



Höhlen und Karst in Österreich

Christoph Spötl

Lukas Plan

Erhard Christian



Mittelsteirischer Karst

Ralf BENISCHKE, Heinrich KUSCH & Thomas WAGNER

Abstract: Central Styrian Karst. — This green karst is one of the major karst regions of Styria and belongs to the Palaeozoic of Graz. More than 900 caves have been discovered in the last two centuries, in particular near Graz, Peggau, Mixnitz, Weiz and Köflach. Most of the caves in the area are rather small and presumably remnants of former larger systems, whereby exploration is hindered by sediment blockage or constrictions. Two caves, however, are around 5 km long, i.e. Lurgrotte between Peggau and Semriach, and Drachenhöhle near Mixnitz. Both are multi-level caves that formed in response to the incision of the river Mur and its tributaries. Three show caves, Lurgrotte, Katerloch and Grasslhöhle, are among the most prominent dripstone caves of Austria. Lurgrotte was also one of the first caves in the world where dye tracing was applied to better understand groundwater flow. The study of speleothems and other cave sediments in the Central Styrian Karst has contributed to a better understanding of landscape and climate evolution. Another important aspect of this karst region has been the discovery of artefacts in some of the caves, which provide important insights into the presence of humans since Palaeolithic times.

Der Begriff des Mittelsteirischen Karsts wurde von Bock (1913) geprägt. Er bezeichnete damit die Karstlandschaften, die im Westen, Norden und Osten durch das Steirische Randgebirge (Koralpe, Packalpe, Stubalpe, Gleinalpe, Fischbacher Alpen und Wechsel) begrenzt sind, sowie drei Randgebiete, nämlich die Umrahmung des Köflacher Beckens, den Plabutsch-Buchkogelzug und den Wildoner Schlossberg südlich von Graz, einschließlich des östlich der Mur von Nord nach Süd streichenden Zuges zwischen Graz und Wildon, sowie als isoliertes Karstareal den Bereich des Sausal. Die beiden letzten Vorkommen werden hier aufgrund ihrer untergeordneten Bedeutung nicht behandelt.

Das Grazer Bergland – das Kerngebiet des Mittelsteirischen Karsts – umfasst mehrere Gebirgsgruppen. Dazu gehören im Westen der Landeshauptstadt der Plabutsch-Buchkogelzug, das Köflacher Becken und seine Umrahmung sowie das Becken von Gratkorn und Rein bis zum Schiffall gegenüber dem Röthelstein bei Mixnitz. Im Stadtgebiet von Graz zählt dazu der Schlossberg. Von Graz folgen auf der Ostseite die Mur flussaufwärts der Tannebenstock, der daran anschließende Abschnitt bis zum Hochlantsch (mit 1720 m der höchste Punkt des Mittelsteirischen Karsts) mit seiner Nordbegrenzung im Breitenauer Graben, die weitere Umrahmung des Passailer Beckens mit der Schöcklgruppe (Schöckl 1445 m; alternative Schreibweise: Schöckel) und das Weizer Bergland. Nach Süden und Südosten wird das Grazer Bergland vom Grazer Becken und dem oststeirischen Hügelland begrenzt. Hauptverfluter des Gebietes ist die von Nord nach Süd den Mittelsteirischen Karst in eine West- bzw. Osthälfte tei-

lende Mur. Der Ostteil mit dem Weizer Bergland entwässert in die Raab (Abb. 1).

In dem Gebiet, das sich mehr als 50 km von Ost nach West und rund 40 km von Nord nach Süd erstreckt, sind derzeit über 900 Höhlen bekannt (Abb. 2). Allein im mittleren Murtal, zwischen Graz und Mixnitz, sind in bis zu sechs Horizonten („Landschaftsniveaus“) über 500 Höhlen beiderseits des Murverlaufes registriert, wovon mehr als 300 in der näheren Umgebung von Peggau und Semriach liegen. Im Weizer Bergland, insbesondere in der Raab- und Weizklamm, sind über 250 Höhlen bekannt. Der Rest verteilt sich auf den Raum Mixnitz, Köflach und Umgebung sowie den Plabutsch-Buchkogelzug und die isolierten Vorkommen des Wildoner Berges. Die größten Höhlen liegen in unmittelbarer Nähe der Orte Mixnitz, Peggau und Weiz. Überregional sind jedoch nur sechs Höhlen bedeutend, die auch in der Literatur immer wieder aufscheinen: die **Lurgrotte** zwischen Peggau und Semriach, die **Drachenhöhle** bei Mixnitz, das **Katerloch** und die **Grasslhöhle** bei Weiz, sowie die **Große Badlhöhle** und die **Repolusthöhle** bei Peggau. Die längsten und tiefsten Höhlen des Gebietes sind in Tabelle 1 und 2 aufgelistet. In vielen Höhlen des Mittelsteirischen Karsts sind eindrucksvolle Sinter- bzw. Tropfsteinformen zu finden, deren Datierung weiterführende Informationen über die Höhlen- und Landschaftsentwicklung bietet (siehe Spötl & Boch, Seite 155 in diesem Band).

Geologische Übersicht

Während das Steirische Randgebirge aus vorwiegend silikatischen Kristallingesteinen aufgebaut ist, sind als

