Die extreme Hochwassersituation Anfang August 2002 in der Hirlatzhöhle (1546/7), im Vergleich mit hydrographischen Daten des Dachsteingebietes

ZUSAMMENFASSUNG

Flächendeckender Starkregen führte im August 2002 zu einer außergewöhnlichen Hochwassersituation in der längsten Höhle Österreichs, der Hirlatzhöhle. Etliche normalerweise trockene Höhlenteile wie z.B.: Alter Teil. Westen, Wilder Westen und Südwesten, wurden dabei bis zu ca. 100 m hoch überflutet. Der größte, bisher nicht bekannte Rückstau trat vermutlich zwischen der Engstelle am Beginn der Wasserklamm und dem Großen Gotischen Gang auf. Bei anschließenden Befahrungen wurden zum Teil gravierende, durch Umlagerung von Sedimenten hervorgerufene Veränderungen festgestellt. Nicht nur die Höhe des erreichten Wasserstandes war von Bedeutung, sondern die hohe Durchflussmenge und die damit verbundenen höhere Strömungsgeschwindigkeit waren erstaunlich. Dabei wurden z.B. in der Echokluft Steine bis zu einem Durchmesser von 30 cm verlagert. Die Forscher des Höhlenvereins Hallstatt-Obertraun waren sich zwar der zeitweisen Wasserführung dieser Höhlenabschnitte bewusst, rechneten aber nicht mit der enormen Durchflussmenge und extremen Höhe der Wasserstände, die auch vermeintlich sichere Plätze überflutete. Steighilfen und Seile wurden teilweise stark beschädigt. Die Beobachtungen waren der Start für ein Projekt zur Markierung der Hochwasserstandsmarken in der Höhle für zukünftige Vergleichsmöglichkeiten.

Die Analyse der Niederschlagsdaten ergab, dass die Reaktionszeit der Gewässer auf die Niederschläge nur wenige Stunden betrug. Die Zuordnung einer Eintrittswahrscheinlichkeit war nur auf indirektem Weg anhand von beobachteten Oberflächengewässern möglich und ergab ein Wiederkehrintervall von 50 bis 60 Jahren. Das Extremhochwasser des Jahres 1920, von dem ein Wasseraustritt aus dem Höhlenportal der Hirlatzhöhle überliefert ist, war deutlich größer und ist als Jahrhundertereignis einzustufen.

ABSTRACT

In August 2002, after exceptionally heavy rainfalls, Austria's longest cave, Hirlatzhöhle, was flooded partly up to 100 m high. Severe changes due to shifts of sediments were noticed. Apart from the high water level, the great quantity of water flowing through and the higher speed of current were remarkable. In certain parts of the cave stones of a diameter of up to 30 cm were shifted in their position. Even supposedly safe spots were flooded, climbing aids and ropes heavily damaged. A project for marking water levels in the cave was started to gain data for future comparisons. Analysis of the precipitation data showed that the waters reacted within only a few hours. The probability of a repetition of such an event was estimated at intervals of 50 to 60 years. The extreme flood of 1920 was certainly bigger, than the August 2002 flood.

Walter Greger

Schottweg 14, A-4030 Linz walter.greger@liwest.at

Peter Seethaler

Dr. Löckerstraße 179. A-4822 Bad Goisern

Maximilian Wimmer

Ghegastraße 30, A-4020 Linz maximilian.wimmer@ooe.gv.at

Eingelangt: 3. 3. 2004 Angenommen: 30. 4. 2004

LAGE

Die Hirlatzhöhle befindet sich am Nordrand des Dachsteinstocks am Fuß der Wandabstürze des Hirlatz in der Gemeinde Hallstatt und ist Teil des Weltkultur- und Naturerbegebiets Dachstein – Hallstatt – Salzkammergut. Der auffällige Höhleneingang liegt rund 360 m über dem Talboden und ist vom Hallstätter Echerntal aus gut zu erkennen.

Detaillierte Beschreibungen zur Hirlatzhöhle sowie historische, bio- und geowissenschaftliche Abhandlungen finden sich in Buchegger & Greger (1998).

ENTWÄSSERUNG DER HIRLATZHÖHLE

Nach umfangreichen Markierungsversuchen (1984 - 1986) im westlichen Dachsteinmassiv konnten folgende Hauptabflusswege, die die Hirlatzhöhle in ein westliches und östliches Entwässerungssystem (Abb. 1) teilen, bestimmt werden (Völkl, 1998). Beide Systeme sind gekennzeichnet durch eine Folge von Überlaufschwellen, die jeweils überflutet werden, wenn kleiner dimensionierte Abläufe die Schüttung nicht mehr aufnehmen können. Eine genaue Beschreibung der Modelle findet sich in Meyberg & Rinne (1998):

