

Wasserstandsmessungen im westlichen Entwässerungssystem der Hirlatzhöhle (1546/7)

ZUSAMMENFASSUNG

Die Hirlatzhöhle im Dachstein wird seit vielen Jahrzehnten erforscht und ist eine der größten Höhlen Österreichs. In der Höhle sind zwei große, voneinander unabhängige hydrologisch aktive Bereiche bekannt. Es handelt sich einerseits um das östliche Entwässerungssystem mit den Quellen Kessel und Hirschbrunn und andererseits um das westliche Entwässerungssystem mit den Quellen Waldbachursprung, Dürrenbach Ursprung und Brandgraben. Im tagfernen Staubereich des westlichen Entwässerungssystems, dem Grünkogel-Staubereich, wurde in zwei Siphonen, am Eingang und am Ausgang der Sahara, je ein Datenlogger installiert, mit welchen im Jahr 2008 Druck- und Temperaturwerte aufgezeichnet wurden. Die Druckdaten wurden zur Bestimmung des zeitlichen Verlaufs der Wasserstände herangezogen und mit hydrographischen Daten der meteorologischen Station am Krippenstein und mit dem Schüttungsverhalten des Waldbachursprungs in Beziehung gesetzt.

Es zeigte sich, dass in Folge von Regenereignissen am Krippenstein die Pegelstände in der Sahara erst zwei bis vier Stunden nach dem Schüttungsanstieg am Waldbachursprung ansteigen. Daraus wird geschlossen, dass die bisher bekannten aktiven Teile südlich des Grünkogel-Staubereiches nur einen Teil des Wasserzubringers zum Waldbachursprung darstellen. Zudem korrelieren die tageszeitlichen Schwankungen der Pegelstände in der Oase und im Grünkogel-Siphon mit tageszeitlichen Temperaturschwankungen am Krippenstein. Da diese tageszeitlichen Pegelschwankungen im Winter nicht beobachtet werden, wird geschlossen, dass diese Schwankungen von der täglichen Schmelzwasserbildung der Dachsteingletscher verursacht werden. Diese beiden Resultate unterstützen die bisherigen Erkennt-

nisse der Färbeversuche der Jahre 1984–86. Die Wasserspiegel der Siphone in der Umgebung der Sahara können in Folge starker Regenereignisse mit einer Geschwindigkeit von 5,3 m/h ansteigen und dabei einen Pegelstand von mindestens 50 m über dem tiefsten Wasserpegel des Winters erreichen. Die Daten legen nahe, dass ein Biwakplatz in den Gangteilen südlich der Siphone erst 70 m oberhalb des winterlichen Wasserpegels hochwassersicher sein könnte.

ABSTRACT

Water-level measurements in the western drainage system of Hirlatz Cave (1546/7)

Hirlatz cave in the Dachstein massif, one of the largest caves in Austria, has been explored for many decades. Two large and independent, hydrologically active areas are known in this cave: the eastern drainage system with the Kessel and Hirschbrunn springs and the western drainage system with the springs Waldbachursprung, Dürrenbach Ursprung and Brandgraben. Two data loggers were installed in remote cave passages of the western drainage system, i.e. at siphons at the entrance and the exit of the Sahara area. These devices recorded water pressure and temperature during the year 2008. The pressure data were used to record the temporal evolution of the water levels in the Sahara and were compared to data of a nearby meteorological station at the Krippenstein and the discharge monitored at the Waldbachursprung spring. Following rain events at Krippenstein the water levels in the Sahara start to rise only two to four hours after the discharge of the Waldbachursprung spring has increased. It is concluded that large active pathways belonging to the western drainage system are still unknown. In addition, diurnal

Michael Meyberg

6343 Rotkreuz, Schweiz
Meybezor03@datazug.ch

Eingelangt: 23.6.2013
 Angenommen: 20.7.2014

Meyberg / Wasserstandsmessungen im westlichen Entwässerungssystem der Hirlatzhöhle (1546/7)

fluctuations of the water levels in the Sahara correlate with diurnal temperature fluctuations at Krippenstein, suggesting that the fluctuations of the siphon levels are caused by the diurnal formation of melt water at the Dachstein glaciers. Both results support previous findings of tracer tests conducted between 1984 and 1986.

The data show, that the water levels in the Sahara can rise due to strong rain events at a rate of 5.3 m/h to more than 50 m above the lowest water level in winter. The data further suggest that a camp in the passages south of the Sahara is probably only safe at an elevation of at least 70 m above the winter water level.

EINLEITUNG

Die Hirlatzhöhle im Dachstein (Abb. 1) wird seit vielen Jahrzehnten erforscht und ist eine der größten Höhlen Österreichs. In der Höhle sind zwei große, voneinander unabhängige hydrologisch aktive Bereiche bekannt. Es handelt sich einerseits um das östliche Entwässerungssystem mit den Quellen Kessel (1746/7c,d) und Hirschbrunn (1546/1) und andererseits um das westliche Entwässerungssystem mit den Quellen Waldbachursprung (1543/1), Dürrenbach Ursprung und Brandgraben (1746/5, /7e) (Meyberg & Rinne, 1998). Die beiden Systeme sind durch einen höhergelegenen und ganzjährig trockenen Höhlenabschnitt, den Ostzubringer, miteinander verbunden.

Die drei größten Staubereiche des westlichen Entwässerungssystem, auf welche sich dieser Artikel bezieht, sind der Grünkogel-Staubereich mit der Schwelle S3

am Grünkogel-Biwak, der Seetunnel-Staubereich mit der Schwelle S2 am Pendlers und der Blocktunnel-Staubereich mit der Schwelle S1 im Eingangsbereich der Hirlatzhöhle (siehe Kreise in Abb. 1). Jeder dieser Staubereiche umfasst mehrere Siphone und einen Abfluss, dem eine Quelle im Echerntal zugeordnet werden kann. Bei stärkeren Regenfällen kommt es vor, dass diese Quellen nicht mehr in der Lage sind, die gesamte, dem Staubereich zugeführte Wassermenge abzuführen, sodass der Wasserspiegel in den Höhlengängen des Staubereiches bis zu seiner Schwelle ansteigt und das Wasser sich in den darauffolgenden tiefergelegenen Staubereich ergießt (Abb.2) (Greger et al., 2004). Im Blocktunnel-Staubereich wurde inzwischen die Verbindung zwischen Brandgrabenhöhle und Hirlatzhöhle nachgewiesen (Buchegger & Wimmer, 2012).

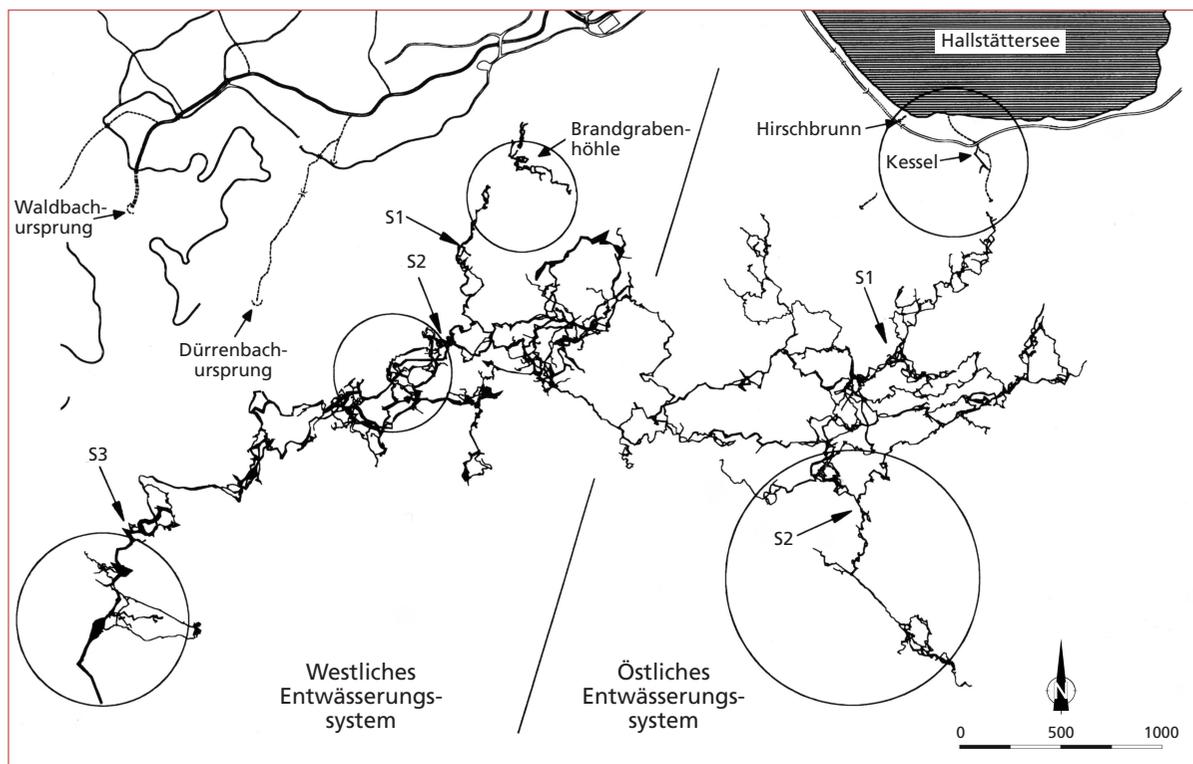


Abb. 1: Lage der Entwässerungssysteme in der Hirlatzhöhle mit einigen wichtigen Staubereichen (Regionen in den Kreisen) und ihren Schwellen (S1 – S3; Meyberg & Rinne, 1998).

Fig. 1: Drainage systems in Hirlatz Cave, some important backwater areas (encircled) and their swells (S1 – S3; Meyberg & Rinne, 1998). Entwurf: Bettina Rinne, Zeichnung: G. Buchegger



Abb. 2: Hochwassermarken (rote Pfeile) am großen Pfeiler im Seetunnel-Staubereich.
 Fig. 2: Flooding level (red arrows) on the large pillar in the backwater area of Seetunnel.