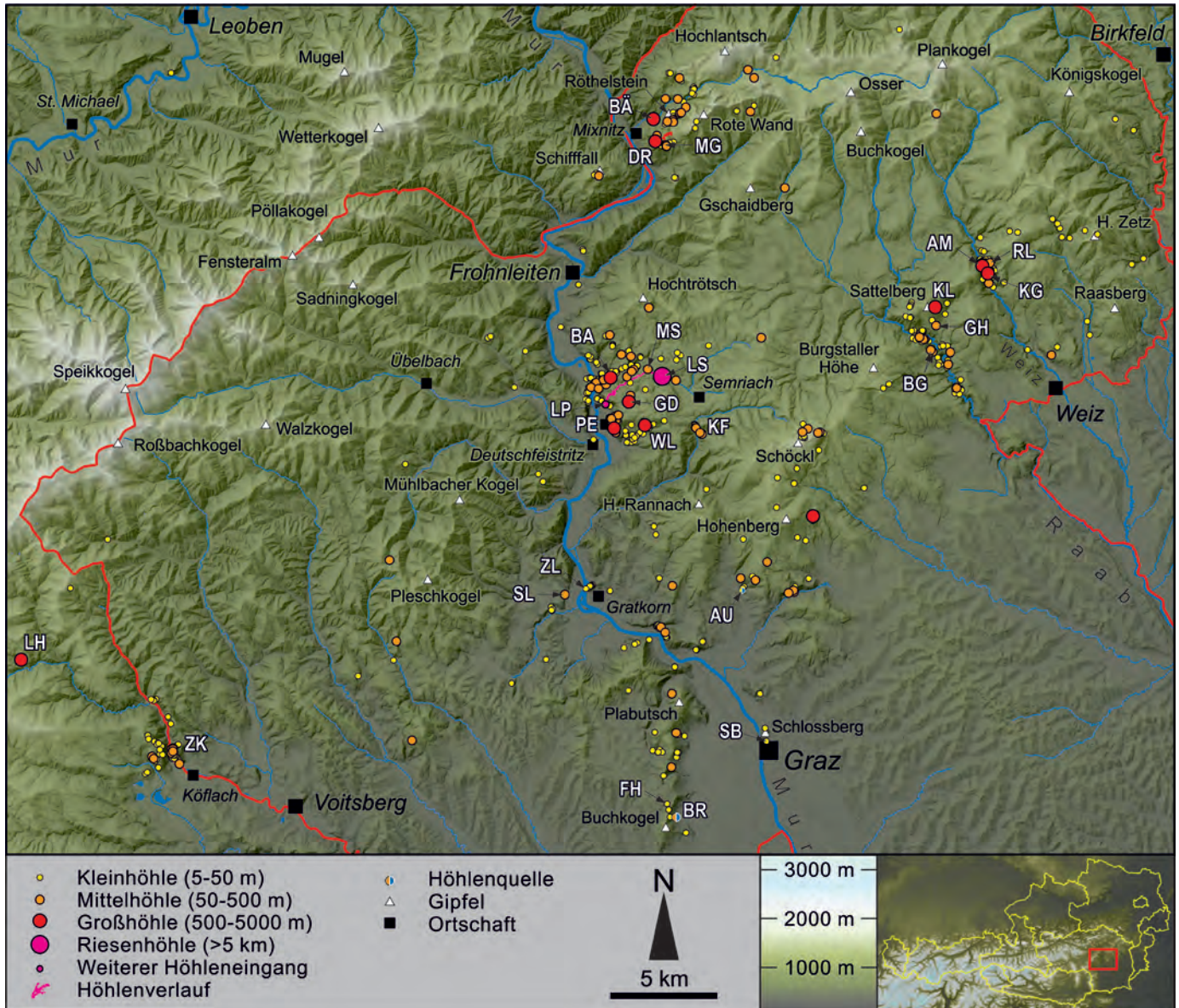


Abb. 2: Überblick über die Höhlen im Mittelsteirischen Karst (rote Linie). AM..Adolf-Mayer-Höhle, AU..Andritz-Ursprung, BA..Große Badlhöhle & Repolusthöhle, BÄ..Bärenloch, BG..Bärenhöhle & Gelbe Grotte, BR..Bründlhöhle, DR..Drachenhöhle, FH..Felliehofhöhle, GD..Gessmannndoline, GH..Grasslhöhle, KF..Kesselfall (Frauenhöhle, Leopoldinengrotte), KG..Klementgrotte, KL..Katerloch, LH..Leitnerhöhle, LP..Lurgrotte/Peggau, LS..Lurgrotte/Semriach & Blasloch, MG..Mathildengrotte, MS..Moosschacht, PE..Peggau (Hammerbach-Ursprung und Peggauer-Wand-Höhlen), RL..Rabllöcher, SB..Schlossberghöhle, SL..Schneiderloch, WL..Wildemannloch, ZK..Zigöllerkogel (Heidentempel, Ochsenloch, Zigöllerkogelhöhle), ZL..Zigeunerloch.

Fig. 2: Overview of caves in the Central Styrian Karst (red line).

Höhlendaten/cave data: LVHK Stmk; Höhenmodell/elevation model: Steiermärkische Landesregierung; Gewässer/water bodies: Open Street Maps; Zeichnung/drawing: Lukas Plan & Harald Bauer.

Kanzelkalken treten in ihrer Bedeutung für den Karst weit zurück. Die höhlenreichsten Gebiete liegen in den Schöckelkalken des Peggau-Semriacher-Gebietes sowie der Raab- und der Weizklamm und an zweiter Stelle in den Hochlantschkalken des Röthelsteinzuges bei Mixnitz (Gasser et al. 2010).

Die Interpretation der Tektonik des Mittelsteirischen Karsts erfuhr im Laufe der geologischen Forschungsgeschichte dieses Raumes mehrfachen Wandel. Nach Gasser et al. (2010) besteht eine Zweigliederung in ein

unteres Deckensystem mit den Schöckelkalken und in ein oberes mit den Hochlantschkalken. Beide Deckensysteme bestehen aus verkarsteten Gesteinsfolgen und unterlagernden Gesteinen der Kalkschieferfazies als relative Wasserstauer. Für die Höhlenbildung und den Verkarstungsprozess im Mittelsteirischen Karst stellen diese tektonischen Einheiten mit ihren Bruchsystemen die Grundlage dar. Jüngere tektonische Bewegungen, die bestehende Höhlen beeinflusst haben, sind bis auf eine Beobachtung aus der **Lurgrotte** nicht bekannt (Maurin in Benischke et al. 1994).

Tabelle 1: Die längsten Höhlen des Mittelsteirischen Karsts. Besonders geschützte Höhlen sind mit * gekennzeichnet (Sh..Seehöhe des Haupteingangs, L..Länge, H..Höhenunterschied; Stand Oktober 2015).

Table 1: Longest caves in the Central Styrian Karst. Specially protected caves are marked with * (Sh..elevation of main entrance above sea level, L..length, H..vertical difference; as of October 2015).

Name	Kat. Nr.	Sh [m]	L [m]	H [m]
1. Lurgrotte *	2836/1	640	5975	273
2. Drachenhöhle *	2839/1	947	4815	246
3. Katerloch *	2833/59	920	1500	133
4. Bärenloch *	2839/2	530	1158	60
5. Große Badlhöhle *	2836/17	495	910	54

Tabelle 2: Die tiefsten Höhlen des Mittelsteirischen Karsts. Erklärungen siehe Tabelle 1.

Table 2: Deepest caves in the Central Styrian Karst. Explanation see Table 1.

Name	Kat. Nr.	Sh [m]	L [m]	H [m]
1. Lurgrotte *	2836/1	640	5975	273
2. Drachenhöhle *	2839/1	947	4815	246
3. Katerloch *	2833/59	920	1500	133
4. Wildemannloch *	2836/27	705	580	118
5. Gessmannndoline *	2836/6	750	700	107

Allgemeine Charakteristik der Landschaften

Generell weist der Mittelsteirische Karst aufgrund seiner Höhenlage eine fast geschlossene Bedeckung mit entsprechender Bodenbildung und Vegetation auf, sodass von einem Grünkarsat gesprochen werden kann. Wegen seiner Position am Südostrand des Alpenbogens lag der Mittelsteirische Karst außerhalb der quartären Vereisungsgebiete und wurde daher nicht von Gletschern überprägt, was ihn von den Karstgebieten der Nördlichen Kalkalpen erheblich unterscheidet.

Oberflächenformen werden lokal durch intensive Dolinenbildung dominiert, wie z.B. im Bereich der Tanneben zwischen Peggau und Semriach (siehe Plan, Seite 28 in diesem Band) oder im Bereich der Südabdachung des Schöcklgebietes. Vormair (1940) stellte fest, dass Dolinen überwiegend im Schöckelkalk auftreten, Großformen mit mehr als 10 m Durchmesser sogar zu rund 75 %.

Die Höhenverteilung der Großformen zeigt deutlich, dass mehr als die Hälfte der untersuchten Dolinen des Grazer Berglandes in einem Intervall zwischen 660 und 780 m Höhe liegen, sodass auf einen Zusammenhang mit entsprechenden Landschaftsniveaus geschlossen wurde. Eine Bindung der Dolinen an darunterliegende Höhlen, wie sie z.B. bei der **Lurgrotte** angenommen wurde, deckt sich nur teilweise mit den Geländebefunden. Gleichwohl ist ein entsprechender karsthydrographischer Zusammenhang offensichtlich, wie hydrogeologische Detailuntersuchungen ergeben haben (Maurin 1975).

Es ist umstritten, inwieweit größere Tallandschaften wie das Thaler und das Reiner Becken westlich der Mur oder die Becken von Semriach und Passail östlich der

Mur ursprünglich Großformen der Verkarstung waren, ähnlich den Poljen im dinarischen Karst. Blindtäler wie im klassischen Karst der Dinariden sind nur vereinzelt angedeutet, wie etwa in kleinen Bereichen auf der Hochfläche der Tanneben oder ausgeprägter aber überformter im Lurkessel unmittelbar vor der **Lurgrotte** Semriach sowie im Köflacher Becken (Maurin 1975).

Karsthydrographische Übersicht

Relativ früh setzte die Erforschung der karsthydrographischen Zusammenhänge im Mittelsteirischen Karst ein. Besonderes Interesse erfuhr die **Lurgrotte**, von der schon mindestens seit dem 17. Jahrhundert angenommen wurde, dass zwischen den beiden Höhlenteilen in Semriach und in Peggau ein Zusammenhang besteht (Clobuccharich 1601-1605). Ein Nachweis war bis zum Beginn des 20. Jahrhunderts aus methodischen Gründen nicht möglich und nur indirekt aus der Beurteilung des Triftgutes aus dem im Semriacher Teil versinkenden Lurbach und den vermuteten Wiederaustritten im **Hammerbach-Ursprung** und im **Schmelzbach** in Peggau zu erschließen. 1927 erfolgte ein erster Markierungsversuch (Kyrle 1928), dessen Anlage und Interpretation heutigen Kriterien nicht entsprechen würde. 1952 gelang es erstmals, den Zusammenhang zwischen den beiden Höhlenteilen zweifelsfrei nachzuweisen (Maurin 1975). In weiterer Folge entwickelte sich das Gebiet der Tanneben mit dem Lurbachsystem zu einem der karsthydrographisch bestuntersuchten österreichischen Karstgebiete (Benischke & Harum in Benischke et al. 1994); es dient bis heute als Testgebiet zur Entwicklung neuer karsthydrographischer Untersuchungsmethoden.

Auch unmittelbar westlich von Graz, im Plabutsch-Buchkogelzug, der in seiner gesamten Längserstreckung vom etwa 10 km langen Plabutsch-Autobahntunnel durchzogen wird, wurden die unterirdischen Fließwege untersucht. Dabei zeigte sich ein Zusammenhang zwischen den auf der Westseite des Berges im Bereich Felferhof versinkenden Wässern und der **Bründlhöhle** auf der Ostseite. Auch dieses Gebiet war zeitweise Schwerpunkt für Untersuchungen zur Entwicklung neuer karsthydrographischer Methoden, insbesondere der Markierungstechnik unterirdischer Wässer (Maurin 1975).