Einspeisungen im Bereich Hallstättergletscher und Simonyhütte fließen zum westlichen Entwässerungssystem der Hirlatzhöhle zu den Höhlenteilen *Südwesten, Wilder Westen* und *Westen* (Buchegger & Greger, 1998). Hier können sie sehr große Rückstaubereiche im *Wadiland*, der *Sahara* und der *Grünkogelhalle* bilden, bevor sie zum Quellbezirk des Waldbach-Ursprungs (1543/1) fließen. Bei Hochwasser wird die Durchflusskapazität dieses Systems überschritten und der Dark Highway geflutet, der dann zum

Dürrenbach entwässert. Ist auch diese Kapazität erschöpft, staut es im Dark Highway und in der Folge im Seetunnel so hoch, dass das Wasser über die Schwelle des Seetunnels tritt. Darauf wird die Weihnachtsklamm und anschließend der Graue Gang geflutet, der dann in den westlichen Blocktunnel überläuft und über den Nordsiphon zur Unteren (1546/5) und zur Oberen Brandgrabenhöhle (1546/6) entwässert.

Von Einspeisstellen auf der Gjaidalm und am Schladmingergletscher bzw. vom großen Bereich dazwischen erfolgt der Abfluss über das östliche Entwässerungssystem der Hirlatzhöhle. Von dem derzeitigen Forschungsendpunkt, dem *Transwasserfall*, der im Bereich des Oberfeldes rund 600 m unter dem Plateau liegt, über *Tiefkarkluft*, *Donnerbach* und *Hirschaulabyrinth* ist der unterirdische Wasserweg auf einer Entfernung von ca. 3,7 km Luftlinie bis zu den Karstquellen Hirschbrunn (1546/2) und Kessel (1546/1) am Randes des Hallstättersees durch Höhlenforscher dokumentiert.

BEOBACHTUNGEN IN DER HIRLATZHÖHLE NACH DEM HOCHWASSER

Von den Autoren, die aufgrund der langjährigen Forschungsaktivitäten die Höhle sehr gut kennen, wurden bei den auf das Hochwasser im August 2002 folgenden Befahrungen gravierende Veränderungen beobachtet.

Für die Bereiche des östlichen Entwässerungssystems können nur Vermutungen über die Verhältnisse gemacht werden, da sie noch nicht befahren wurden. Aber auf Grund des außergewöhnlichen Verhaltens (Pavuza, 2000: 21-25) der Karstriesenquellen Kessel (Abb. 2) und Hirschbrunn (Abb. 3, 4), die Austritte des östlichen Entwässerungssystems der Hirlatzhöhle sind, muss mit gewaltigen Aktivitäten des Wassers im

Berginneren gerechnet werden. Besonders zu erwähnen ist das Anspringen des Alten Kessels, der als Überlauf des Kessels bei extremem Wasserangebot fungiert, was bisher lediglich dreimal beobachtet wurde (September 1920, August 1999 und August 2002).

Nachstehend wird das westliche System betrachtet, das wesentlich eingangsnäher ist. Befahren wurden der *Alte Teil* und der gesamte bei Hochwasser aktive Bereich zwischen *Sprengstelle* und der Überführung des *Grünkogelsiphons*, die zum westlichen Entwässerungssystem gehören. Die hauptsächlichen Veränderungen erfolgten bei den Feinsedimenten, die aufgrund der hohen

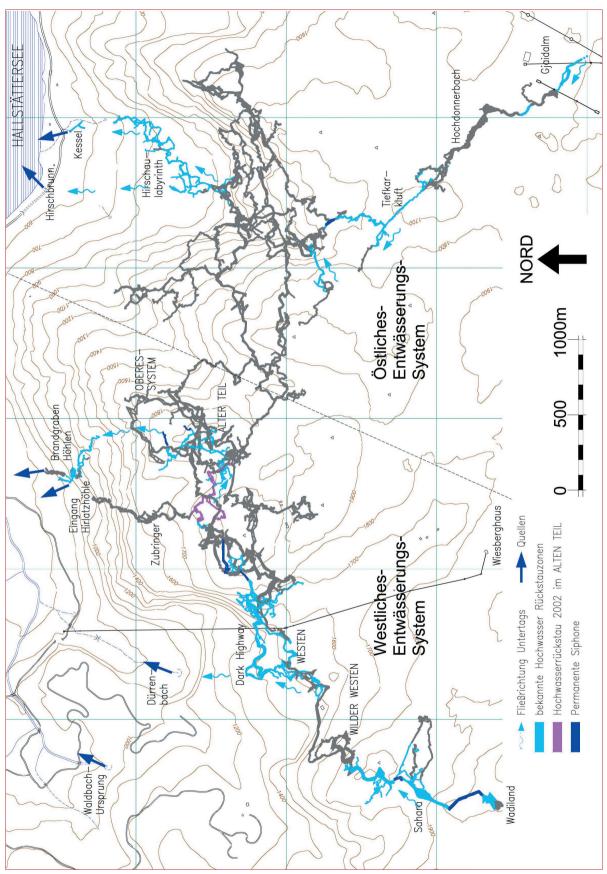


Abb. 1: Überblick über Hydrologie und Entwässerungssysteme der Hirlatzhöhle.

