieg</b>								

1 sonnig, bewölkt, neblig, regnen, schneien, stürmen      3 keinen, leichter, fest, stark      5 [°C]+ Messmethode (geschätzt, Thermometer)      7 [dm]  
 2 hoch, tief, Wechsel hoch-tief, Wechsel tief-hoch, Föhn ...      4 N, NE, E, SE,S, SW, W, NW, unbest.      6 [dl/h]+Messmethode (geschätzt, Messstation, Regenradar) [auch Schnee]

## Zur Höhlenbewetterung

Genauigkeit der verwendeten Messgeräte: .....

Gangname +			Höhlenwind			Wasser			Bemerkung <sup>7</sup>
Messpunkt	Weg	Zeit	Lufttemperatur <sup>1</sup>	Stärke <sup>2</sup>	Richtung <sup>3</sup>	Art <sup>4</sup>	Temperatur <sup>5</sup>	Kondenswasser <sup>6</sup>	
	<b>Einstieg</b>								
	<b>Ausstieg</b>								
	<b>Einstieg</b>								
	<b>Ausstieg</b>								
	<b>Einstieg</b>								
	<b>Ausstieg</b>								
	<b>Einstieg</b>								
	<b>Ausstieg</b>								
	<b>Einstieg</b>								
	<b>Ausstieg</b>								
	<b>Einstieg</b>								
	<b>Ausstieg</b>								
	<b>Einstieg</b>								
	<b>Ausstieg</b>								
	<b>Einstieg</b>								
	<b>Ausstieg</b>								

1 [°C] + Messmethode (geschätzt, Thermometer)      4 kein Wasser (—), Tropfwasser (TW [dl/min]), See (SE), Bach (BA [l/s]) + Messmethode (geschätzt, Messbecken, Schwimmer, Messwehr)  
 2 nicht spürbar (0), leicht spürbar (1), gut spürbar (2), stark (3)      5 [°C] + Angaben über Messmethode (geschätzt, Thermometer)  
 3 Höhlen einwärts (→), Höhlen auswärts (←), Pendelwind (↔), nicht bestimmbar (?)      6 einige Tropfen (X), viele Tropfen (XX), Fels ist Nass (XXX) + wo [Nische (NI), Decke (DE), Wand (WA)]      7 z.B. neue Hochwassermarken, Höhleneis, Messstation defekt, ...  
 mf, oh / 11.2000