Umfangreiche karsthydrogeologische Untersuchungen mit Markierungsversuchen („Färbeversuche“) wurden bei der Erkundung von Einzugsgebieten für Wasserversorgungen durchgeführt, z.B. im Köflacher Raum (Maurin 1975) und im Weizer Bergland (Benischke & Strobl 2010). So konnten großräumige hydrologische Zusammenhänge zwischen den für die Wasserversorgung der Stadt Weiz genutzten Karstquellen im Süden und dem Nordrand des Weizer Berglandes nachgewiesen werden.

Neben den höhlenkundlichen Forschungen im Röchelstein-Hochlantschzug erfolgten auch karsthydrogeologische Untersuchungen zur Entwässerung der Teichalm über die touristisch bekannte Bärenschützklamm und den Zusammenhang mit dem **Bärenloch** bzw. der darunter austretenden Karstquelle des Kaskadenfalls (Stadler 1991).

Wenn auch zahlreiche Fragen der unterirdischen Entwässerung der mittelsteirischen Karstgebiete geklärt werden konnten, so bleiben immer noch viele Fragen offen, wie z.B. zur Entwässerung des Schöcklgebietes mit der großen Karstquelle des **Andritz-Ursprungs** am Nordrand des Stadtgebietes von Graz.

Forschungsgeschichte der Höhlen

Auf erste Spuren von Höhlenbefahrungen, die bis in die Altsteinzeit zurückreichen, und die besondere Bedeutung der Region für die Urgeschichte geht Kusch (Seite 285 in diesem Band) ein.

In der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts erwachte erstmals wissenschaftliches Interesse an Höhleninhalten, wie dies die erste Grabung in der **Großen Badlhöhle** durch Ferdinand Freiherrn von Thinnfeld im Jahre 1837 belegt. Damals wurden Höhlen aus einem verklärten und romantisierenden Zeitgeist heraus von vielen Menschen touristisch aufgesucht. Dokumentiert hat dies Josef Kuwasseg in den Jahren 1841-1850, der 112 Lithographien über die Steiermark anfertigte, darunter über die **Lurgrotte**, die **Drachenhöhle** und das **Katerloch**.

Rund 100 Jahre nachdem der Hofmathematiker Joseph Anton Nagel im Jahre 1747 im Auftrage von Kaiser Franz I. bereits einige steirische Höhlen untersucht und beschrieben hatte, berichtete Mathias Macher, ein k.k. Bezirks- und Gerichtsarzt aus Stainz, im Jahre 1858 über Naturmerkwürdigkeiten in der Steiermark und führte 79 Höhlen in der damaligen Steiermark an, davon 17 im Mittelsteirischen Karst. 1885 hatte Josef Andreas Janisch in seinem Topographisch-Statistisches Lexikon von Steiermark immerhin schon über 100 Höhlen, davon 28 im Mittelsteirischen Karst, aufgelistet.

Gegen Ende des 19. Jahrhunderts kam es in der Donaumonarchie zur Bildung von höhlenkundlichen Interessensgemeinschaften. Dazu gehörte auch das 1871 in Graz gegründete *Komitee für die wissenschaftliche Durchforschung der Steiermark* im Rahmen des *Naturwissenschaftlichen Vereins für Steiermark*. Diesem gehörten die wichtigsten Persönlichkeiten der damaligen steirischen Höhlenforschung an. Zur gleichen Zeit erschien auch eine der ersten als wissenschaftlich zu qualifizierenden Arbeiten über einige Höhlen bei Peggau und die **Drachenhöhle** von Gundaker Graf Wurmbrand, dem späteren

Landeshauptmann der Steiermark (Wurmbrand 1871). Dass ein steirischer Landeshauptmann Prähistoriker und Höhlenforscher war, erwies sich in der Folgezeit als günstig für die Erforschung von Höhlen in diesem Raum. Das erwähnte Komitee bestand nur etwas über zwei Jahre, dann wurde es als *Section für Höhlenkunde* dem Österreichischen Touristen-Club angeschlossen, später dann in die *Section für Naturkunde* eingegliedert.

Angeregt durch die großen Entdeckungen im slowenischen Karst gründete man vorerst inoffiziell im Jahr 1891 in Graz die *Gesellschaft für Höhlenforschungen in Steiermark* (1893-1907). Unter dem Obmann Josef Fasching gelang ein Forschungserfolg nach dem anderen, was den „Vater der Höhlenforschung“ in der Steiermark, Gundaker Graf Wurmbrand, veranlasste, die „kühnen Männer“ tatkräftig zu unterstützen. Im selben Jahr wurde auch der Geselligkeitsverein *Die Schöckelfreunde* gegründet, der sich der Erforschung von Höhlen in der Umgebung von Graz widmete (1893-1903). Dass zwei Vereine mit gleichen Interessen nebeneinander bestanden, die aus persönlichen Differenzen einzelner Personen gegründet wurden, führte schließlich dazu, dass in der Folge das Ansehen beider Vereine sank. Dennoch geschah in dieser Zeit sehr viel im Raum von Graz und Umgebung. Von der *Gesellschaft für Höhlenforschungen* wurden 16 Höhlen entdeckt und zehn altbekannte erforscht. Von 1891-1896 forschte man insgesamt 84 Tage in Höhlen.

Bereits 1893 erkundeten Mitglieder der *Gesellschaft für Höhlenforschungen in Steiermark* und der *Schöckelfreunde* neue Teile der **Lurgrotte**. Sie untersuchten die Eingangsbereiche von Peggau und Semriach, fanden jedoch nicht den Weg ins Innere des Berges. Am 1.4.1894 drangen fünf Höhlenforscher in der Semriacher **Lurgrotte** rund 70 m vom Eingang entfernt durch einen neben dem Bachbett befindlichen Schluf bis zu einem Kamin vor, der in zwei große Hallen führte. Am 15.4. gelang es vier Mitgliedern der *Gesellschaft für Höhlenforschungen* einen weiteren Schluf freizulegen, wobei erstmals der *Große Dom* erreicht wurde. Ein Bericht vom 17.4.1894 im Grazer Tagblatt über die Neuentdeckungen war der Auslöser für eine Verkettung von Handlungen, die letztlich zur weltweit bekannt gewordenen Lurgrottenkatastrophe führten, bei der sieben Höhlenforscher wegen der Überflutung des Eingangsschlufs eingeschlossen wurden und in einer aufwendigen Rettungsaktion erst nach fast 10 Tagen gerettet werden konnten (Weissensteiner in Benischke et al. 1994).

Im Nachhinein betrachtete man die Höhlenforscher als touristisch minder Geübte, die einer Sonn- und Feiertagsbeschäftigung nachgingen. Dennoch gelangen den

Abb. 3: Der Riese, eine gewaltige Tropfsteinbildung in der Lurgrotte Semriach.

Fig. 3: The Giant, a huge dripstone formation in Lurgrotte Semriach.
Photo: Heinrich Kusch.



Mitgliedern beider Vereine in den letzten Jahren des 19. Jahrhunderts bedeutende Entdeckungen im Grazer Bergland. Durch die *Gesellschaft für Höhlenforschungen in Steiermark* wurden die Schöckelhöhlen und das **Katerloch** bei Weiz untersucht sowie das **Wildemannloch** auf der Tanneben bei Peggau erforscht. Im Dezember 1899 öffnete man auf der Hochfläche der Tanneben die **Gessmannndoline** und gelangte in eine 107 m tiefe und rund 700 m lange Tropfsteinhöhle. In der **Lurgrotte** Semri-

ach drangen Mitglieder der *Schöckelfreunde* im Jahre 1905 rund 2 km weit vor (Weissensteiner in Benischke et al. 1994).