(Plan: G. Buchegger)



Abb. 2: Der Kessel während des Hochwassers 1997. (Foto: W. Greger)

Strömungsgeschwindigkeiten bei diesem gewaltigen Hochwasser am leichtesten verfrachtet wurden. In Bereichen mit sehr starken Strömungen wurden aber auch Schotter und kleine Steine verlagert. Auf dem Weg in den Wilden Westen konnte bereits in den vergangenen Jahren festgestellt werden, welche Bereiche bei Hochwasser aktiv sind und wo sich Höchstwasserstandsmarken befinden. Speziell im Südwesten, im Wilden Westen und im Bereich hinter der Dürrenbachquelle liegen große Staubereiche (zwischen ca. 950 bis 1150 m

Seehöhe), die bei Hochwasser bis zu ihrer jeweiligen Überlaufschwelle aufgefüllt wurden.

In den oben angesprochenen Bereichen lag die Besonderheit dieses Hochwassers weniger in der Höhe des erreichten Wasserstandes, sondern vielmehr in der hohen Durchflussmenge und den damit verbundenen Strömungsgeschwindigkeiten. So konnte im gesamten aktiven Verlauf eine teilweise erhebliche Verfrachtung des Feinsandes beobachtet werden. Stellen, wo vorher kaum Feinsande anzutreffen waren, wie z.B. in der unmittelbaren Umgebung des Grünkogelsiphons, sind mit einer dicken Sandschicht bedeckt. An anderen Stellen, wo vorher ebene Flächen von Feinsand waren, sind kolkartige Vertiefungen mit 1 m Tiefe und 1 - 2 m Durchmesser entstanden. Mancherorts wurde der Feinsand fast vollständig abgetragen. Dass dabei natürlich jegliche Befahrungsspuren verschwanden, erklärt sich von selbst. Besonders hervorzuheben ist, dass z.B. in der Echokluft die eingebauten Steighilfen und Seile stark in Mitleidenschaft gezogen wurden. Die außergewöhnlichste und für uns Höhlenforscher wohl unangenehmste Veränderung ergab sich bei der Überführung des Grünkogelsiphons, der einen

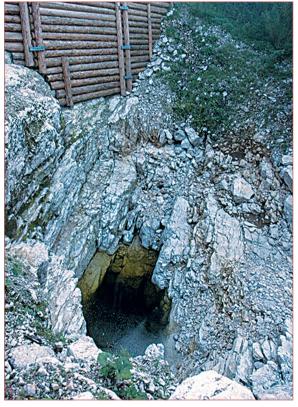


Abb. 3: Der Hirschbrunn bei mittlerem Wasserstand. (Foto: W. Greger)

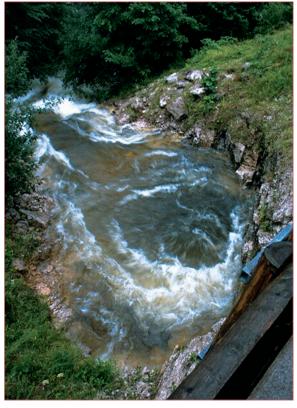


Abb. 4: Der Hirschbrunn beim Hochwasser 1995. (Foto: W. Greger)

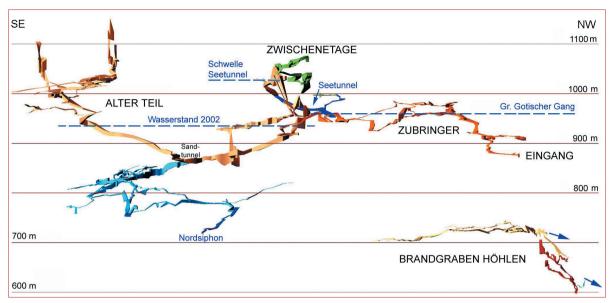


Abb. 5: Aufriss des tagnahen Teils des westlichen Entwässerungssystems mit Rückstaubereichen und wichtigen Überlaufschwellen. (Plan: G. Buchegger)

engen Durchschlupf in einem Sunk darstellt und erst bei der Erforschung freigelegt wurde. Dieser war vollkommen mit Schotter verlegt und mit Wasser gefüllt. Somit konnten die großen Höhlenteile des *Südwestens* nicht mehr begangen werden und wären nur mehr mittels Durchtauchens des "Grünkogelsiphons" erreichbar. Bei einer weiteren Höhlentour im November 2003 konnte aber festgestellt werden, dass der enge Durchschlupf wieder freigelegt wurde, was vermutlich durch Schmelzwasser im Frühjahr 2003 – das sicherlich wesentlich unergiebiger war als das Hochwasser im August 2002 – geschah.