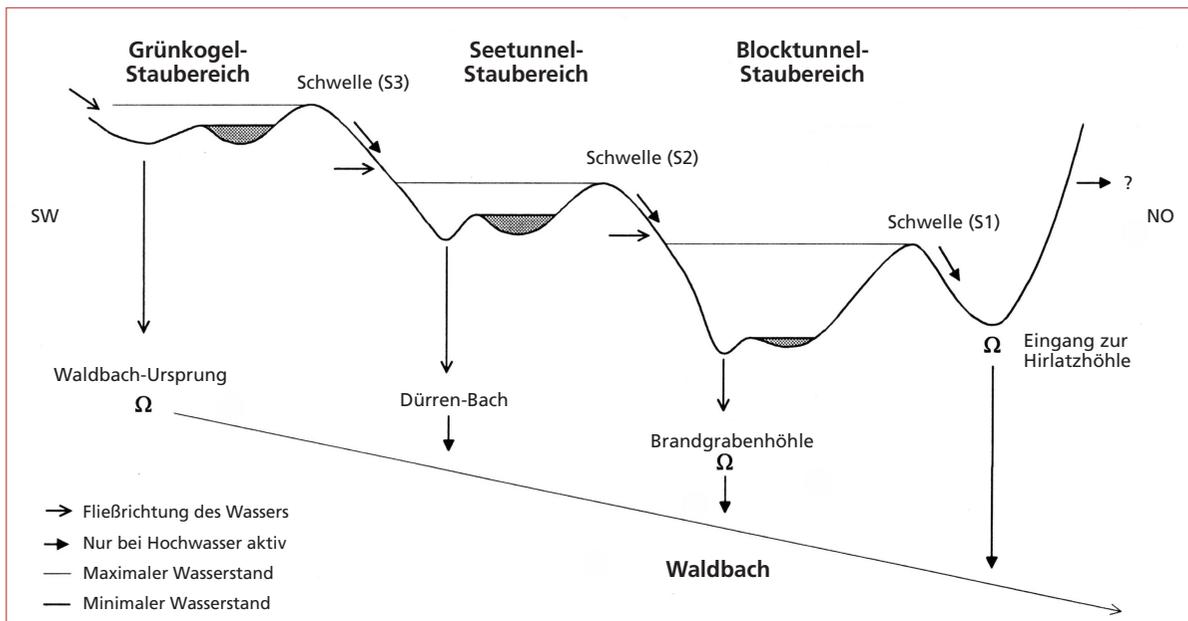


Abb. 3: Vereinfachtes hydrologisches Funktionsschema des westlichen Entwässerungssystems in der Hirlatzhöhle.
 Fig. 3: Simplified hydrological model of the western drainage system in Hirlatz Cave. Nach Meyberg & Rinne, 1998

DER GRÜNKOGEL-STAUBEREICH

Ein Teil der zum Grünkogel-Staubereich gehörigen Siphone (Abb. 4), speziell der Grünkogel Siphon und die Oase, wurden bereits von Höhlentauchern erforscht (Meyberg & Rinne, 1998; Kaiser & Müller, 1995; Hüb-

ner, 2000; Seebacher, 2001; Salmina, 2009). Die Gänge und Siphone südlich der Oase, das Wadiland und seine Fortsetzungen, bilden den Wasserzubringer des Grünkogel-Staubereichs. Die Sahara ist die derzeit

Meyberg / Wasserstandsmessungen im westlichen Entwässerungssystem der Hirlatzhöhle (1546/7)

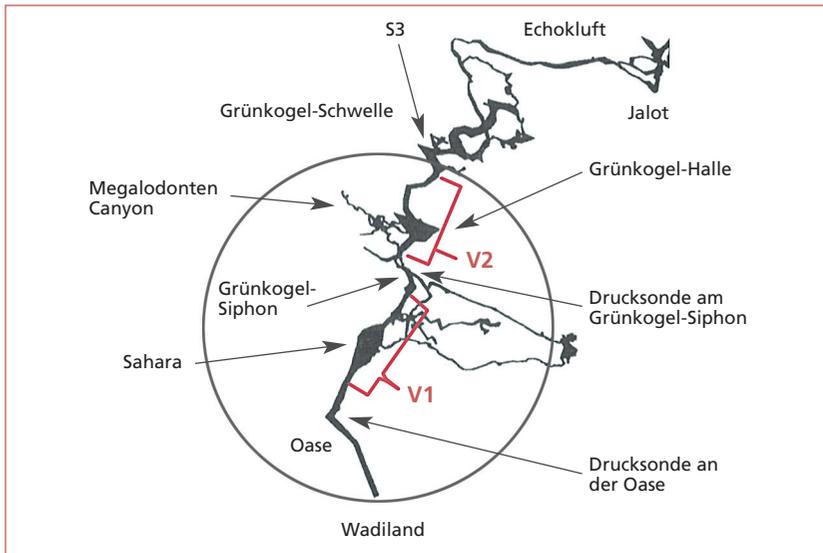


Abb. 4: Detailansicht des Grünkogel-Staubereichs mit dem Grünkogel-Siphon und der Oase, dem südlich der Sahara gelegenen Siphon. Dargestellt ist auch die Schwelle des Grünkogel-Stau-bereiches (S3) und die Lage der beiden Gangabschnitte südlich (V1) und nördlich (V2) des Grünkogel-Siphons, sowie die Lage der Drucksensoren.

Fig. 4: Detailed view of the Grünkogel backwater area with the Grünkogel siphon and Oase, i.e. the siphon south of Sahara. Also shown are the swell of the Grünkogel backwater area (S3), the two passages south (V1) and north (V2) of the Grünkogel siphon, as well as the location of the pressure sensors.

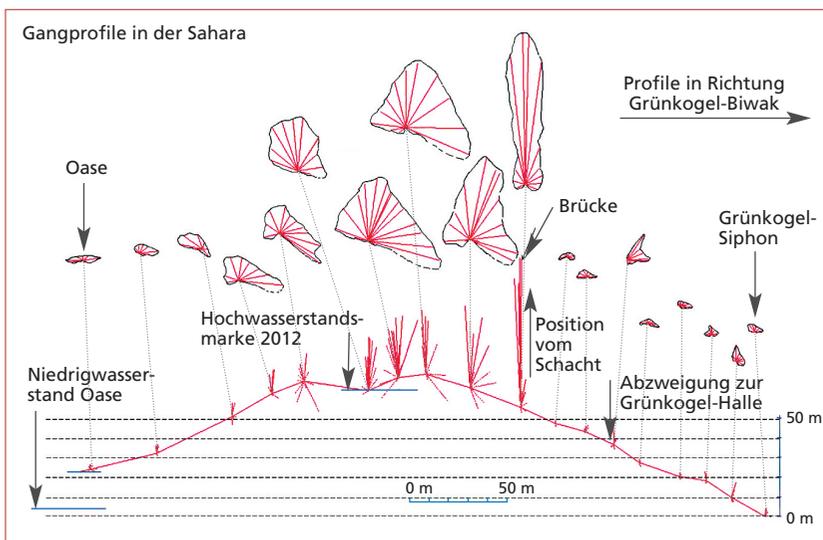


Abb. 5: Längsschnitt und Profile des Gangabschnittes (V1) südlich des Grünkogel-Siphons bis zum Siphon südlich der Sahara, der Oase.

Fig. 5: Longitudinal view and profiles of the passages (V1) south of the Grünkogel siphon until the siphon south of Sahara (Oase).

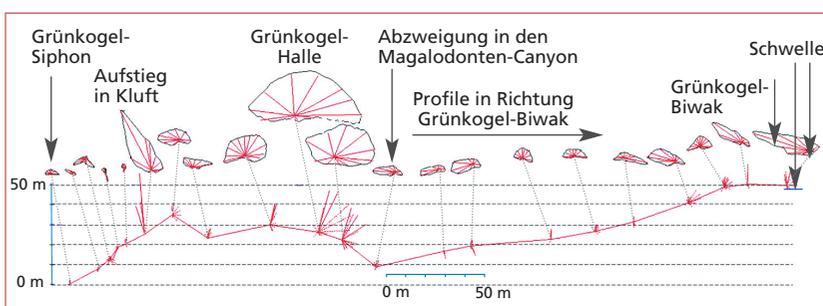


Abb. 6: Längsschnitt und Profile des Gangabschnittes (V2) nördlich des Grünkogel-Siphons bis zur Schwelle S3 des Grünkogel-Staubereiches, die nur wenige Meter unterhalb des Grünkogel-Biwaks gelegen ist.

Fig. 6: Longitudinal view and profiles of the passages (V2) north of the Grünkogel siphon until swell S3 of the Grünkogel backwater area, located only a few metres below the Grünkogel bivouac.

größte Halle in der Hirlatzhöhle (Seethaler 2011). Der Abfluss der Sahara ist der Grünkogel-Siphon, der in der Folge den Megalodonten-Canyon speist. Dieser wiederum entwässert in den Waldbachursprung. Die Vermessungsdaten zu den beiden Gangabschnitten (V1, V2) wurden im November 2012 von Thomas Huber, Stefan Dahm und Michael Meyberg erhoben. In den beiden Abb. 5 und 6 ist dargestellt, dass die

betroffenen Gangabschnitte mindestens 50 m unter Wasser stehen müssen, wenn die Schwelle S3 am Grünkogel-Biwak aktiv wird. Das bedeutet auch, dass in dieser Situation der Megalodonten-Canyon die Spitzen der Hochwasserwellen nicht mehr abführen kann. Die Grünkogel-Halle ist dann ebenfalls komplett mit Wasser gefüllt (Abb. 6). Sogar die Kluft zur Umgehung des Grünkogel-Siphons, welche knapp oberhalb



Abb. 7: Die Hochwassermarken vom Frühjahr 2012 in der Sahara.
Fig. 7: Flooding level from spring 2012 in the Sahara.

dieser Marke liegt, dürfte bei größeren Hochwasserwellen Wasser führen.

Bei dem sehr starken Hochwasser im Jahre 2002 wurde die Wasserstandsmarke an der Schwelle S3 nur knapp 1 m unterhalb des Grünkogel-Biwaks gefunden (mündl. Mitt. G. Buchegger).

Aus Abb. 5 geht auch hervor, dass die 2012 ausgemessene Hochwassermarken (siehe Abb. 7) noch gut 15 m oberhalb der Schwelle S3 am Grünkogel-Biwak liegt. Bei mehrtägigen Aufenthalten südlich der Oase müsste ein Biwak also wenigstens 70 m oberhalb des niedrigsten Wasserspiegels im Winter liegen, um noch als hochwassersicher zu gelten.