Im *Steirischen Höhlenklub*, einer Sektion (1906-1927) des Österreichischen Touristenklubs, war auch der vorher den *Schöckelfreunden* angehörige Zimmer- und Dekorationsmaler Adolf Mayer sen. tätig. Durch seine großartigen Ölmalereien aus der **Lurgrotte** und anderen Peggauer Höhlen und durch seine Forschungen und Erschließungsarbeiten in der **Lurgrotte** Peggau wurde er sehr bekannt. Im Jahr der Auflösung der *Gesellschaft für Höhlenforschungen* gründete man 1907 den *Verein für Höhlenkunde in Graz*, der bis 1923 in der Landeshauptstadt seinen Sitz hatte. Gründungsmitglied dieses Vereins war der Kulturingenieur Hermann Bock, der mit Lichtbildvorträgen neue Zielgruppen ansprach. Nach zwei Jahren hatte dieser Verein viele Mitglieder, darunter auch Wissenschaftler und Forscher aus anderen Bundesländern. Dies hatte zur Folge, dass das vorerst regionale Arbeitsgebiet von Graz-Umgebung auf das Mürztal und den Semmering und später auf ganz Österreich ausgedehnt wurde. In dieser Zeit gab es einen neuen Aufschwung in der Forschung; vor allem in der **Lurgrotte** wurde wieder weitergeforscht (Abb. 3). Bis zum Jahre 1908 wurde von Semriach aus kilometerweit in die Höhle vorgedrungen, bei der **Siegeshalle** versperrte jedoch ein Siphon den Weiterweg. Man versuchte zu dieser Zeit auch auf der Peggauer Seite in die **Lurgrotte** zu gelangen. Hier wurde 1906 der **Erste Siphon** im Peggauer Teil übertunnelt, wonach auch auf dieser Seite mit dem Ausbau zu einer Schauhöhle begonnen wurde. Auch erfolgten zahlreiche Neuentdeckungen von Höhlen. Durch die Gründung von insgesamt sechs Sektionen in den Ländern der Monarchie wurde der Verein schließlich in *Verein für Höhlenkunde in Österreich* umbenannt.

Der Erste Weltkrieg unterbrach die Forschungstätigkeit in den steirischen Vereinen. Durch die schlechte wirtschaftliche Lage Österreichs wurde im Jahre 1917 von staatlicher Seite eine Kommission unter der Leitung des k.k. Ackerbauministeriums geschaffen, die sich mit der wirtschaftlichen Nutzbarkeit von Höhleninhalten beschäftigte und unter anderem die Beschaffung von phosphathaltigen Ablagerungen als Phosphatdüngerersatz zum Ziel hatte (Abel & Kyrle 1931). Daraufhin wurde in Peggau eine „Staatliche Höhlenbau-Leitung“ geschaffen und man begann in Höhlen der Peggauer Wand, in der **Großen Badlhöhle** und der **Drachenhöhle** bis zum Jahre 1923 tonnenweise Sedimente abzubauen.

Im Grazer Bergland gelang im Jahre 1924 in der **Lurgrotte** Peggau (Abb. 4) der Stollendurchbruch zur **Siegeshalle**, sodass die Höhle jetzt durchgehend befahren



Abb. 4: Eingang der Lurgrotte bei Semriach, im Winter.

Fig. 4: Entrance of Lurgrotte at Semriach, in winter.
Photo: Lukas Plan.

werden konnte. Die erste Durchquerung von Semriach nach Peggau erfolgte jedoch erst am 13.2.1935, wofür man 18 Stunden benötigte.

Im Grazer Bergland arbeitet seit Jahrzehnten der *Landesverein für Höhlenkunde in der Steiermark* (Graz) an einer umfassenden Bestandsaufnahme der Höhlen. Im letzten halben Jahrhundert konnten fast 600 neue Höhlen registriert werden. 1995 wurde die Bestandsaufnahme der Höhlen in der Weizklamm vorläufig abgeschlossen und es wurde begonnen, die Höhlen der Raabklamm systematisch zu bearbeiten. In der **Drachenhöhle** wurde seit den 1970er Jahren über 3,7 km Neuland von Gruppen aus Graz, Langenwang und St. Lorenzen erforscht und vermessen und eine Länge von rund 4,9 km und eine Tiefe von 250 m erreicht. Bei Semriach nahe der **Lurgrotte** gelang es einer Grazer Gruppe, 1990 das **Blasloch** und 2002 eine weitere großräumige Höhle, den **Moosschacht**, aufzufinden. Auch die Forschungen in der **Lurgrotte** wurden weitergeführt.

Seit 1986 wurden in elf Höhlen des Peggauer Raumes archäologische und paläontologische Ausgrabungen, Revisionen von Altgrabungen und Sondierungen (u.a. **Große Peggauer-Wand-Höhle**, **Lurgrotte**, **Moosschacht**, **Repolusthöhle**) durchgeführt (Fuchs 1989, Fladerer & Fuchs 1992, Kusch 1996).

Hydrogeologische und geologische Untersuchungen in Höhlen erfolgen seit Jahrzehnten durch Grazer Geologen und Hydrogeologen, Detailuntersuchungen und Datierungen an Höhlensintern durch Geologen der Universität Innsbruck. Eine lange Tradition haben auch die Fledermauszählungen in ausgesuchten Höhlen des Mittelsteirischen Karsts, die von Höhlenforschern aus der Steiermark und Mitarbeitern des Naturhistorischen Museums in Wien jährlich durchgeführt werden.

Höhlen in Graz und Umgebung

Im Zentrum der Landeshauptstadt Graz liegt der Schlossberg, eine isoliert dastehende Erhebung aus Dolomit, dessen Siedlungsgeschichte weit zurückreicht. An der Basis befand sich einst der Eingang zur **Schlossberghöhle**, die einen südwestlich gelegenen Felssporn durchzieht. Auf diese Höhle stieß man erstmals 1882 bei Hausrenovierungsarbeiten. Der Eingang wurde in der Folge zugemauert und sie geriet in Vergessenheit. Als man im 2. Weltkrieg Zivilschutzstollen in den Berg trieb, sprengte man die Höhle an. Bei der folgenden Erforschung wurde sie auf rund 30 m Länge vermessen. Es wurden ein Steintisch, Gefäßscherben und zwei frühmittelalterliche Töpfe gefunden, welche die frühe Anwesenheit von Menschen belegen (Maurin 1949).

Rund 130 Höhlen sind in den Kalkbergen um Graz zu finden, so im Plabutsch-Buchkogelzug sowie im Norden



Abb. 5: Westabbrüche des Tannebenstocks im Murtal bei Peggau. Ansicht der über 200 m hohen Peggauer Wand, in der sich etwa 100 Höhlen befinden.

Fig. 5: Western precipices of the Tanneben massif in the Mur valley near Peggau. View of the 200 m-high Peggauer Wand which hosts more than 100 caves. Photo: Heinrich Kusch.

von Andritz über den Kesselfall bis hin zum Schöckl. Vor und unmittelbar nach dem Zweiten Weltkrieg wurden Höhlen manchmal auch kurzfristig als Wohnplätze ausgebaut, wie dies auf dem Plabutsch, in Gratkorn und bei Peggau der Fall war. Von größerem höhlenkundlichen Interesse sind die Höhlen des Schöckl und seiner näheren Umgebung (Weissensteiner 1982). Es handelt sich überwiegend um kluftgebundene Schachthöhlen mit Tiefen zwischen 50 und 100 m, aber es gibt auch einige Höhlen mit über 100 m Ganglänge. Mehrere dieser Höhlen sind archäologisch und paläontologisch von Bedeutung, wie das **Zigeunerloch** und das **Schneiderloch** bei Gratwein sowie die **Frauenhöhle** und **Leopoldinengrotte** beim Kesselfall nahe Semriach (Kusch 1996).

Höhlen im Raum Peggau – Semriach

Die nähere Umgebung von Graz, und hier vor allem der außergewöhnlich höhlenreiche Tannebenstock (Abb. 5) zwischen den Ortschaften Peggau und Semriach, gehört zu den am längsten und am besten beforschten Gebieten der Steiermark.

1895 erkundeten Mitglieder der *Gesellschaft für Höhlenforschungen in Steiermark* unter Federführung des Architekten Hans Pascher erstmals das **Wildemannloch**, eine 118 m tiefe Schachthöhle auf dem Tannebenstock, deren tiefster Punkt erst 1897 erreicht werden konnte. Die Öffnung der **Gessmandoline** auf der Hochfläche der Tanneben im Herbst 1899 war ein Höhepunkt in der Erforschung der Höhlen im Raume Peggau. Man