Anders als im *Westen* hat das Hochwasser im *Alten Teil* (Abb. 5) rückstaubedingt eine derart hohe Wasserstandsmarke erreicht, wie sie seit der Entdeckung 1949 nicht beobachtet wurde. Das Wasser flutete den gesamten *Östlichen* und *Westlichen Blocktunnel* bis auf rund 940 m Höhe. Im *Zubringer* befand sich die Marke nur 30 m nach dem ersten Leiternaufstieg (höhlenauswärts), unweit des dort befindlichen Schachtes, der wieder in den *Blocktunnel* hinunterführt. An der östlichen Seite des *Blocktunnels* reichte der Rück-

stau bis nahe an die *August Hödl Halle* heran. Im *Sandtunnel* wurde ein erheblicher Teil des Sandes abtransportiert. Dafür wurde im *Aufsteigenden Lehmtunnel* östlich des *Sandtunnels* eine unterschiedlich dicke Lehmschicht abgelagert, da dieser Bereich eine Rückstauzone ohne jegliche Strömung ist. Auch die *Trümmerhalle* wurde geflutet und aus ihrem Biwak – zum Leidwesen der Höhlenforscher – fast aller Sand weggespült. Zwischen den Gesteinsblöcken im Umfeld des Biwaks kamen auch etliche Ausrüstungsgegenstände zum Vorschein, die mehrere Meter höher, im *Grauen Gang*, an einem vermeintlich sicheren Platz deponiert waren.

Eine kleine, aber nicht unbedeutende Rolle kommt auch dem temporären Siphon im *Grauen Gang* des *Alten Teils* zu, der ca.10 m tief und 50 m lang werden kann und dann den Zugang zu den neuen Teilen der Höhle versperrt. Dieser wird zwar von einem kleinen Gerinne gespeist, aber bei Schneeschmelze oder starken Regenfällen, wenn die Kapazität der *Weihnachtsklamm* überschritten wird, wird auch der *Graue Gang* ein Teil des großen westlichen Entwässerungssystems.

AUSWERTUNG DER HYDROLOGISCHEN DATEN

Nach dem Auftreten eines seltenen Hochwasserereignisses wie jenem in der Hirlatzhöhle im August 2002 stellt sich die Frage, mit welchen Wiederholungszeitspannen für ein solches Ereig-

nis zu rechnen ist (Eggers, 1979). Zur Durchführung hochwasserstatistischer Auswertungen sind langjährige und durchgehende Registrierungen der Wasserstände erforderlich, welche für Höhlengewässer nur in Ausnahmefällen vorliegen. Da die Hirlatzhöhle erst 1949 entdeckt wurde, besteht das Wissen über die Wasserstandsverhältnisse in den einzelnen Höhlenabschnitten nur aus einzelnen sporadischen Informationen anhand vorgefundener Wasserstandsmarken in Rückstaubereichen und hinterlassener Fließspuren. Es handelt sich zwar um glaubwürdige Fakten, die aber nur auf große Hochwässer bezogen sind. Angaben über häufig auftretende Hochwässer fehlen gänzlich, weil dann entweder keine sichtbaren Spuren hinterlassen oder diese nicht erkannt wurden. Außerdem wird ein Großteil der öfters besuchten Höhlenteile durch häufig wiederkehrende Hochwässer gar nicht betroffen. Gebräuchliche Verfahren für die Feststellung von Überflutungshäufigkeiten verwenden spezielle mathematische Verteilungsfunktionen, welche unbedingt eine Gesamtheit der jährlich aufgetretenen Höchststände einschließlich vieler kleiner und unbedeutender Hochwasserspitzen benötigen. Wasserstände sind außerdem nur bedingt für wahrscheinlichkeitsstatistische Untersuchungen geeignet, da gerade bei Höhlengewässern die unterschiedlichen Gangprofile zu Verzerrungen und nicht nachvollziehbaren Beeinflussungen führen. Es sind daher in der Hochwasserstatistik an Fließgewässern - sowohl in Höhlen als auch an der Oberfläche - anstelle der Wasserstände Abflüsse zu verwenden, da diese ein absolutes Maß unabhängig von der Profilgestalt darstellen.

Mangels Wasserstandsbeobachtungen in der Hirlatzhöhle muss für eine ausreichend abgesicherte Beurteilung des Hochwassers im August 2002 auf Pegelbeobachtungen an Oberflächengewässern im weiteren Umkreis der Hirlatzhöhle zurückgegriffen werden. Es kommen dafür die Pegelstellen Waldbachstrub/Waldbach und Obertraun/Traun in Frage, die als staatliche Messstellen von der Unterabteilung Wasserwirtschaft und Hydrographie beim Amt der OÖ. Landesregierung betrieben werden und für die langjährige Abflussreihen vorliegen. Seit 1997 existiert im Rahmen des Ouellmessnetzes zusätzlich eine Beobachtungsstation am Waldbachursprung zur Registrierung der Parameter Wassertemperatur, elektrische Leitfähigkeit und Trübung. Auch am Hirschbrunn wurden in den letzten Jahren diese Parameter aufgezeichnet. Die Pegelbeobachtungen an der Pegelstelle Obertraun/Traun repräsentieren hingegen das gesamte Abflussgeschehen an der oberen Traun und beinhalten auch den starken Wasserrückhalt in den Seen des steirischen Salzkammerguts. Die relativ lange Beobachtungsreihe ab 1909 ist für die Hochwasserstatistik allerdings schwer verwertbar, da beim größten bisher aufgetretenen Hochwasser im Jahr 1920 eine starke künstliche Beeinflussung durch Wehrzerstörungen an Seen und die daraus resultierende Flutwelle entstanden ist. Die Hochwasservergleiche müssen sich daher auf den Pegel Waldbachstrub/Waldbach beschränken, für den eine Beobachtungsreihe ab 1928 mit einer kriegsbedingten Beobachtungslücke in den Jahren 1945 und 1946 vorliegt. Das bekannte Extremhochwasser des Jahres 1920 wurde hier leider noch nicht erfasst.