Gefährlich würde es für Höhlenforscher, wenn sie im Sommer an der Abzweigung des Megalodonten-Canyons vorbei in die Sahara gehen. Aus den Druckmessungen geht nämlich hervor, dass dieser Gangabschnitt nach starken Regenereignissen etwa 40 m unter Wasser liegen kann.

Bei der nachgewiesenen Anstiegsgeschwindigkeit des Wasserspiegels von bis zu 5 m pro Stunde dürfte es schwierig werden, rechtzeitig zum Grünkogel-Biwak zurückzukehren. In diesem Fall müssten Höhlenforscher das Absinken der Hochwasserwelle in der Sahara abwarten.

DATENERHEBUNG

Die Druck- und Temperatursensoren waren zusammen mit einem Datenlogger in einem druckfesten, wasserdichten Gehäuse untergebracht. Bei einem

Aus Färbeversuchen der Jahre 1984–86 ist bekannt, dass nur ein Teil des Wassers vom Dachstein via Grünkogel-Siphon zum Waldbachursprung hin entwässert (siehe Einspeisungen C und F in Abb. 8). Der Waldbachursprung hat noch weitere Zuflüsse aus Gebieten südwestlich der bisher bekannten Teile der Hirlatzhöhle (z.B. Färbeversuche B, V, W und X in Abb. 8).

Eine Einspeisung (R) im Sommer 1986 an der Dachsteinsüdwandhöhle zeigte zudem, dass der Farbstoff den Waldbachursprung erst nach 3,5 Tagen erreichte und dass dieser Farbstoff nicht im Grünkogel-Siphon nachgewiesen werden konnte.

Das Verständnis der hydrologischen Zusammenhänge ist im Detail also unklar, und es hat auch den Anschein, dass wesentliche wasserführende Höhlenteile noch nicht bekannt sind.

Um dem Verständnis der hydrologischen Verhältnisse im Grünkogel-Staubereich ein wenig näher zu kommen, wurden dort im Jahre 2008 zwei Drucksensoren mit Datenlogger installiert. Aus den gemessenen Daten können die Pegelstände in der Höhle bestimmt werden und mit meteorologischen Daten am Krippenstein sowie mit dem Schüttungsverhalten des Waldbachursprungs in Beziehung gesetzt werden.

Messwert von ca. 1000 hPa (Luftdruck) befinden sich die Sonden oberhalb der Wasseroberfläche. Eine 10 m hohe Wassersäule oberhalb des Sensors generiert ein

Meyberg / Wasserstandsmessungen im westlichen Entwässerungssystem der Hirlatzhöhle (1546/7)

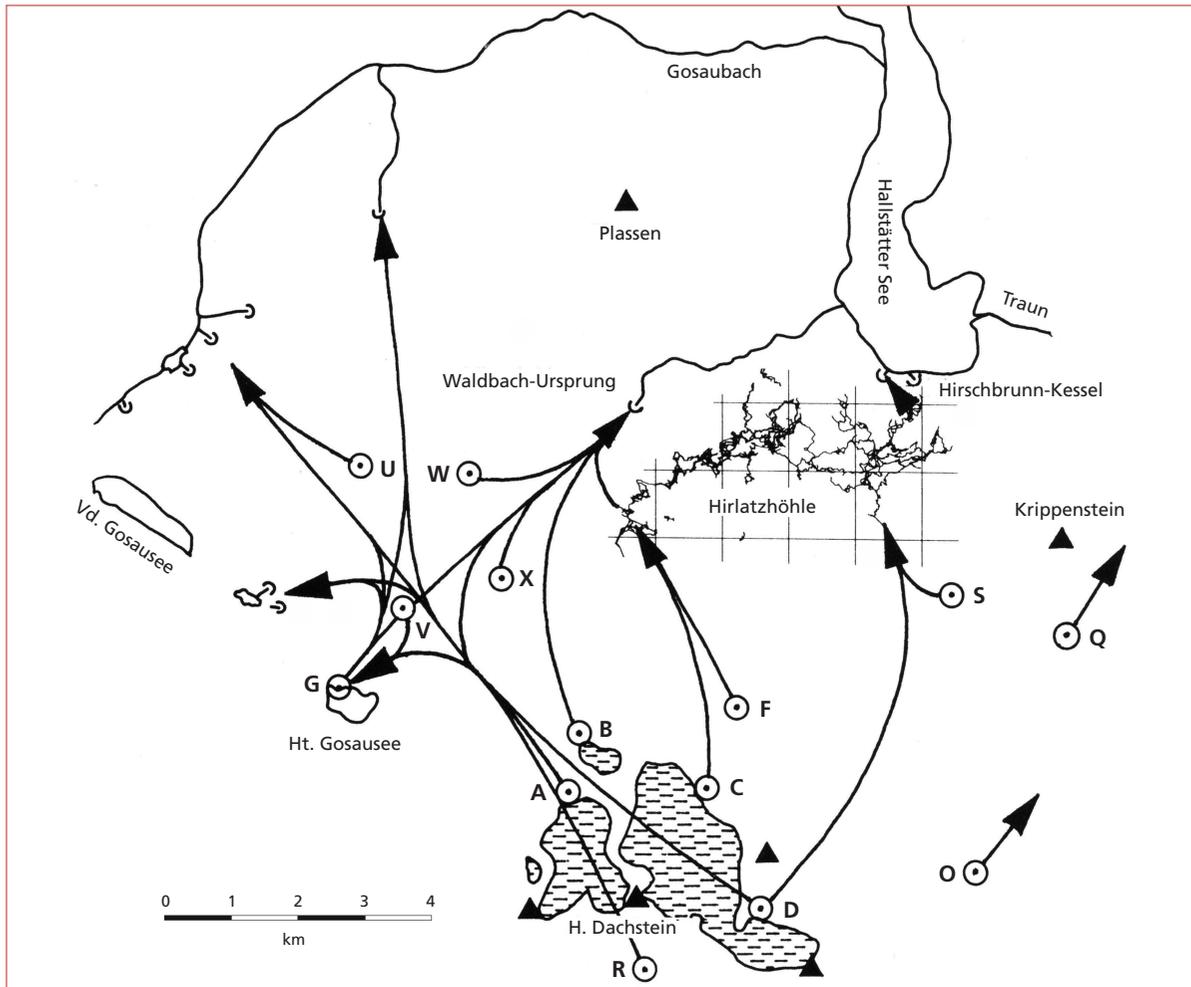


Abb. 8: Karte des westlichen Dachsteinmassivs mit Ergebnissen von Markierungsversuchen, die in den Jahren 1984 bis 1986 durchgeführt wurden (Völkl, 1998).

Fig. 8: Map of the western Dachstein massif showing the results of tracer tests conducted between 1984 and 1986 (Völkl, 1998). A: Gosaugletscher, B: Schneelochgletscher, C: Hallstätter Gletscher, D: Schladminger Gletscher, F: Simony Hütte, G: Hinterer Gosausee, O: Schneeberg Seelein, Q: Hirzkar Seelein, R: Dachstein Südwandhöhle, S: Gjaidalm, U: Seekarwand, V: Beim Kreuz, W: Radltal, X: Steirerloch.

zusätzliches Signal von 1000 hPa am Drucksensor. Die Datenlogger für die Messungen in der Hirlatzhöhle wurden von Felix Ziegler eingerichtet und nach dem Einsatz ausgelesen. Anfang Januar 2008 wurden sie von Peter Hübner in die Hirlatzhöhle transportiert und in der Sahara montiert. Der eine Datenlogger war direkt an der Wasseroberfläche des Grünkogel Siphons. Der zweite Datenlogger war 2 m oberhalb des Wasserspiegels der Oase (Abb. 4). Anhand der Druckmessungen wurde später festgestellt, dass dieser zweite Da-

tenlogger, relativ zum Datenlogger am Grünkogel-Siphon, 6 m höher montiert war. Um die Druck- und Temperaturmessdaten aus der Hirlatzhöhle mit dem Wetter des Jahres 2008 zu vergleichen, wurden meteorologische Daten zur Niederschlagsmenge, Schneehöhe und Lufttemperatur am Krippenstein (N 47° 31' 26", E 13° 41' 39", 2050 m) sowie die Schüttung des Waldbachursprungs (N 47° 32' 41", E 13° 36' 28", 873,86 m Höhe des Pegelnullpunktes am Hauptpegel der alten Quelfassung) herangezogen.

MESSDATEN

In den Abbildungen 9 und 10 sind die Druck- und Temperaturzeitreihen der von den Datenloggern an der Oase und am Grünkogel-Siphon aufgenommenen Messdaten dargestellt. Sie starten Anfang April 2008,

als sich der Wasserspiegel der Siphone noch unterhalb der Datenlogger befand. An der Zeitmarke A – alle Zeitmarken sind mit Buchstaben in den Abb. 9–12 bezeichnet – stieg der Wasserstand der Oase bis auf

Meyberg / Wasserstandsmessungen im westlichen Entwässerungssystem der Hirlatzhöhle (1546/7)