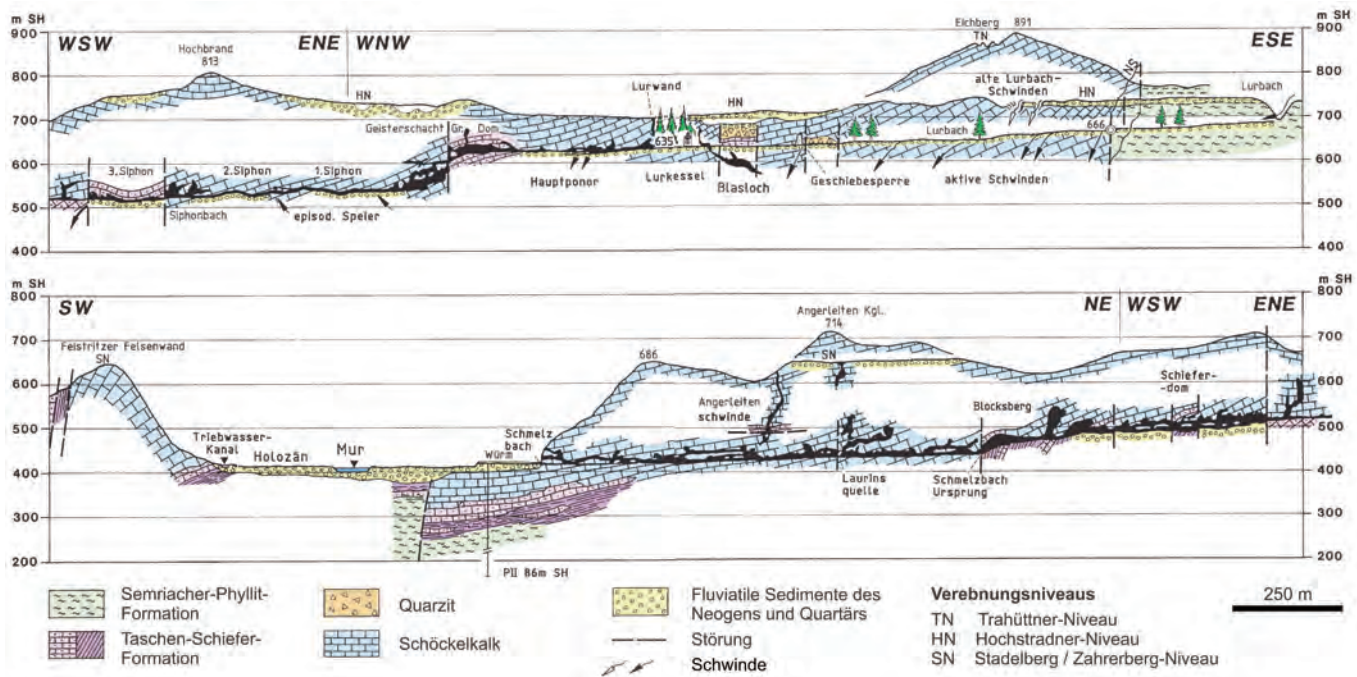


Abb. 6: Geologischer W-E-Schnitt Murtal-Lurgrotte-Eichberg (nicht überhöht; aus Maurin in Benischke et al. 1994).

Fig. 6: Geological W-E-section Murtal-Lurgrotte-Eichberg (no vertical exaggeration; from Maurin in Benischke et al. 1994).

hatte den Einstiegsschacht 12 m tief freigelegt und stieß danach auf offene, große, mit eindrucksvollen Tropfsteinbildungen versehene Höhlenräume. Die Höhle folgt bis zu ihrem tiefsten Punkt bei etwa gleicher Gesteinsüberlagerung von 50-60 m im leichten Gefälle nach West bzw. Südwest einem alten Niveau oder strukturgebunden und dem in diesem Bereich relativ flach lagernden Schöckelkalk. In den Jahren nach der Untersuchung im Frühjahr 1900 verfiel der Einstiegsschacht und die Höhle ist seither nicht mehr zugänglich (Maurin in Benischke et al. 1994).

Die ältesten Spuren hinterließ der Mensch im Peggauer Eingangsbereich der **Lurgrotte** bereits im Aurignacien, und in Semriach wurden in einem Seitenteil, am *Katzensteig*, über 5000 Jahre alte Keramikreste aus der Kupferzeit gefunden.

Die Erforschung der **Lurgrotte** (Abb. 6), einer teilaktiven Wasserhöhle, die im oberen Bereich vom Lurbach und im unteren vom Schmelzbach durchflossen wird, erfolgte etappenweise über mehrere Jahrzehnte. Obwohl bereits vor 1933 sowohl auf der Semriacher als auch auf der Peggauer Seite ein Schauhöhlenbetrieb bestand, war die Höhle erst ab 1958 durchgehend auf einer Länge von über 4 km erschlossen und öffentlich zugänglich. Ein großes Hochwasser zerstörte am 15.7.1975 große Teile der Steiganlagen, sodass die Höhle seitdem nicht mehr als Schauhöhle durchgehend begehrbar ist. Auf der Semriacher und auf der Peggauer Seite betreuen getrennte Betriebe die Schauhöhlenabschnitte.

Am tiefsten Punkt des Semriacher Beckens fließt der Lurbach nach Durchqueren einer Waldschlucht in den Lurkessel und wird vom eindrucksvollen Höhlenportal aufgenommen. Nach wenigen Zehnermetern versinkt der Bach zwischen sandig-lehmigen Sedimenten und Blockwerk in einer Schwinde. Die Wässer fließen bei Nieder- bis Mittelwasser dem **Hammerbach-Ursprung** am Südrand von Peggau zu, bei Hochwasser aber auch durch den begehrbaren Schauhöhlenteil. Charakteristikum der Höhle ist der ca. 4 km lange, großräumige, bis zu 30 m hohe Hauptgang, der vom Semriacher Eingang bis nach Peggau einen Höhenunterschied von ca. 250 m überwindet und in drei Etagen gegliedert werden kann.

Der größte Raum der Höhle ist der *Große Dom* im Semriacher Teil mit zahlreichen eindrucksvollen Tropfsteinformationen. Am unteren Ende geht der Dom in eine Folge störungsgebundener Schachtstufen (*Geisterschacht*, *Fuhrichschacht*) über und überwindet dabei einen Höhenunterschied von etwa 70 m. Die daran anschließenden, vielfach mäandrierenden Gänge weisen oft von Sediment blankgescheuerte Schöckelkalkwände auf und geben einen guten Einblick in den geologischen Aufbau des Höhlensystems. Unterbrochen wird die Gangfolge durch drei temporäre Siphonstrecken, die aber mit Stollen übertunnelt wurden. Im Bereich der Siphone ist immer wieder die wasserstauende Kalkschieferunterlage aufgeschlossen.

Etwa 3 km vom Semriacher Eingang entfernt erreicht man im Peggauer Höhlenteil eine weitere Folge großer

Räume (*Spannageldom*, *Lurdom*, *Höhlenvereinsdom*) und den *Blocksbergdom*, einen durch großes Blockwerk und zahlreiche Tropfsteinformationen geprägten Raum. Am unteren Ende des *Blocksberges* entspringt die Siphonquelle *Schmelzbachursprung*; der Höhlenbach begleitet den Besucher dann bis zum Peggauer Eingang.

Der weitere Verlauf ist vorwiegend durch hohe kluft- und störungsgebundene Gänge geprägt. Vorbei an der *Laurinsquelle*, einem kleinen Zubringer, gelangt man durch die *Dreikönigsklamm* oder den überlagernden *Drei-Zinnen-Gang* zur *Siegeshalle*, die vor der Übertunnelung der Siphone und Absenkung des Wasserspiegels lange der Endpunkt der Vorstöße von Semriach aus war. Der letzte Teil bis zum Peggauer Eingang zeigt auf- und absteigende, ehemals vollständig wassererfüllte Gänge mit kreis- oder ellipsenförmigen Gangquerschnitten, deren Decken und Wände mit Kolken und Fließfacetten bedeckt sind. Die Gänge waren früher Teil einer Folge von Siphonen, die erst nach Fertigstellung des *Mayerstollens*, der den heutigen Bachaustritt aus der Höhle bildet, trockengelegt werden konnten. Insgesamt sind nur einige wenige, meist relativ kurze, abzweigende Gänge bekannt, die meisten als überlagernde Abschnitte des Hauptganges oder als mehrere Zehnermeter seitlich des Hauptganges aufstrebende Schlote, die jedoch wegen Verstürzen oder zu starker Verengung nicht weiter befahrbar sind.