Das Hochwasser im August 2002 war im gesamten Bundesland Oberösterreich sowie in den benachbarten Gebieten durch einen flächendeckenden Starkregen mit langer Dauer gekennzeichnet. Niederschlagsschwerpunkte lagen im östlichen Mühlviertel und in den Nordstaubereichen der Alpen. Auch das obere Traungebiet mit dem Dachsteinstock gehörte zum außergewöhnlich stark überregneten Gebiet (Godina, 2003). In Tab. 1 sind die täglichen Niederschlagssummen an den staatlichen Niederschlagsmessstellen im inneren Salzkammergut nach vorläufigen Angaben des Hydrographischen Dienstes und der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik zusammengestellt.

Tab. 1: Tägliche Niederschlagssummen Anfang August 2002 in mm.

1.8.	2.8.	3.8.	4.8.	5.8.	6.8.	7.8.	8.8.	9.8.	10.8.	11.8.	12.8.	13.8.
8,9	1,5	17,7	2,3	0,0	65,2	31,9	1,0	0,5	3,1	85,7	46,2	0,4
7,5	0,0	10,0	4,4	1,0	65,3	38,1	1,9	0,3	3,4	101,5	63,0	0,9
7,0	0,2	8,6	5,6	1,1	69,9	33,5	2,0	0,0	5,4	73,1	64,5	0,9
20,0	1,0	13,6	2,0	0,0	41,4	25,0	1,6	0,0	2,0	72,0	48,0	0,0
3,6	0,0	15,1	3,0	0,0	86,5	31,0	2,7	3,1	3,0	88,4	65,6	0,8
	8,9 7,5 7,0 20,0	8,9 1,5 7,5 0,0 7,0 0,2 20,0 1,0	8,9 1,5 17,7 7,5 0,0 10,0 7,0 0,2 8,6 20,0 1,0 13,6	8,9 1,5 17,7 2,3 7,5 0,0 10,0 4,4 7,0 0,2 8,6 5,6 20,0 1,0 13,6 2,0	8,9 1,5 17,7 2,3 0,0 7,5 0,0 10,0 4,4 1,0 7,0 0,2 8,6 5,6 1,1 20,0 1,0 13,6 2,0 0,0	8,9 1,5 17,7 2,3 0,0 65,2 7,5 0,0 10,0 4,4 1,0 65,3 7,0 0,2 8,6 5,6 1,1 69,9 20,0 1,0 13,6 2,0 0,0 41,4	8,9 1,5 17,7 2,3 0,0 65,2 31,9 7,5 0,0 10,0 4,4 1,0 65,3 38,1 7,0 0,2 8,6 5,6 1,1 69,9 33,5 20,0 1,0 13,6 2,0 0,0 41,4 25,0	8,9 1,5 17,7 2,3 0,0 65,2 31,9 1,0 7,5 0,0 10,0 4,4 1,0 65,3 38,1 1,9 7,0 0,2 8,6 5,6 1,1 69,9 33,5 2,0 20,0 1,0 13,6 2,0 0,0 41,4 25,0 1,6	8,9 1,5 17,7 2,3 0,0 65,2 31,9 1,0 0,5 7,5 0,0 10,0 4,4 1,0 65,3 38,1 1,9 0,3 7,0 0,2 8,6 5,6 1,1 69,9 33,5 2,0 0,0 20,0 1,0 13,6 2,0 0,0 41,4 25,0 1,6 0,0	8,9 1,5 17,7 2,3 0,0 65,2 31,9 1,0 0,5 3,1 7,5 0,0 10,0 4,4 1,0 65,3 38,1 1,9 0,3 3,4 7,0 0,2 8,6 5,6 1,1 69,9 33,5 2,0 0,0 5,4 20,0 1,0 13,6 2,0 0,0 41,4 25,0 1,6 0,0 2,0	8,9 1,5 17,7 2,3 0,0 65,2 31,9 1,0 0,5 3,1 85,7 7,5 0,0 10,0 4,4 1,0 65,3 38,1 1,9 0,3 3,4 101,5 7,0 0,2 8,6 5,6 1,1 69,9 33,5 2,0 0,0 5,4 73,1 20,0 1,0 13,6 2,0 0,0 41,4 25,0 1,6 0,0 2,0 72,0	8,9 1,5 17,7 2,3 0,0 65,2 31,9 1,0 0,5 3,1 85,7 46,2 7,5 0,0 10,0 4,4 1,0 65,3 38,1 1,9 0,3 3,4 101,5 63,0 7,0 0,2 8,6 5,6 1,1 69,9 33,5 2,0 0,0 5,4 73,1 64,5 20,0 1,0 13,6 2,0 0,0 41,4 25,0 1,6 0,0 2,0 72,0 48,0