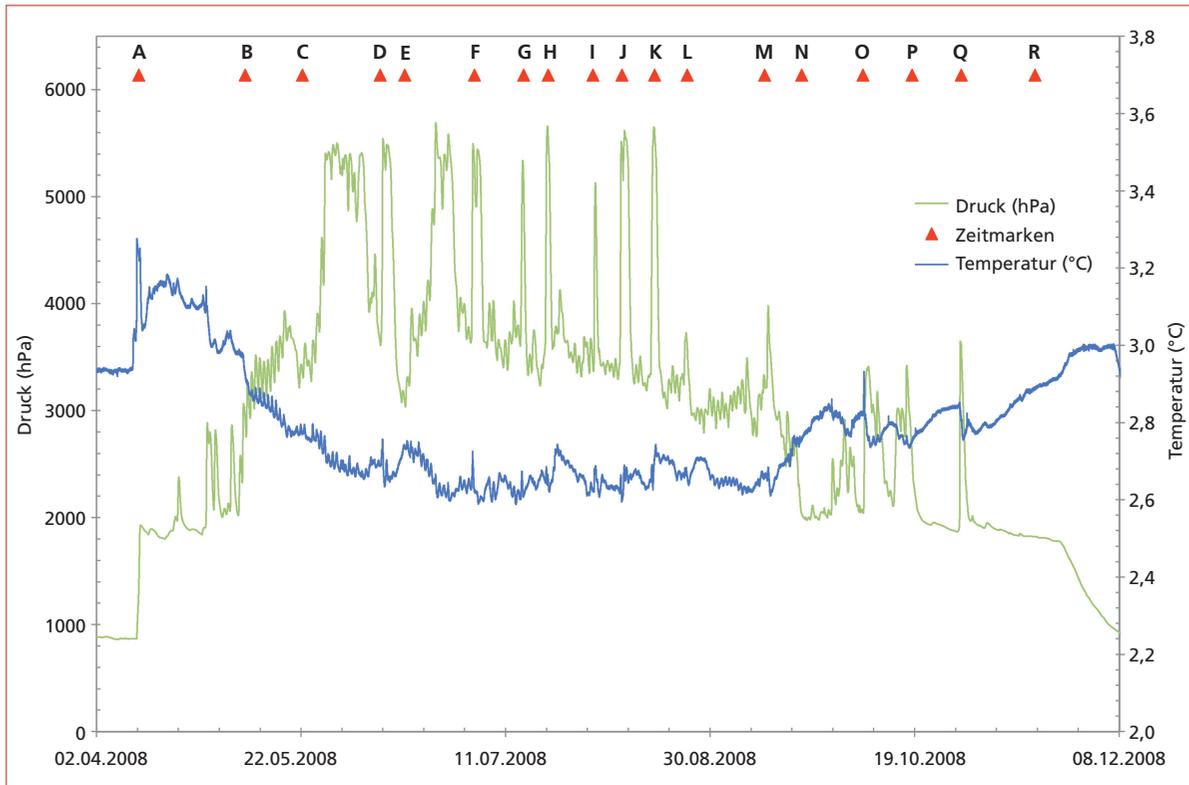


Abb. 9: Wasserdruck und Temperatur an der Oase der Hirlatzhöhle. Die Position des Messgerätes war 2 m oberhalb des niedrigsten Wasserstandes.

Fig. 9: Water pressure and temperature in the Oase of Hirlatz Cave. The sensor was installed 2 m above the lowest water level.

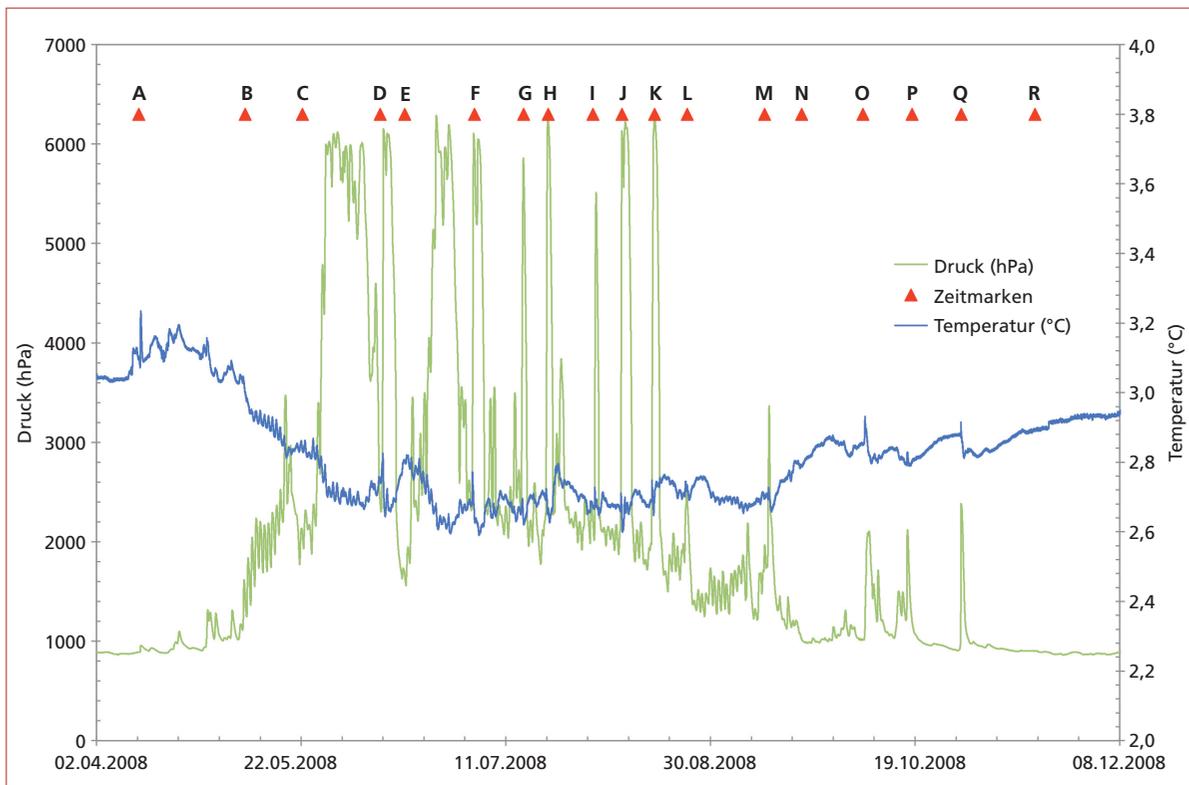


Abb. 10: Wasserdruck und Temperatur am Grünkogel-Siphon der Hirlatzhöhle. Die Position des Messgerätes war direkt am Wasserspiegel.

Fig. 10: Water pressure and temperature in the Grünkogel-Siphon of Hirlatz Cave. The sensor was installed at the water level.

Meyberg / Wasserstandsmessungen im westlichen Entwässerungssystem der Hirlatzhöhle (1546/7)

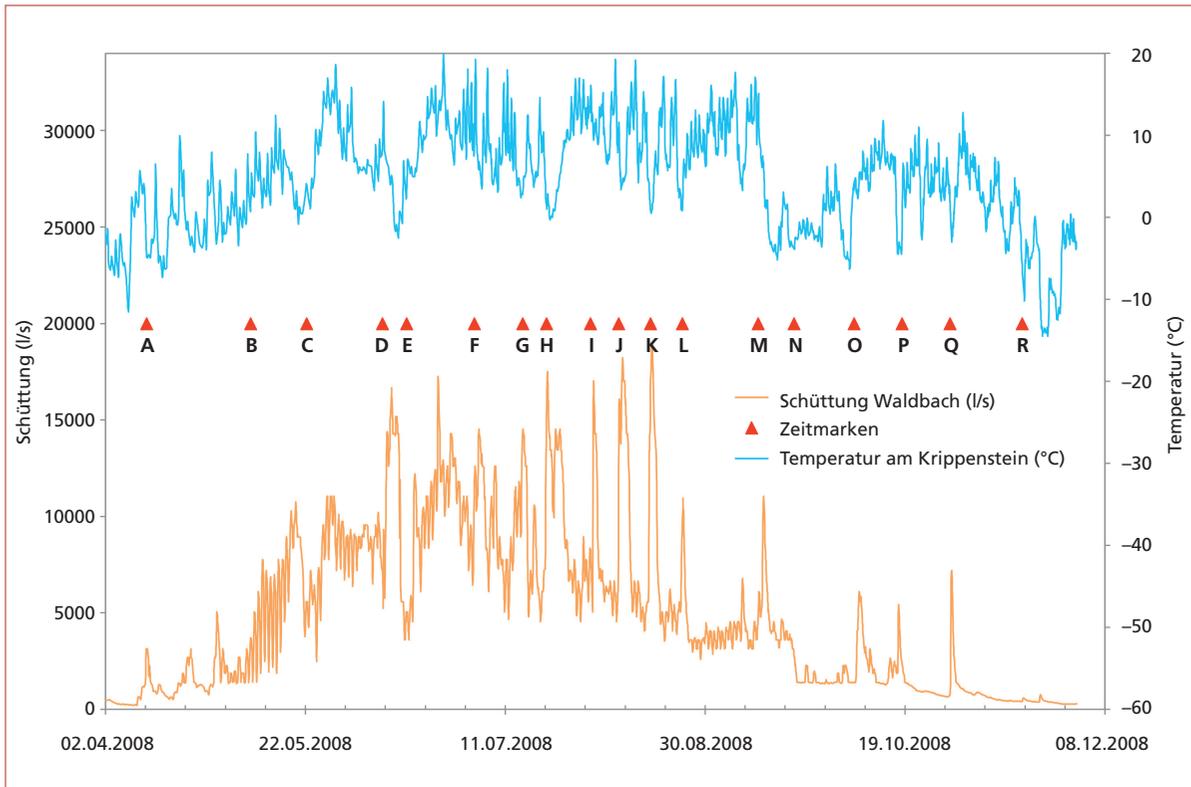


Abb. 11: Lufttemperatur am Krippenstein und Schüttung des Waldbachursprungs.

Fig. 11: Air temperature at Krippenstein compared to the discharge of Waldbachsprung.