Auf dem Tannebenstock wurde ab 1930 immer wieder geforscht, doch erst ab 1960 begannen systematische Bestandsaufnahmen der Höhlen, sodass heute über 240 Höhlen in diesem Gebirgsstock bekannt sind. Über 80 weitere Höhlen wurden in den angrenzenden Gebieten Kugelstein (Kusch in Fuchs 1989), Himmelreich und Kesselfall registriert, wobei der Großteil aus Kleinhöhlen (<50 m Länge) besteht. Mit der Öffnung eines Schachtes in unmittelbarer Nähe der **Lurgrotte** Semriach wurde 1990 eine über 810 m lange und 100 m tiefe Höhle entdeckt, das **Blasloch** (Kusch in Benischke et al. 1994). Über einige Schachtstrecken im Eingangsbe- reich führt eine deutlich kluftgebundene Gangfolge in die durch Deckenbrüche charakterisierte *Große Halle*. Schicht- und vertikale Störungsfugen sind raumbestimmend. Durch eine Versturzzone, weiter über die *Tropfsteinkluft* und einen Schachtabstieg erreicht man den größten Raum der Höhle, die *Maria-Schinnerl-Halle* mit rund 60 x 20 m und ca. 10 m Höhe. Teile der Höhle führen knapp an die Oberfläche im Niveau des Lurbaches. Im tiefsten Teil verhindern Engstellen das weitere Vordringen. Insgesamt weist die Höhle einen ähnlichen Raumcharakter auf wie die unmittelbar benachbarte Lurgrotte. In dieser Höhle konnten mittels U/Th-Methode an Sintern mehrere Wachstumsphasen ab dem letzten Interglazial (130.000-116.000 Jahre vor heute)



Abb. 7: Tropfsteinbildungen im unteren Abschnitt des Moosschachtes bei Semriach.
Fig. 7: Dripstone formations in the deeper part of Moosschacht near Semriach.
 Photo: Heinrich Kusch.

unterschieden und darüber hinaus weitere Details zur quartären Klimageschichte des mittelsteirischen Raumes erhalten werden. Im 2002 geöffneten **Moosschacht** (Abb. 7) führt ein rund 60 m tiefer schachtartig ausgebildeter Zugangsteil in großräumige, tropfsteinreiche Horizontalpassagen, die im Eingangsniveau der **Lurgrotte** Semriach liegen (Kusch 2004). Weitere große Höhlen im Tannebenstock sind die **Große Badlhöhle** (L 910 m) und die **Große Peggauer-Wand-Höhle** mit über 500 m vermessener Gangstrecken.

Die **Große Badlhöhle** mit ihren beiden Eingängen in 495 bzw. 547 m Seehöhe ist labyrinthartig angelegt, mit zahlreichen bis zu 10 m hohen und 20 m breiten Räumen (*Tanzsaal*). Sie zeigt in vielen Abschnitten ihre ursprüngliche Entstehung unter phreatischen (wassererfüllten) Bedingungen an. Später erfolgte in mehreren



Abb. 8: Ansicht des Rötsteinmassivs im Murtal bei Mixnitz, in dem sich die Drachenhöhle befindet (Eingang mit D gekennzeichnet).

Fig. 8: View of the Rötstein massif in the Mur valley near Mixnitz with the location of the Drachenhöhle entrance (marked as D).

Photo: Heinrich Kusch.

Entwicklungsphasen eine Umgestaltung der Gänge von Rundprofilen zu Schlüsselprofilen, die das Tiefer einschneiden ehemaliger Höhlengerinne anzeigen, wodurch die Höhle schließlich trockenfiel. Ihrer Anlage nach dürfte sie der Rest eines ehemals größeren zusammenhängenden Systems gewesen sein, dessen

höherliegende Teile einer flächenhaften Abtragung der Oberfläche zum Opfer gefallen sind.

Im südlichen Abschnitt der Peggauer Wand befinden sich in einer Seehöhe von 505 bis 518 m die fünf bekannten Eingänge der **Großen Peggauer-Wand-Höhle**. Die Räume der Höhle verlaufen entlang der nach Nord einfallenden Schichtflächen und führen 97 m nach Osten in den Gesteinskörper. Vom höchsten Punkt in der Höhle bis zum tiefsten Eingang, dem **Rittersaal** (unbefahrbarer Verbindung), beträgt die Niveaudifferenz über 37 m. Geprägt wird das Raumbild durch die fast 50 m lange, 20 m breite und bis zu 10 m hohe **Haupthalle**, die durch das Tageslicht der drei je 20 m langen Zugangspassagen diffus erhellt wird. An die Halle schließt ein über 25 m langer Horizontalgang an, in dessen Verlauf es Anhäufungen von Bachgeröllen (vorwiegend Kalkschotter) gibt. Auch in dieser Höhle gibt es Hinweise, dass die ursprüngliche Entstehung einzelner Gänge unter phreatischen Bedingungen erfolgt ist. Nur einige wenige Tropfstein- und Sinterbildungen treten auf. Der Boden der Höhle ist bis auf wenige Ausnahmen mit Bruchschutt bedeckt, der den laufenden Raumverfall dokumentiert. Nur 15 m nördlich des Einganges IV befindet sich die **Kleine Peggauer-Wand-Höhle**, deren Räumlichkeiten parallel zur **Großen Peggauer-Wand-Höhle** verlaufen.

Abb. 9: Drachenhöhle bei Mixnitz – Hauptgang (oberes Niveau).

Fig. 9: Drachenhöhle near Mixnitz – main gallery (upper level).
Photo: Lukas Plan.



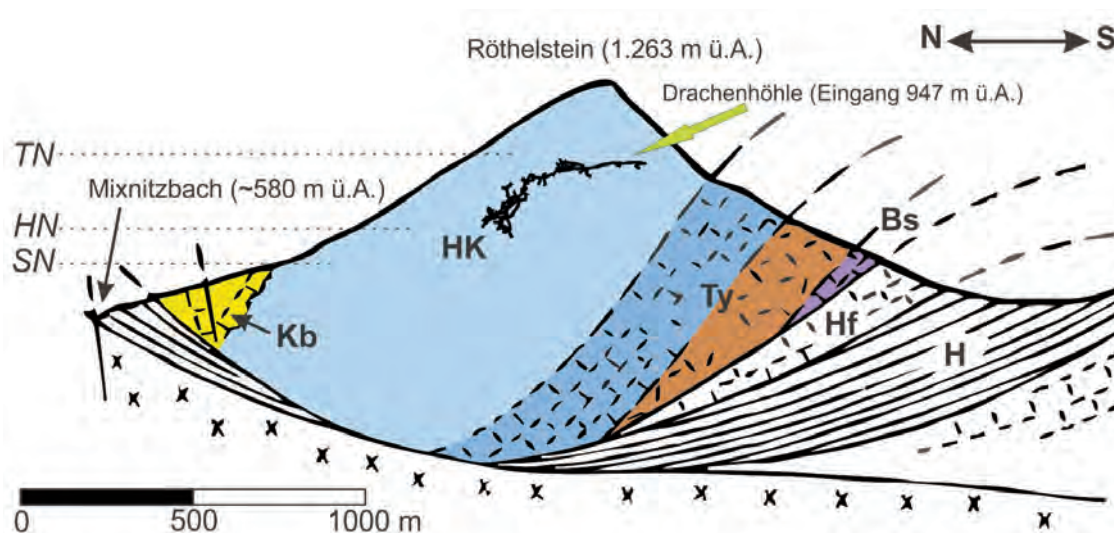


Abb. 10: Geologischer Schnitt durch den Röthelstein bei Mixnitz mit Lage der Drachenhöhle (verändert nach Gollner & Zier 1985). Bs..Barrandei-Schichten, H..Hakensteiner-Formation, Hf..Heuberg-Formation, HK..Hochlantschkalk, HN..Hochstradner-Niveau, Kb..Mixnitzer Karbon, SN..Stadelberg-Niveau, TN..Trautten-Niveau, Ty..Tyrnaueralm-Formation. **Fig. 10:** Geological section through the Röthelstein near Mixnitz with the location of Drachenhöhle (modified after Gollner & Zier 1985).

Höhlen bei Mixnitz

Rund 40 km nördlich von Graz befindet sich bei der Ortschaft Mixnitz auf der östlichen Talseite der Mur ein großflächiges Karstgebiet aus vorherrschend Hochlantschkalk, das als mächtiger Gebirgsstock (Hochlantsch, 1720 m) mit langgezogenen Ausläufern und Hochflächen ausgebildet ist (Abb. 8).

Im westlichen Ausläufer, dem Röthelstein (1263 m), der durch das Einschneiden der Mur über 800 m hoch vom Talboden aufragt, liegt in ca. 950 m Höhe der Eingang zur **Drachenhöhle**.

Vom Eingangsportale führt ein rund 600 m langer, großräumiger, tunnelartiger, 20-30 m breiter und ca. 15 m hoher Gang (Abb. 9) fast horizontal nach Nordost bis in den *Großen Dom* mit seinem Endpunkt im *Ostergang*. Dabei sind drei größere Versturzungen, teilweise über Leitern, zu überwinden. Die Sohle des Ganges ist mit mächtigen Feinsedimenten, in den Versturzungen mit grobem Blockwerk bedeckt; Sinterformen sind in diesem Teil kaum ausgebildet. An der Ostseite des *Großen Doms* befinden sich die *Namenwand* und der durch Vandalismus schon stark mitgenommene *Wappenstein* mit den Inschriften zahlreicher Besucher aus vergangenen Jahrhunderten. Die älteste trägt die Jahreszahl 1387.