Angaben: Hydrographischer Dienst und Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (mit * gekennzeichnet).

Der Regen am 6. und 7. August verursachte im Abfluss eine Vorwelle und führte zur hohen Abflussbereitschaft des Bodens, welche beim Hauptniederschlag vom 11. zum 12. August den ungewöhnlich raschen Wasseranstieg bewirkte. Die Regendynamik war ebenfalls für die Hochwasserbildung äußerst förderlich, da beim Hauptereignis der über zwei Tage gefallene Niederschlag einen zeitlich konzentrierten Schwerpunkt mit hoher Intensität aufwies.

Aus Abb. 6 ist eindrucksvoll die rasche Reaktion des Waldbachs auf die Niederschläge mit einer Verzögerung von wenigen Stunden ersichtlich. Tatsächlich handelt es sich bei den Hochwasseraustritten aus der Karstquelle Waldbachursprung jedoch nicht zur Gänze um das aktuell gefallene Niederschlagswasser, sondern es werden durch den hydraulischen Impuls des Niederschlagsereignisses auch ältere Wässer aus dem Karstuntergrund miteinbezogen. Dies wird belegt durch den annähernd zeitgleichen Anstieg der elektrischen Leitfähigkeit (als Parameter für die Summe der im Wasser gelösten Stoffe) mit der Quellschüttung an der Quellmessstelle Waldbachursprung.

Die statistische Auswertung der gesamten Beobachtungsreihe (1928 - 2003) an der Pegelstelle Waldbachstrub/Waldbach anhand gebräuchlicher

Verteilungsfunktionen (siehe: Gray, 1970; Schreiber, 1970; Mosonyi, 1979; Kirnbauer, 1981 und Sackl, 1994) ergibt nach Abgleich folgende charakteristische Hochwasserabflüsse:

Tab. 2: Langjährig zu erwartende Hochwasserabflüsse am Waldbach im Echerntal.

1-jährlicher Hochwasserabfluss	23 m³/s
10-jährlicher Hochwasserabfluss	36 m³/s
30-jährlicher Hochwasserabfluss	42 m³/s
100-jährlicher Hochwasserabfluss	50 m³/s

Die größten Hochwässer (über dem 10-jährlichen Hochwasserabfluss, in Klammer die Rangzahl) im Beobachtungszeitraum sind folgende:

Tab. 3: Die bisher größten registrierten Hochwasserabflüsse am Waldbach im Echerntal.

16.07.1949 38,5 m³/s 19.07.1949 40,2 m³/s 13.08.1959 38,0 m³/s 24.07.1966 37,1 m³/s 01.08.1977 38,0 m³/s	(4)
13.08.1959 38,0 m ³ /s 24.07.1966 37,1 m ³ /s 01.08.1977 38,0 m ³ /s	(' /
24.07.1966 37,1 m ³ /s 01.08.1977 38,0 m ³ /s	(3)
01.08.1977 38,0 m³/s	(5)
	(7)
	(6)
27.08.1999 45,5 m ³ /s	(2)
12.08.2002 46,5 m³/s	(1)

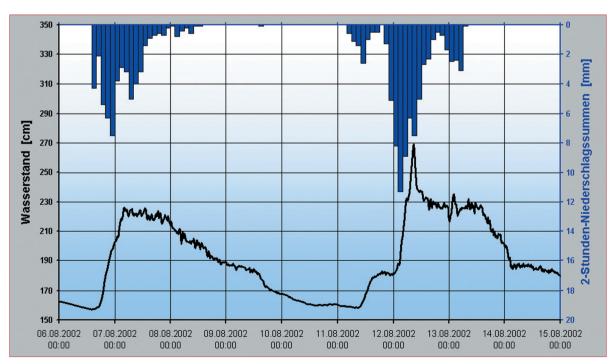


Abb. 6: Niederschlagsverteilung Gosau und Ganglinie Waldbachstrub/Waldbach vom 06.–14.08.2002 im Vergleich.