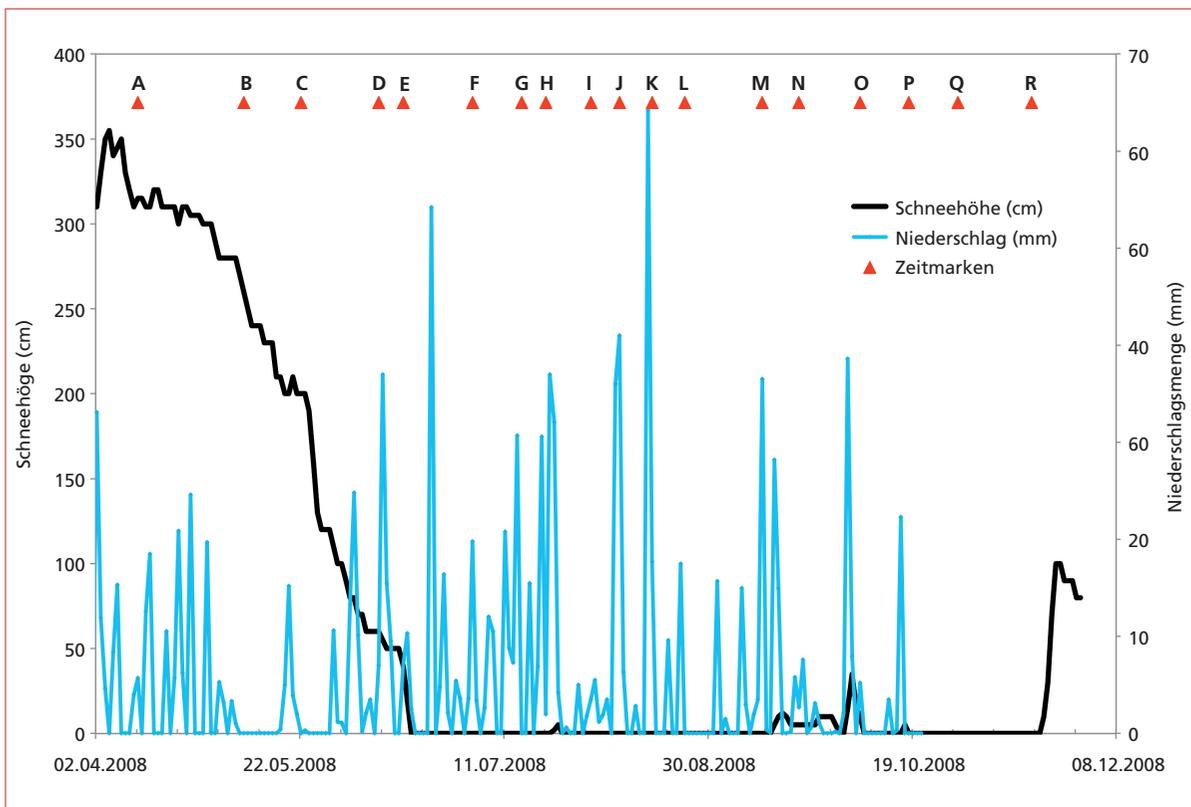


Abb. 12: Tagesniederschlagsmenge und Schneehöhe am Krippenstein.

Fig. 12: Daily precipitation amount and snow height at Krippenstein.

Meyberg / Wasserstandsmessungen im westlichen Entwässerungssystem der Hirlatzhöhle (1546/7)

10 m oberhalb der Position des Datenloggers an, der Wasserstand am Grünkogel-Siphon erreichte nur kurzzeitig den Datenlogger, sank in Folge aber schnell wieder ab.

Zur selben Zeit zeigt Abbildung 11, dass die Temperatur am Krippenstein von -5° auf $+5^{\circ}$ C anstieg und die Schüttung am Waldbachursprung kurzzeitig anstieg. In Abbildung 12 ist die Tagesniederschlagsmenge und

die aktuelle Schneehöhe an der gleichen Zeitmarke zu sehen. Die Zeitreihen enden Anfang Dezember 2008, nur diejenige der Tages-Niederschlagsmengen endet bereits Ende Oktober 2008. Alle Zeitmarken sind nochmals in Tabelle 1 aufgelistet und kurz beschrieben, sodass die verschiedenen Daten an den Zeitmarken miteinander in Beziehung gebracht werden können.

Nr.	Datum der Markierung	Beschreibung
A	12.04.2008	Temperaturanstieg von -5° auf $+5^{\circ}$ C, es liegt 3 m Schnee. Der Wasserstand in der Oase steigt auf 10 m. Der Wasserstand am Grünkogel bleibt unverändert.
B	08.05.2008	Ein deutlicher Temperaturanstieg 0° C bis zu 10° C reduziert die Schneehöhe um fast 1 m. Die Schüttung des Waldbachursprungs nimmt stark zu. Die Wasserstände von Oase und Grünkogel steigen um 15 m an.
C	22.05.2008	Die Temperatur fällt wieder auf 0° C, danach steigt die Temperatur wieder an. In Folge sinkt die Schneehöhe um 1,5 m, und es kommt zum 1. Anstieg beider Siphone bis zum Überlauf an der Schwelle S3 des Grünkogel-Staubereichs.
D	10.06.2008	Die Temperatur sinkt wieder auf knapp über $>0^{\circ}$ C ab. Dann gibt es >30 mm Niederschlag. 2. Anstieg beider Siphone bis zum Überlauf an der Schwelle
E	16.06.2008	Die Temperatur steigt wieder an: Der Schnee ist geschmolzen. Die Pegelstände beider Siphone sinken. Bei den nun folgenden Regenereignissen bei Temperaturen $>0^{\circ}$ C und ohne Schnee steigen die Wasserpegel der Siphone jeweils sofort wieder an.
F	03.07.2008	Regenereignis bei Temperatur $>0^{\circ}$ C und ohne Schnee.
G	15.07.2008	Regenereignis bei Temperatur $>0^{\circ}$ C und ohne Schnee.
H	21.07.2008	Niederschläge und kurzer Temperatureinbruch auf 0° C.
I	01.08.2008	Bei nur sehr kleinem Regenereignis Anstieg der Schüttung am Waldbachursprung. Bei Temperatur $>0^{\circ}$ C und ohne Schnee.
J	08.08.2008	Regenereignis bei Temperatur $>0^{\circ}$ C und ohne Schnee.
K	16.08.2008	Regenereignis bei Temperatur $>0^{\circ}$ C und ohne Schnee.
L	24.08.2008	Regenereignis bei Temperatur $>0^{\circ}$ C und ohne Schnee.
M	12.09.2008	Regenereignis bei Temperatur $>0^{\circ}$ C und ohne Schnee, direkt danach erster Neuschnee.
N	21.09.2008	Temperaturabfall auf knapp unter 0° C. Wasserspiegel in der Oase sinkt um 10 m. Der Wasserspiegel am Grünkogel ist bereits fast auf dem niedrigsten Stand.
O	06.10.2008	Regenereignis bei Temperatur $>0^{\circ}$ C und ohne Schnee.
P	18.10.2008	Regenereignis bei Temperatur $>0^{\circ}$ C und ohne Schnee.
Q	30.10.2008	Vermutlich Regenereignis bei Temperatur $>0^{\circ}$ C und ohne Schnee
R	17.11.2008	Temperatur sinkt deutlich unter 0° C, erster Schnee. In Folge sinkt der Wasserstand in der Oase von ca. 10 m auf seinen niedrigsten Stand im Winter.

Tabelle 1: Zusammenstellung der Zeitmarken und deren Beschreibung.
Table 1: Overview of the time markers and their description.

AUSWERTUNG UND INTERPRETATION

Bei Druckwerten von mehr als 5000 hPa (i.e. ca. 50 m) kommunizieren die Wassersäulen oberhalb der Drucksensoren miteinander, sodass aus den gemessenen Druckwerten die relative Höhe der beiden Drucksensoren unterhalb der Wasseroberfläche bestimmt

werden kann. Aus der Druckdifferenz von ca. 600 hPa (berechnet aus den Daten an Maximum zwischen den Zeitmarken C und D, 6050 hPa in Abb.10 minus 5450 hPa in Abb. 9) folgt, dass die Drucksonde an der Oase 6 m höher montiert war als die Drucksonde am Grün-

Meyberg / Wasserstandsmessungen im westlichen Entwässerungssystem der Hirlatzhöhle (1546/7)

Zeitmarke	Datum	Tages-Niederschlagsmenge Krippenstein	Uhrzeit von Anstieg und Maximum der Schüttung des Waldbachsprungs	Uhrzeit von Anstieg und Maximum des Pegelstandes in der Oase
C-D	02.06.2008 07:00	0,0 mm		
	03.06.2008 07:00	13,3 mm		
	04.06.2008 07:00	24,8 mm	Während der Schneeschmelze nicht identifizierbar	Nicht identifizierbar
	05.06.2008 07:00	10,1 mm		
	06.06.2008 07:00	0,2 mm		
D	09.06.2008 07:00	0,0 mm		
	10.06.2008 07:00	7,0 mm	19 Uhr	22 Uhr
	11.06.2008 07:00	37,0 mm	1 Uhr mit einem zweiten Maximum am 12.06. um 5 Uhr	2 Uhr
	12.06.2008 07:00	15,5 mm		
	13.06.2008 07:00	9,5 mm		
E-F	22.06.2008 07:00	0,0 mm		
	23.06.2008 07:00	54,2 mm	18 & 20 Uhr	20 & 23 Uhr
	24.06.2008 07:00	0,0 mm		
I	31.07.2008 07:00	1,8 mm		
	01.08.2008 07:00	3,5 mm	14 & 18 Uhr gut ausgeprägt	16 & 24 Uhr
	02.08.2008 07:00	5,5 mm		
	03.08.2008 07:00	1,2 mm		
	04.08.2008 07:00	1,9 mm		
J	06.08.2008 07:00	0,0 mm		
	07.08.2008 07:00	36,0 mm	22 Uhr	
	08.08.2008 07:00	41,0 mm	4 Uhr 24 Uhr, zweites Maximum	2 & 8 Uhr
	09.08.2008 07:00	6,3 mm		
K	14.08.2008 07:00	0,0 mm		
	15.08.2008 07:00	64,2 mm	13 Uhr	15 Uhr
	16.08.2008 07:00	17,7 mm	8 Uhr	7 Uhr > 20 m
M	10.09.2008 07:00	2,0 mm		
	11.09.2008 07:00	3,5 mm		
	12.09.2008 07:00	36,5 mm	23 Uhr	23 Uhr
	13.09.2008 07:00	0,4 mm	6 Uhr	6 Uhr
O	01.10.2008 07:00	0,0 mm		
	02.10.2008 07:00	2,1 mm		
	03.10.2008 07:00	38,6 mm	0 & 5 Uhr 16 Uhr, zweites Maximum	Nicht identifizierbar
	04.10.2008 07:00	7,9 mm		
P	15.10.2008 07:00	0,3 mm		
	16.10.2008 07:00	22,3 mm	21 Uhr	23 Uhr
	17.10.2008 07:00	0,0 mm	2 Uhr	3 Uhr

Tabelle 2: Gegenüberstellung der Pegelanstiege im Grünkogel-Staubereich (aufgezeichnet an der Oase) und der Schüttung des Waldbachsprungs für einige Regenereignisse am Krippenstein im Jahr 2008.