Von 1919 bis 1923 war die **Drachenhöhle** das Hauptabgabebiet im Rahmen der staatlichen „Höhlendüngeaktion“ (Abel & Kyrle 1931). In den 1930er Jahren wurde die *Windlochkluff* auf etwa 340 m Länge vermessen, doch erst Anfang der 1970er Jahre gelang in diesem Höhlenteil die Öffnung einer neuen Fortsetzung, die in großräumige Höhlenteile führte (Feier 1977). In der Folge setzten jahrelange Forschungen durch Mitglieder verschiedener steirischer Vereine (Graz, Langenwang und St. Lorenzen) ein, in deren Verlauf sich die Länge der Höhle mehr als vervierfachte (Kahsiovsky & Reif

1982). Mitglieder des *Vereins für Höhlenkunde – Höhlenbären* (Graz) setzten die Forschungen fort, sodass die Höhle heute eine Länge von ca. 4,9 km und einen Höhenunterschied von etwa 250 m aufweist (Abb. 10).

Auf Höhe des zweiten Versturzes geht es über die *Windlochkluff* entlang verhältnismäßig enger Gänge in nord-östliche Richtung leicht bergab bis zu einer Engstelle (*Peterschluf*), die den Zugang zu den tiefer gelegenen Teilen der Drachenhöhle darstellt. Bald darauf beginnen der lehmige und nasse Abstieg bzw. die Abseilstrecken über die *Wendeltreppe* und den *Weihnachtsabgrund*, um gut 180 m tiefer das untere Niveau der **Drachen-**



Abb. 11: Drachenhöhle bei Mixnitz – Querung des Sumpfstiefelsees. **Fig. 11:** Drachenhöhle near Mixnitz – traversing the Sumpfstiefelsee. Photo: Thomas Wagner.

Abb. 12: Die große Eingangshalle im Katerloch bei Weiz, Steiermark.

Fig. 12: The large entrance hall of Katerloch near Weiz, Styria.
Photo: Robert Bouchal.

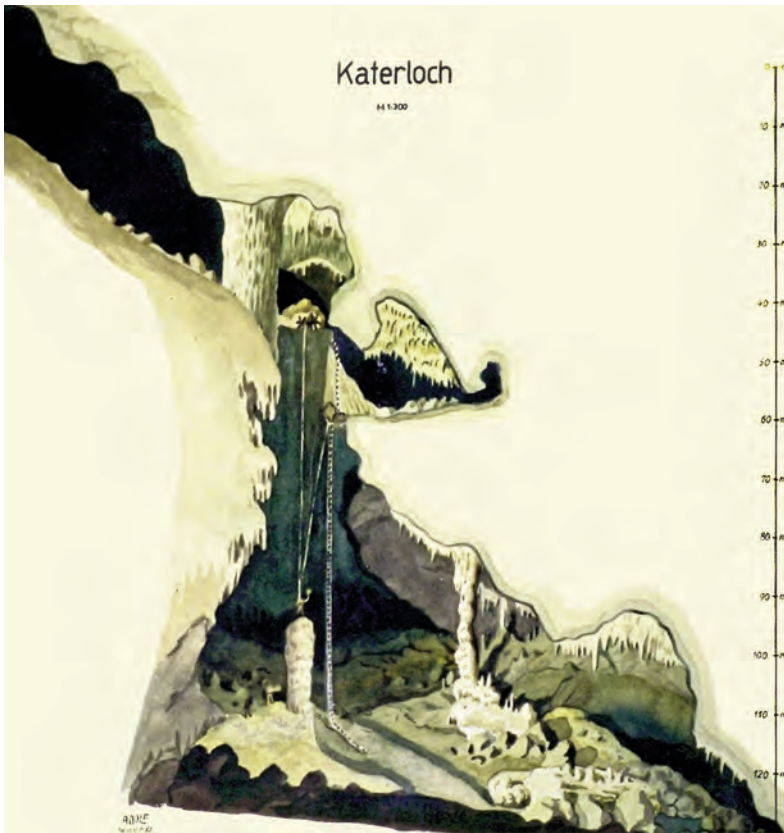


Abb. 13: Abstieg in den Marteldom des Katerlochs bei Weiz. Nach einem Aquarell von Adolf Mayer sen. 1899.

Fig. 13: Descent into Marteldom in Katerloch near Weiz. Modified after a watercolour by Adolf Mayer senior 1899.

höhle (Langenwanger Hochland) zu erreichen. Von dort gegen Westen erreicht man den tiefsten Punkt (700 m Seehöhe) des Höhlensystems im Bereich der *Riesenkluft*, der durch Versturzmateriel nicht weiter verfolgbar ist. Mögliche Abstiege in noch tiefere Bereiche sind z.B. beim *Weihnachtsabgrund* oder in der *Maikluft* vorstellbar, allerdings noch unerforscht. In entgegengesetzter Richtung leicht bergauf gelangt man nach Durchquerung kleinerer Hallen in den *Sumpfteirerdom* (35 x 70 m bei 35 m Höhe). Der generell lehmige Charakter der Höhle wird hier durch Quarzsedimente und viel Versturzmateriel zusätzlich geprägt. Von dort weiter dem allgemeinen Trend der Höhle Richtung Ostnordost folgend geht es über lehmige Kriechstellen vorbei an einer versinterten Fledermaus und über Kletterpassagen. Nach Durchqueren der *Seenhalle* (*Sumpfstiefelsee*; Abb. 11), erreicht man schließlich die *Glitzerhalle*. Generell ziehen von diesem tieferen Niveau vadosse Höhlenteile nach oben. Über versintertes Blockwerk geht es die *Deckencanyonkluft* und über Schlotte wieder nach oben bis auf eine Höhe, die dem *Peterschluf* entspricht. Die hier angedeutete Möglichkeit eines zweiten Einganges auf der Ostseite des Röthelsteins im Bereich des Buchebensattels ist noch nicht erwiesen und eine Rückkehr an die Oberfläche ist nur über die *Windlochkluff* möglich.

Bereits zu Beginn des 20. Jahrhunderts waren etwa 20 Höhlen im Raume Mixnitz bekannt und in der Literatur beschrieben. Nach der *Drachenhöhle* ist das *Bärenloch*

oberhalb des Kaskadenfalls mit 1158 m Länge die zweitgrößte Höhle des Röthelsteins. Es handelt sich um eine aktive Wasserhöhle, deren Räumlichkeiten bei Hochwasser weitgehend überflutet werden. Auch die **Mathildengrotte** (L 80 m) zählte zu jenen Höhlen, die damals erforscht und bearbeitet wurden. Im Rahmen der zu Beginn der 1960er Jahre einsetzenden Forschungen im Mixnitzer Bereich konnte die Anzahl der Höhlen bis heute auf über 80 erhöht werden (z.B. Kusch 1977). Es überwiegen Klein- und Mittelhöhlen (50 bis 500 m Länge), die in zwei ausgeprägten Höhlenhorizonten liegen. Jedoch ist auch hier die Forschung keineswegs abgeschlossen.

Höhlen bei Weiz

Zu den am frühesten in der Literatur über das Weizer Bergland aufscheinenden Höhlen zählen die **Grasslhöhle** und das **Katerloch** (Abb. 12) im Südosthang des Sattelberges bei Dürntal nahe Weiz (Mandel 1837).

Bereits um 1816 scheint die **Grasslhöhle** als Schauhöhle in der Literatur auf. Sie wird durch einen eher unscheinbaren Eingang in 600 m Seehöhe betreten, in dessen näherer Umgebung an der Oberfläche aber die Basisflächen erodierter Tropfsteinsäulen anstehen. Etwa 10 m nach dem Eingang erreicht man den ca. 20 x 30 m messenden *Dom*, den Hauptraum der Höhle, mit seinen zahlreichen Tropfsteinsäulen und dem etwa 10 m hohen *Riesen*, einem mächtigen Stalagmiten von etwa 2 m Durchmesser, in der Mitte.

Gegen Ende des 19. Jahrhunderts gelang es, den Abgrund im **Katerloch** zu bezwingen; auch der erste Höhlenplan des **Katerlochs** von Adolf Mayer sen. stammt aus dieser Zeit. Nach der Erstbefahrung des rund 70 m tiefen Schachtes 1899 folgten weitere Erkundungstouren (Abb. 13) und mehrere Vermessungen bis zum *Marteldom*.

Gemeinsam mit Weizer Höhlenforschern erkletterten 1952 Hermann und Regina Hofer erstmals einen Seitenteil im *Marteldom*, der heute unter dem Namen *Hoferhalle* bekannt ist. In den darauffolgenden Monaten erforschten sie den größten und tropfsteinreichsten Raum der Höhle, die *Phantasiehalle*. 1955 wurden noch das *Zauberreich* und das *Seenparadies* (Abb. 14) entdeckt. Die Höhle wurde in den Folgejahren ausgebaut und ist seit 1958 für den Tourismus geöffnet. Das **Katerloch**, eine über 1 km lange und 133 m tiefe Höhle, zählt zu den schönsten und tropfsteinreichsten Höhlen Österreichs.