(Grafik M. Wimmer)

Bei Analyse der Tab. 3 fällt auf, dass die Unterschiede zwischen den einzelnen Hochwässern verhältnismäßig gering sind und dass bereits 1999 ein ähnlich großer Hochwasserabfluss registriert wurde wie 2002. Aus der Hirlatzhöhle sind jedoch für das Hochwasser 1999 keinerlei auffällige Auswirkungen wie beim Hochwasser 2002 bekannt. Die Regendauer war im Jahr 1999 zu kurz und führte durch starke Oberflächenzuflüsse zum hohen Abfluss am Wald-

bach. Das Karstsystem konnte aufgrund der verhältnismäßig kurzen Regendauer sowie wegen der fehlenden Vorüberregnung nicht im selben Ausmaß reagieren. Die relativ geringe Differenz der größten Abflussspitze im Vergleich zu den übrigen Hochwässern ist ein Indiz für den enormen Wasserrückhalt im Karstuntergrund und bietet eine Erklärung für die festgestellten großen Rückstauhöhen in der Hirlatzhöhle.

SCHLUSSFOLGERUNGEN

Aufgrund von Beobachtungen in der *Echokluft*, wo Blöcke mit bis zu 30 cm Durchmesser transportiert wurden, kann man anhand der von Hjulström (1935) aufgestellten Beziehung zwischen Korngröße und für die Bewegung notwendiger Fließgeschwindigkeit schließen, dass Mindestfließgeschwindigkeiten von rund 5 m/s geherrscht haben. Da die Höhe der Wasserstaus in diesem 6 - 20 m breiten und ca. 60 m hohen (genaue Höhe nicht bekannt) Gang nicht bekannt ist, kann man allerdings nichts über den Mindestdurchfluss aussagen.

Die Beobachtungen nach dem Hochwasserereignis lassen darauf schließen, dass die Angaben über das Hochwasser im Jahre 1920 richtig sind: Nach mündlicher Überlieferung soll dabei 4 Stunden lang ein großer Bach aus dem Portal der Hirlatzhöhle geflossen sein. Der Pegelstand des Hallstätter Sees am 8.9.1920 lag damals (gemessen in Hallstatt) 214 cm über dem Normalwasserstand (Wirobal, 1994: 50). Im Vergleich zum jetzigen Mittelwasserstand lag der Höchstwasserstand 2002 188 cm darüber. Aufgrund dieser alten und der aktuellen Beobachtungen ist es durchaus vorstellbar, dass der Eingang zur Hirlatzhöhle bei einem noch größeren Hochwasser zur Karstquelle und somit zum dritten Überlauf des in Meyberg & Rinne (1998) skizzierten Modells zur Entwässerung des Waldbachursprungs wird. Die Überlaufschwelle im Großen Gotischen Gang stellt gemeinsam mit dem Unteren Schlufflabyrinth die höchstgelegenen Schwelle des Zubringers dar und wurde im August 2002 um ca. 20 Höhenmeter nicht erreicht.

Trotzdem ist die Höhe des Rückstaus beachtlich, da die erreichte Marke in ca. 940 m Seehöhe liegt und der unter normalen Bedingungen tiefste bekannte Wasserstand dieses Systems der *Nordsiphon* auf 715 m ist, was eine Wassersäule von rund 225 m ergäbe. Allerdings ist vermutlich die Engstelle in der Wasserklamm als Verursacher für den Rückstau verantwortlich, womit sich immerhin noch 95 m ergeben. Dafür spricht, dass der Gangquerschnitt im Bereich des *Nordsiphons* und der Oberen Brandgrabenhöhle um ein vielfaches größer ist als an dieser Engstelle.

Weitere bekannte Rückstauhöhen in der Hirlatzhöhle sind: 35 m in der *Tiefkarkluft* bis zur Schwelle beim *Fragezeichenbiwak*, 62 m im *Seetunnel*, 70 m im *Wilden Westen* und *Südwesten* zwischen *Wadiland* und *Grünkogelbiwak* (dieser Teil birgt wohl mit Abstand das größte Wasservolumen), 80 m im *Dark Highway* und 100 m vom Siphon *Dosenfrass* im *Donnerbach* bis zur Überlaufschwelle in das Hirschaulabyrinth.

Um für die Zukunft Vergleichsmöglichkeiten zu weiteren Hochwasserereignissen zu schaffen, ist geplant, die Wasserstandsmarken zu markieren. Da solche Großereignisse ohnedies selten sind (ein bis zweimal pro Jahrhundert) wäre das ein langfristiges Projekt, das aber die Möglichkeit bietet, selbst große Hochwässer noch zu dokumentieren, da der Wasserstand im *Alten Teil* der Hirlatzhöhle eine gute Beobachtungsmöglichkeit bietet.

Die Auswertung der hydrologischen Daten ergibt, dass der Spitzenabfluss beim Hochwasser am 12.08.2002 am Waldbach anhand der durchgeführten hochwasserstatistischen Untersuchung als Ereignis mit einem Wiederkehrintervall von 50 – 60 Jahren einzustufen ist. Als zumindest ebenso seltenes Ereignis ist die Hochwasserführung in der Hirlatzhöhle einzuschätzen. Zu einer Einstufung in einem ähnlichen Zeitrahmen führte die Untersuchung der Rettenbachhöhle (1651/1) bei

Windischgarsten, wobei dort als Vergleich langjährige Datenreihen für die Höhlengewässer zur Verfügung standen (Wimmer, 2004). Das Extremhochwasser vom September 1920 ist vermutlich in der Hirlatzhöhle deutlich größer gewesen als jenes im Jahr 2002 und wird analog wie an der oberen Traun einem mindestens hundertjährlichen Ereignis entsprechen.