Table 2: Comparison of the rises of in water table in the Grünkogel backwater area (recorded at Oase) and the discharge of Waldbachsprung during rainfall events at Krippenstein in 2008.

kogel Siphon. Da der Drucksensor an der Oase etwa 2 m oberhalb der Wasseroberfläche montiert war, ergibt sich, dass der niedrigste Wasserspiegel der Oase 4 m oberhalb des niedrigsten Wasserspiegels des Grünkogel-Siphons lag. Der Höhenunterschied zwischen dem niedrigsten Wasserspiegel des Grünkogel-Siphons und der Grünkogel-Schwelle S3 beträgt 50 m. In den Abb. 5 und 6 ist dargestellt, bis zu welcher Höhe die betroffenen Gangabschnitte dann unter Wasser stehen. Jenseits der Schwelle am Grünkogel-Biwak liegt der Höhlengang bei großen Dimensionen tiefer und fällt weiter ab, sodass genügend Wassermengen abfließen können. Das erklärt den oberen Druckwert von 6000 hPa am Grünkogel-Siphon.

Aus den Zeitreihen ist zu erkennen, dass sich die meisten Regenereignisse durch einen Anstieg des Wasserdruckes und der Schüttung des Waldbachursprungs bemerkbar machen. Bei starkem Regen, also mehr als 40 mm innerhalb von drei Tagen oder bei Regen während der Schneeschmelze, steigen die Pegel beider Siphone schnell bis auf die Höhe der Schwelle S3 am Grünkogel-Biwak an.

Für diejenigen Regenereignisse, für die dies nicht zutrifft, kann das damit erklärt werden, dass die Niederschlagsmengen am Krippenstein nicht immer mit denjenigen im Einzugsgebiet des Waldbachursprungs übereinstimmen. Wie die Färbeversuche aus den Jah-

ren 1984–86 gezeigt haben (Völkl, 1998), bezieht der Waldbachursprung das Wasser auch aus weiter westlich gelegenen Teilen des Dachsteinmassivs.

Zu erwähnen ist auch, dass sich die erste Hochwasserwelle im Frühjahr 2008, welche die Schüttung am Waldbachursprung zwischen Datum (B) und (C) massiv anstiegen ließ, nur in einem vergleichsweise geringen Pegelanstieg in der Sahara widerspiegelte. Dies steht im Gegensatz zur zweiten Hochwasserwelle zwischen Datum (C) und (D). Erklärbar wäre dies unter der Annahme, dass zuerst die Schneemengen in niederen Lagen, welche nicht im Einzugsgebiet des Grünkogel-Staubereichs liegen, schmelzen und erst zu einem späteren Zeitpunkt die Temperaturen soweit angestiegen sind, dass auch auf Lagen oberhalb von 1800 m Höhe die Schneeschmelze eingesetzt hat.

Des Weiteren sind im Laufe des Jahres an der Oase zwei Wasserhöhen zu erkennen, die über einen längeren Zeitraum nicht unterschritten wurden. Die erste bei ca. 10 m etablierte sich am Datum (A), die zweite bei ca. 20 m etablierte sich ab Datum (B). Diese hielt bis Datum (N) an, als die Lufttemperatur am Krippenstein deutlich oberhalb der Null-Grad-Grenze blieb. In dieser Zeit zeigte auch der Waldbachursprung immer eine Schüttung von mehr als 4000 l/s. Sobald die Temperatur am Krippenstein für längere Zeit unter 0 °C lag, also im Winter in der Zeit zwischen Datum (R) und (A),

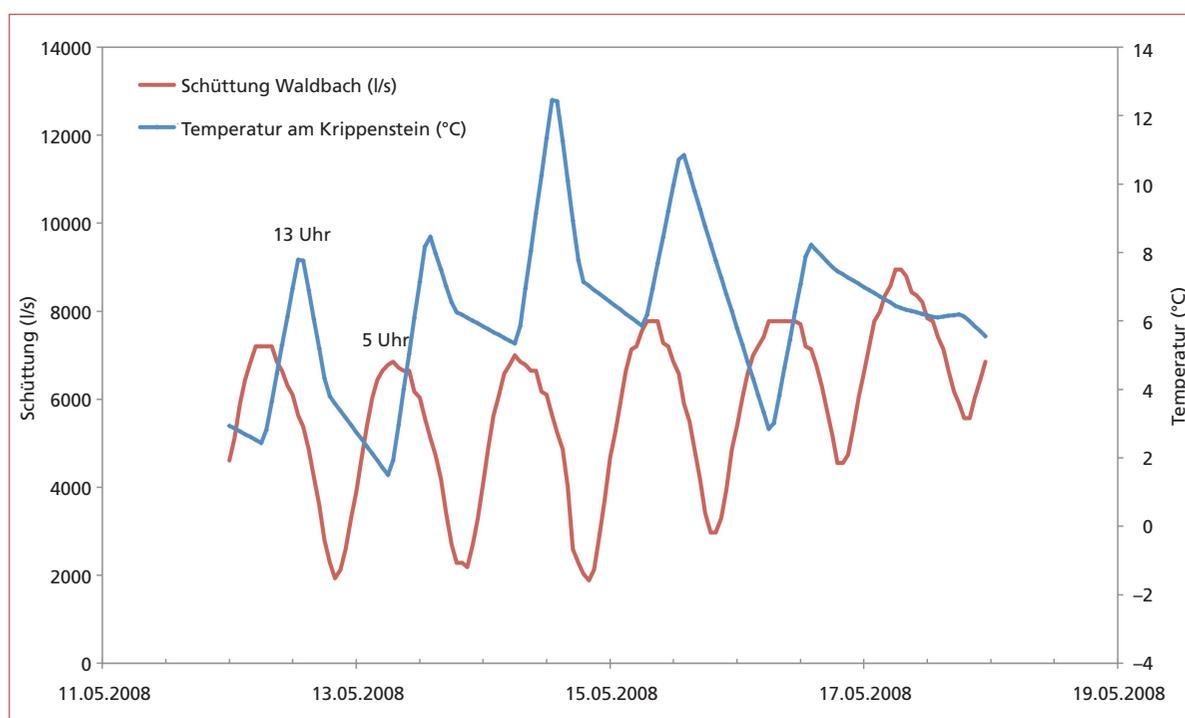


Abb. 13: Lufttemperatur am Krippenstein und Schüttung des Waldbachursprungs, Mitte Mai 2008, zwischen Datum (B) und (C) – vgl. Abb. 11.

Fig. 13: Air temperature at Krippenstein and discharge of Waldbachursprung, mid-May 2008, between datum (B) and (C) – see Fig. 11.

Meyberg / Wasserstandsmessungen im westlichen Entwässerungssystem der Hirlatzhöhle (1546/7)

sank der Wasserstand in der Oase vom ersteren Niveau bei 10 m wieder langsam auf den niedersten Stand ab. Die Daten zeigen, dass die Ablaufgeschwindigkeit der Oase sehr langsam ist und die Zeit dafür bis zu einem Monat betragen kann, so z.B. von Anfang November bis Anfang Dezember.

Die Lufttemperatur in der Höhle war bis Anfang April 3 °C. Danach befand sich der Sensor unter Wasser. Die Temperatur im Wasser sank langsam von 3,2 °C bis 2,7 °C. Im Sommer ist das Wasser also etwa 0,5 °C kälter als im Winter. Bei einem erneuten Wassereintrag sank die Temperatur jeweils immer etwas ab. Bei dem ersten kleineren Wasseranstieg, Datum (A), Mitte April stieg die Temperatur jedoch kurzzeitig an, was darauf hindeutet, dass das über die Wintermonate gespeicherte Wasser eine höhere Temperatur aufweist, bis es sich wieder mit dem Schmelzwasser von der Oberfläche mischt. Ähnliche Beobachtungen belegen auch Messungen in der Rettenbachhöhle (1651/1) bei Windischgarsten (Wimmer, 1995).

Zeitlicher Vergleich des Anstiegs der Schüttung am Waldbachursprung und des Pegelanstiegs der Siphone nach Regenereignissen

Am Waldbachursprung steigt die Schüttung etwa 20–30 h nach Beginn eines Regenereignisses an. In der Mehrzahl aller ausgewerteten Fälle steigt der Wasser-

spiegel in der Sahara erst 2 bis 4 Stunden nach dem Schüttungsanstieg am Waldbachursprung an. Die Daten sind in der Tabelle 2 zusammengefasst. Interessant ist auch das Regenereignis vom 7.–8. August 2008, Datum (J), als nach 2 Wochen mit geringen Niederschlagsmengen innerhalb von zwei Tagen 77 mm Niederschlag am Krippenstein gemessen wurden. Am 7.8. stieg die Schüttung am Waldbach von 6000 l/s um 22 Uhr bis auf das Maximum von 16.000 l/s um 4 Uhr morgens an. In der Sahara stieg jedoch der Wasserpegel der Oase erst am 8. August um 2 Uhr morgens an, also 4 Stunden später. Der Maximalstand in der Sahara wurde um 8 Uhr morgens erreicht. In dieser Zeitspanne betrug die gemessene Druckdifferenz 4000 hPa. Das entspricht einem Anstieg der Wassersäule von 10 auf 50 m und belegt, dass die Wasserpegel der Siphone mit einer Geschwindigkeit von 5,3 m/h ansteigen können.

Tagesgänge der Schüttung am Waldbachursprung und der Wasserpegel der Siphone als Funktion der Lufttemperatur am Krippenstein

Die zeitlichen Abstände zwischen dem täglichen Lufttemperaturmaximum und dem Schüttungsmaximum am Waldbachursprung betragen 16 bis 18 Stunden (Abb. 13). Die Tagesgänge, verursacht durch die Schnee- und Eisschmelze, wurden von Regenereignis-

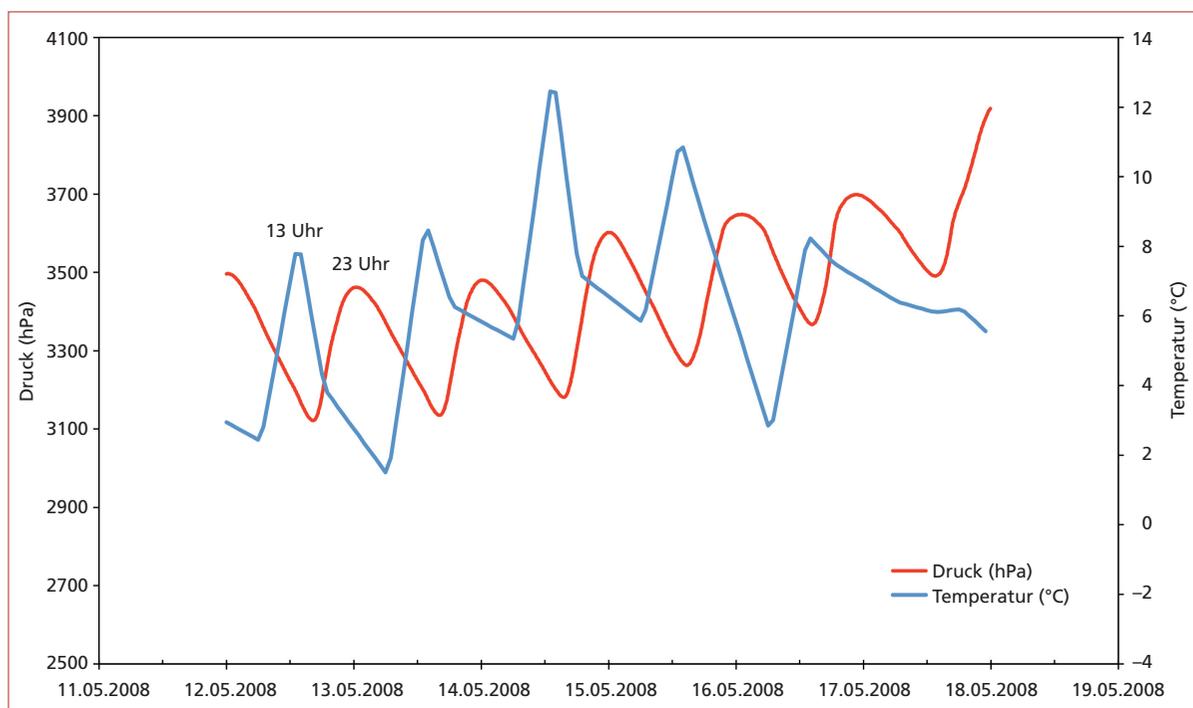


Abb. 14: Lufttemperatur am Krippenstein und Tagesgang des Wasserstandes in der Oase, Mitte Mai 2008, zwischen Datum (B) und (C) – vgl. Abb. 9.

Fig. 14: Air temperature at Krippenstein and water level changes at Oase, mid-May 2008, between datum (B) and (C) – see Fig. 9.

Meyberg / Wasserstandsmessungen im westlichen Entwässerungssystem der Hirlatzhöhle (1546/7)

sen überlagert. Im Winter, wenn alles gefroren ist, kann man diese tageszeitlichen Schwankungen kaum beobachten.

Interessanterweise ist der Tagesgang sowohl in der Oase als auch im Grünkogel-Siphon messbar (Abb. 14

und 15). Die tägliche Hochwasserwelle führt zu Pegelschwankungen von 4 m in der Oase und 5 m im Grünkogel-Siphon und hat ihr Maximum in der Zeit zwischen 22 und 24 Uhr, also ca. 6 h bevor die Welle am Waldbachursprung gemessen werden kann.

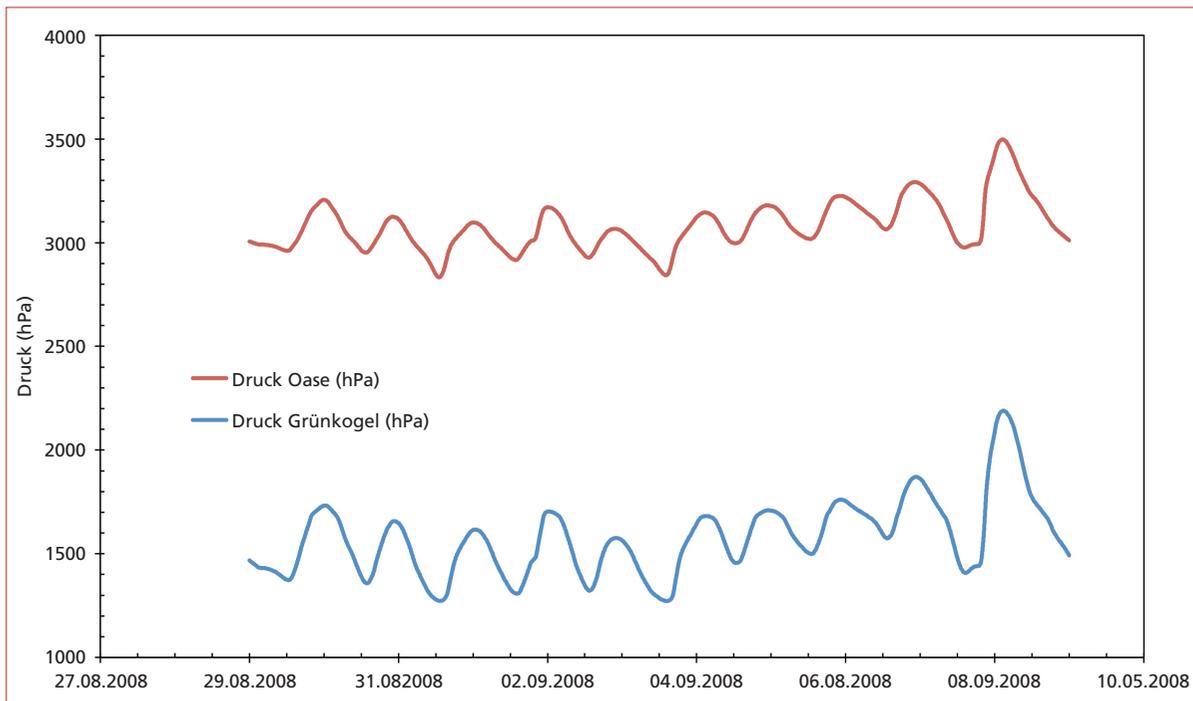


Abb. 15: Tageszeitliche Pegelschwankung von Oase und Grünkogel-Siphon, Anfang September 2008, zwischen Datum (L) und (M).
Fig. 15: Daily changes in water level at Oase and Grünkogel siphon, early September 2008, between datum (L) and (M).

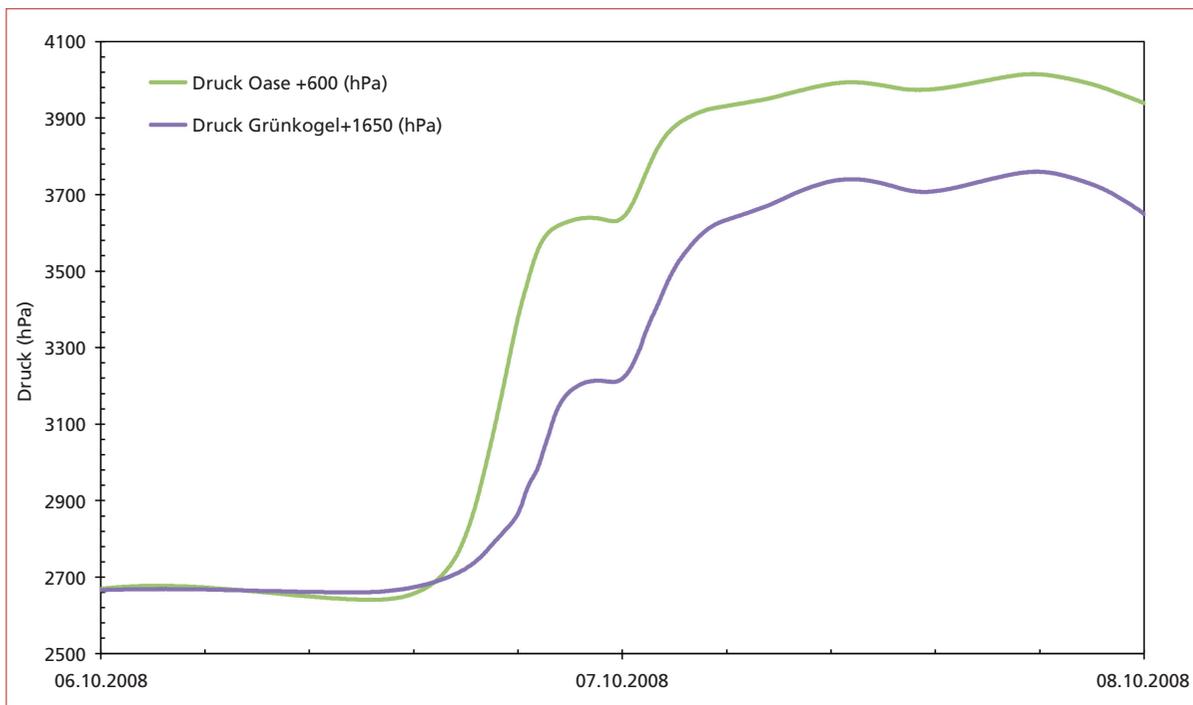


Abb. 16: Zeitlicher Verlauf der Pegelstände von Oase und Grünkogel Siphon nach dem Regenereignis am Datum (O).
Fig. 16: Response of the water table at Oase and Grünkogel siphon to the rainfall at datum (O).