Die Wetterkapriolen der vergangenen Jahre (Hochwasser 2002, außergewöhnliche Sommerhitze und Trockenperiode 2003) haben die große klimatische Schwankungsbreite aufgezeigt. So wurde festgestellt, dass der Rückstau der

Tiefkarkluft im Jahr 2003 nicht einmal die Säulenhalle erreicht hat. Anfang der neunziger Jahre wurde auf der Seite des Fragezeichens sogar im November ein höherer Wasserstand beobachtet. Vor allem die schnellen Änderungen der Witterungsverhältnisse werden es nötig machen, bei Höhlentouren zukünftig ein größeres Augenmerk auf die Wetterprognose zu richten. Damit verbunden sind natürlich auch die verschiedensten Beobachtungen in der Höhle. Wichtig wird es auch sein, diese schriftlich und fotografisch festzuhalten, um später Vergleichsmöglichkeiten zu haben.

LITERATUR

- Buchegger, G. & Greger, W. (Red., 1998): Die Hirlatzhöhle im Dachstein. Hallstatt (ARGE Hirlatzhöhlenbuch).
- Eggers, H. (1979): Der Einfluss seltener Ereignisse bei der Bestimmung der Hochwasserwahrscheinlichkeit. – Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau und Kulturtechnik, Nr. 167, Karlsruhe (Universität Fridericiana).
- Godina, R., Lalk, P., Lorenz, P., Müller, G. & Weilguni, V. (2003): Die Hochwasserereignisse im Jahr 2002 in Österreich. Mitteilungsblatt des Hydrographischen Dienstes in Österreich, Nr. 82: 1-39.
- Gray, D. (1970): Handbook on the Principles of Hydrology, Section XII, Statistical Methods. – New York (National Research Council of Canada).
- Hjulström, F. (1935): The morphological activity of rivers as illustrated by river Fyris. Bulletin of the Geological Institute Uppsala, 25.
- Kirnbauer, R. (1981): Zur Ermittlung von Bemessungshochwässern im Wasserbau. Wiener Mitteilungen Nr. 42, Wien (Institut für Hydraulik, Gewässerkunde und Wasserwirtschaft, Techn. Univ. Wien).
- Meyberg, M. & Rinne, B. (1998): Tauchen in der Hirlatzhöhle. – In: Buchegger, G. & Greger, W. (Red.): Die Hirlatzhöhle im Dachstein. – Hallstatt (ARGE Hirlatzhöhlenbuch).
- Mosonyi, E. (1979): Empfehlung zur Berechnung der Hochwasserwahrscheinlichkeit. – Regeln zur

- Wasserwirtschaft, Nr. 101, Bonn (Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V.).
- Pavuza, R. (2000): Einige neue Daten zum Quellsystem Kessel-Hirschbrunn. – Höhlenkundliche Vereinsinformation des Verein für Höhlenkunde Hallstatt-Obertraun. 22: 21-25.
- Sackl, B. (1994): Ermittlung von Hochwasser-Bemessungsganglinien in beobachteten und unbeobachteten Einzugsgebieten. – Schriftenreihe zur Wasserwirtschaft Nr. 13, Graz (Institut für Hydromechanik, Hydraulik und Hydrologie, Techn. Universität Graz).
- Schreiber, H. (1970): Über Methoden zur Berechnung der n-Jährlichkeit von Hochwässern. - Österr. Wasserwirtschaft, 22: 138-153.
- Völkl, G. (1998): Die Hirlatzhöhle als Fenster zu den karsthydrologischen Vorgängen im Inneren des Dachsteins. – In: Buchegger, G. & Greger, W. (Red.): Die Hirlatzhöhle im Dachstein. – Hallstatt (ARGE Hirlatzhöhlenbuch).
- Wirobal, H. K. (1994): Chronik wichtiger Klima- und Naturereignisse. – Jubiläumsjahr 1994, Musealverein Hallstatt
- Wimmer, M. (2004): August-Hochwasser 2002 beendet das hydrographische Messprogramm in der Rettenbachhöhle. – Mitteilungen d. Landesvereines für Höhlenkunde in Oberösterreich, 50(1): 22-26.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Die Höhle

Jahr/Year: 2004

Band/Volume: 055

Autor(en)/Author(s): Greger Walter, Seethaler Peter, Wimmer Maximilian

Artikel/Article: Die extreme Hochwassersituation Anfang August 2002 in der Hirlatzhöhle (1546/7), im Vergleich mit hydrographischen Daten des Dachsteingebietes 3-11