Meyberg / Wasserstandsmessungen im westlichen Entwässerungssystem der Hirlatzhöhle (1546/7)

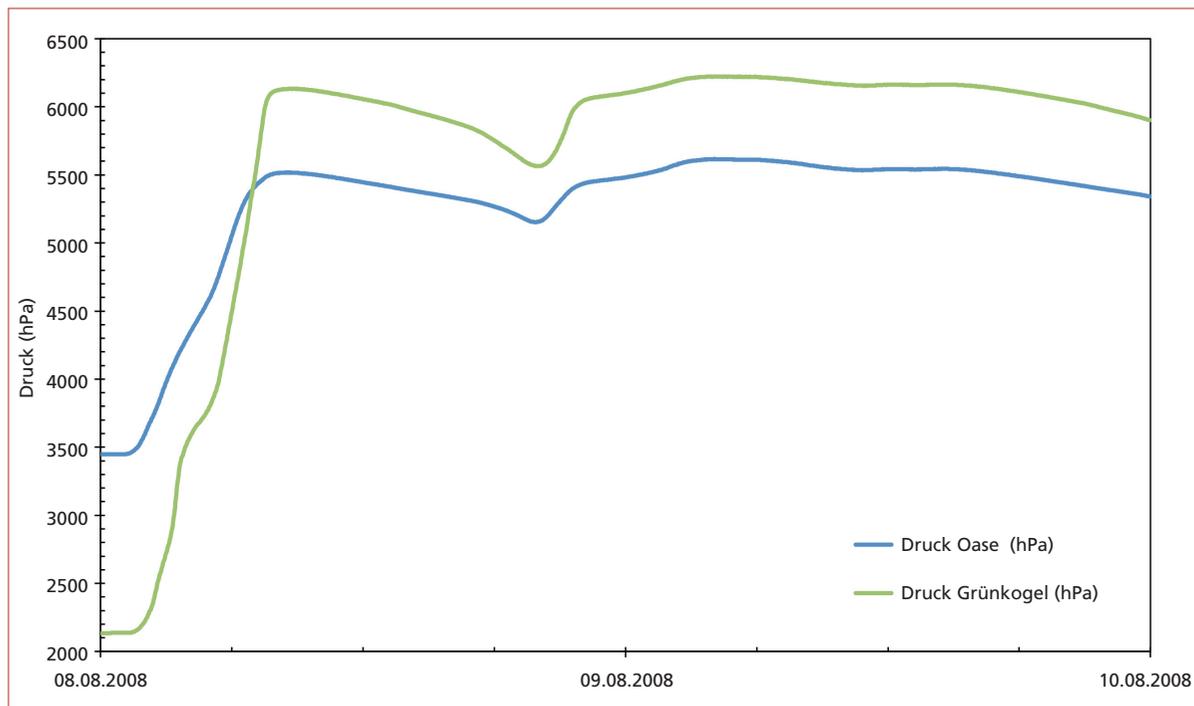


Abb. 17: Zeitlicher Verlauf der Pegelanstiege von Oase und Grünkogel-Siphon nach dem Regenereignis am Datum (J).
 Fig. 17: Response of the water table at Oase and Grünkogel siphon to the rainfall at datum (J).

Zeitlicher Verlauf der Pegelanstiege von Oase und Grünkogel Siphon

Der erste Fall betrifft die Situation, wenn sich der Wasserpegel in der Oase oberhalb der ersten Niveaus befindet, also 10–15 m hoch steht (zwischen Datum (A) und (R)) Abb. 9) und der Grünkogel-Siphon noch nicht angestiegen ist. Dieser Fall ist in Abbildung 16 dargestellt. Das ist möglich, da das Wasser in der Oase durch die Sedimente in der Sahara aufgestaut wird, der Grünkogel-Siphon jedoch einen kleinen Überlauf auf der Seite der Sahara besitzt. Das Wasser läuft von dort unter der Grünkogel-Halle hindurch zum Wasserfall im Megalodonten-Canyon. Dieser wiederum liegt etwas unterhalb der gemessenen Gangsohle direkt hinter der Grünkogel-Halle in Richtung Grünkogel-Biwak (Abb. 6 und 8). Bei diesen geringen Pegelständen (Fall 1) steigt nach einem Regenereignis der Pegel im Grünkogel-Siphon gegenüber demjenigen in der Oase um etwa 1,5 Stunden verzögert an. Dies ist anhand der Graphik zum zeitlichen Verlauf der Pegelstände nach dem Regenereignis am Datum (O) gut zu erkennen (Abb. 16). Der Anstieg begann am Grünkogel-Siphon

vom niedersten Stand aus, während der Wasserspiegel in der Oase bereits 17 m höher stand.

Der zweite Fall betrifft die Situation, bei welcher der Pegelstand am Grünkogel-Siphon bereits auf mehr als 10 m angestiegen ist. Bei diesen Schüttungen ist der Abflusswiderstand am Megalodonten-Canyon noch ausreichend gering, sodass der Pegel am Grünkogel-Siphon nicht weiter ansteigen kann. Bei diesen Pegelständen steigt nach einem Regenereignis der Pegel im Grünkogel-Siphon gegenüber demjenigen in der Oase ohne Verzögerung an (Abb. 17).

Bei noch grösseren Schüttungen steigen die Pegel von Oase und Grünkogel-Siphon parallel bis zur Höhe des Überlaufes am Grünkogel-Biwak an.

Die vermessene Hochwassermarke von 2012 (Abb. 7) liegt noch gut 15 m über der Wasserhöhe, welche aus den Druckmessungen von 2008 berechnet werden kann. Der Wasserspiegel in der Sahara kann also bei sehr großen Schüttungen noch mehr als 15 m oberhalb der Schwelle S3 am Grünkogel-Biwak liegen. Das kann durch den relativ kleinen Gangquerschnitt am Ausgang des Grünkogel-Siphons in Richtung Grünkogel-Halle erklärt werden.

AUSBLICK

Aus den gezeigten Daten wird ersichtlich, dass das Verständnis der hydrologischen Zusammenhänge im Einzugsgebiet des Waldbachursprungs durch die

Installation von Datenloggern und die Durchführung mehrjähriger Messreihen weiter verbessert werden könnte. Sehr aufschlussreich könnte es dabei auch

sein, die Druckmessungen im Grünkogel-Staubereich mit solchen aus anderen Staubereichen zu vergleichen. Ein Datenlogger mit einer Strömungssonde, z.B. im Grünkogel-Siphon, wäre sicher auch hilfreich bei der Interpretation der Daten.

Solche Datenreihen könnten auch online durch ein Internetportal zugänglich gemacht werden, siehe <http://www.cavelink.com>. Mit Hilfe drahtloser Datenübertragung, z.B. mit dem System „Cave-Link“, können die Daten dazu direkt in das Telefonnetz einge-

speist werden (Ziegler & Höhn, 2007). Im Hölloch in der Schweiz ist diese Technik bereits seit einigen Jahren im Einsatz und hat sich bewährt, siehe <http://www.hoelloch.org>.

Gerade im Sommer bei schlechtem Wetter, könnte der Einsatz dieser Technik für Touristen eine Attraktion sein, weil sie die hydrologischen Verhältnisse im Inneren des Dachstein in Echtzeit beobachten und mit dem aktuellen Wetter in Beziehung setzen können.

DANKSAGUNG

Ich bedanke mich bei Thomas Huber, Gottfried Buchegger und Bettina Rinne für die Korrektur und für wertvolle Denkanstöße bei der Auswertung der Daten. Ulrich Meyer hatte Datenlogger und Sensoren bei Felix Ziegler ausgeliehen und sie dann Peter Hübner für die Erforschung der Hirlatzhöhle zur Verfügung gestellt. Die meteorologischen Daten wurden freundlicherweise von Herrn Ing. Klaus Kaiser vom Amt der

Oberösterreichischen Landesregierung, Direktion Umwelt- und Wasserwirtschaft, zur Verfügung gestellt. Die Fotos stammen von Thomas Huber. Außerdem bedanke ich mich für die konstruktiven Verbesserungsvorschläge der Begutachter des Manuskriptes, die diesen Artikel definitiv lesenswerter gemacht haben: Maximilian Wimmer, Marc Luetscher, Rudolf Pavuza, Theo Pfarr, Lukas Plan und Christoph Spötl.

LITERATUR

- Buchegger, G. & Wimmer, G. (2012): Die Verbindung von Oberer Brandgrabenhöhle und Hirlatzhöhle. – Die Höhle, 63: 86–90.
- Greger, W., Seethaler, P., Wimmer, M. (2004): Die extreme Hochwassersituation Anfang August 2002 in der Hirlatzhöhle (1546/7), im Vergleich mit hydrologischen Daten des Dachsteingebietes. – Die Höhle, 55: 3–11.
- Hübner, P. (2000): Vorstoß ins Wadiland. – Höhlenkundliche Vereinsinformation des Vereines für Höhlenkunde Hallstatt-Obertraun, 22: 43–47.
- Kaiser, R. & Müller, Th. (1995): Die Hirlatzhöhle und ein verrückter Taucher oder es ist alles freiwillig. – Jahresheft 1994 der Arge Grabenstetten: 43–53.
- Meyberg, M. & Rinne, B. (1998): Tauchen in der Hirlatzhöhle. – Die Hirlatzhöhle im Dachstein (Red. G. Buchegger & W. Greger), Wissenschaftliche Beihefte zur Zeitschrift „Die Höhle“, 52: 223–239.
- Salmina, G. (2009): Die Hirlatzhöhle – Momente des Staunens. – Dokumentationsfilm AT 2009, Planet Watch Film, 45 min.
- Seebacher, R. (2001): Tauchgang im kalten Herz des Dachsteins. – Speleo Austria 2001, Verein für Höhlenkunde in Obersteier, Bad Mitterndorf: 152–154.
- Seethaler, P. (2011): Forschungen im „Westen“ der Hirlatzhöhle von 2007 bis 2011. – Höhlenkundliche Vereinsinformation des Vereines für Höhlenkunde Hallstatt-Obertraun, 27: 10–14.
- Vökl, G. (1998): Die Hirlatzhöhle als Fenster zu den karsthydrologischen Vorgängen im Inneren des Dachsteins. – Die Hirlatzhöhle im Dachstein (Red. G. Buchegger & W. Greger), Wissenschaftliche Beihefte zur Zeitschrift „Die Höhle“, 52: 208–213.
- Wimmer, M. (1995): Bericht über hydrographische und karsthydrologische Beobachtungen in der Rettenbachhöhle. – Mitteilungen des Landesvereines für Höhlenkunde in Oberösterreich 41: 5–24.
- Ziegler, F. & Höhn, R. (2007): Von der automatischen Hochwasserregistrierung zu Echtzeitdaten im Internet. – Stalactite, 57: 82–90.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Die Höhle](#)

Jahr/Year: 2014

Band/Volume: [65](#)

Autor(en)/Author(s): Meyberg Michael

Artikel/Article: [Wasserstandsmessungen im westlichen Entwässerungssystem der Hirlatzhöhle \(1546/7\) 3-17](#)