Anders als die **Grasslhöhle** öffnet sich das auf ca. 900 m Seehöhe gelegene **Katerloch** mit einem eindrucksvollen 22 m breiten und 10 m hohen Portal, das in die abschüssige *Vorhalle* leitet, die mit 40 bis 70 m Breite

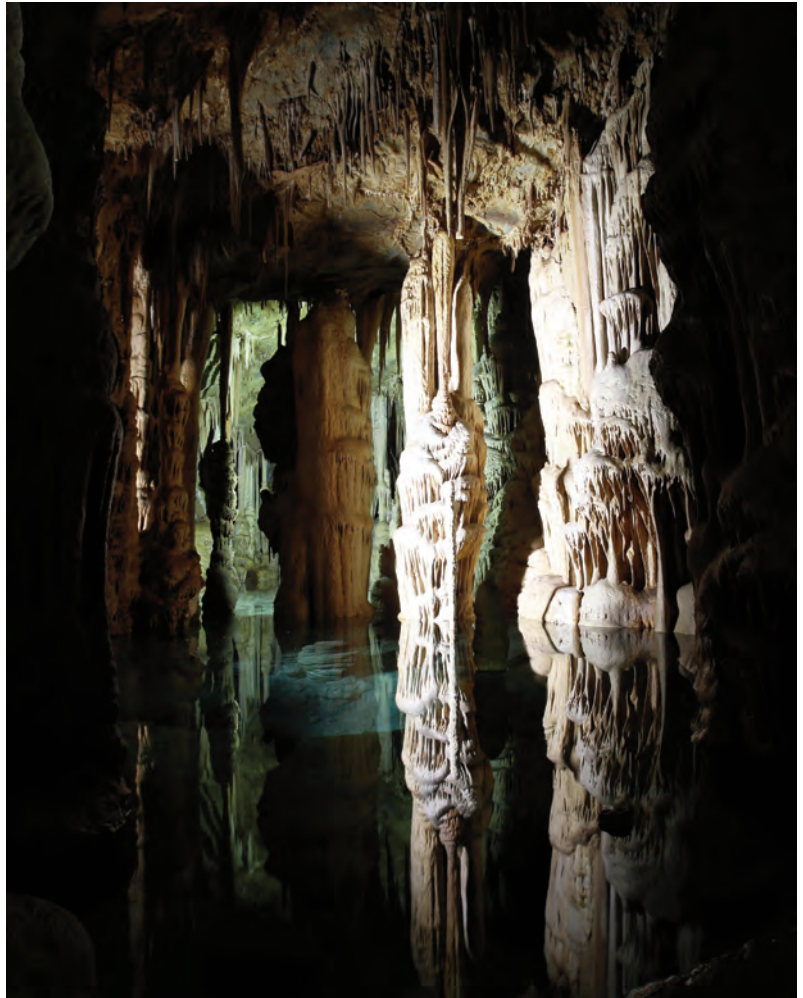


Abb. 14: Tropfsteinbildungen im Seenparadies des Katerlochs.
Fig. 14: Dripstone formations in the Seenparadies of Katerloch.
Photo: Robert Bouchal.

und 150 m Länge beachtliche Dimensionen aufweist. Eine mächtige Tropfsteinsäule von über 10 m Durchmesser teilt diesen Raum. Am Rand der *Vorhalle* steigt man tiefer, vorbei am *Marteldom*, in den man durch eine Deckenöffnung etwa 40 m bis zur Sohle in die Tiefe schauen kann. Über gut ausgebaute Steiganlagen gelangt man schließlich in die *Phantasiehalle*, eine im Schichtstreichen mit mäßiger Neigung im Schöckelkalk angelegte, ca. 120 m lange, bis 85 m breite und bis zu 15 m hohe Halle. Besonderer Blickfang sind die Tropfsteinsäulen, Kerzenstalagmiten und die filigranen Stalaktiten, die einem Urwald gleich die Halle füllen. Insgesamt vermittelt die Halle einen ähnlichen Eindruck wie Höhlen im mediterranen Raum. Von der *Phantasiehalle* gelangt man über einen weiteren Abstieg in das *Seenparadies*, das als krönenden Abschluss ein zwischen Tropfsteinsäulen und überreichem Sinterschmuck eingebettetes Wasserbecken bietet.

Wissenschaftliche Untersuchungen im **Katerloch** und in der **Grasslhöhle** brachten bei den ältesten Stalagmi-

Abb. 15: Oberer Eingangsbereich des Heidentempels bei Köflach, wo vor einigen Jahrzehnten alte Reliefreste an der Wand entdeckt worden waren, die inzwischen zerstört wurden.

Fig. 15: Upper entrance of Heidentempel near Köflach, where remnants of old rock engravings were discovered a few decades ago, but have been destroyed since then.
Photo: Heinrich Kusch.



ten mit Mindestaltern von rund 450.000 Jahren neue Erkenntnisse zum Tropfsteinwachstum und zur Datierung von Höhlensintern (vgl. Spötl & Boch, Seite 155 in diesem Band).

Obwohl die Höhlen der Weizklamm bereits seit dem 18. Jahrhundert nachweisbar aufgesucht wurden, setzte ihre Erforschung erst gegen Ende des 19. Jahrhunderts ein. Hauptsächlich wurden die in der zeitgenössischen Lite-

ratur aufscheinenden Höhlen wie das **Rabllloch** und die **Klementgrotte** aufgesucht, aber auch andere, wie alte Inschriften in einigen Höhlen belegen. Jahrzehnte später wurde durch den *Verein für Höhlenkunde Weiz* die Bearbeitung der Weizklamm in Angriff genommen. Bis 1927 wurden 87 Höhlen registriert und in einem Übersichtsplan eingetragen. Bedauerlicherweise ging ein Teil dieses Materials verloren. Ab den 1960er Jahren begannen Mitglieder des *Landesvereins für Höhlenkunde in der Steiermark* neuerlich mit der Untersuchung der Höhlen. In den 1970er Jahren wurde die Ostseite der Klamm bearbeitet und eine systematische Bestandsaufnahme und Einmessung der Höhlen durchgeführt (Fuchs 1983), zwei Jahrzehnte später vervollständigten Mitglieder des Landesvereins diese Arbeit mit der Erfassung der Höhlen der Westseite. Insgesamt wurden bisher rund 120 Höhlen registriert und vermessen. Die längsten Höhlen sind die **Klementgrotte** (L 845 m) und die **Adolf-Mayer-Höhle** (L 559 m; Polt 1995).

Beide Höhlen liegen im Schöckelkalk, der in diesem Teil der Weizklamm steil nach SE einfällt. Sie sind im Wesentlichen an die Schichtung des Schöckelkalkes und an zwei richtungsbestimmende, WNW-ESE bzw. SW-NE streichende Kluft- bzw. Bruchsysteme gebunden, was am Verlauf und der Ausgestaltung der Räumlichkeiten erkennbar ist. Die **Klementgrotte** weist drei Eingänge auf. Vom Haupteingang in 667 m Seehöhe erreicht man die *Eingangshalle* mit 14 m Durchmesser. Von ihr zweigen mehrere Fortsetzungen ab, wie der 40 m lange *Verbindungsgang* zum zweiten Eingang und der *Hauptgang* nach Westen, von dem aus der *Leisserdom* bzw. die *Inschriftenhalle* und der *Inschriftengang* erreichbar sind. Zahlreiche Höhlenbesucher haben sich an den Wänden verewigt. Große Kolkformen zeugen von den ehemals phreatischen Bildungsbedingungen. Einige Schlote (z.B. der *Riesenschlot* mit 35 m Länge) deuten auf frühere teilweise aufwärtsgerichtete Wasserbewegung hin.

Die etwas höher auf 712 m gelegene **Adolf-Mayer-Höhle** ist deutlich an das Streichen der steil bis senkrecht stehenden Schöckelkalkbänke und an ein SW-NE-streichendes Bruchsystem gebunden, was insbesondere im Abschnitt nach dem im Schichtstreichen liegenden Höhleneingang bis zur *Kreuzhalle* zu erkennen ist. Von der *Kreuzhalle* nimmt die *Paläoweiz* ihren Ursprung, ein steil nach unten führender, ca. 25 m langer Gang, teils mit kreisrundem Querschnitt. Trotz seiner Bezeichnung hat dieser Abschnitt aber nichts mit einer erdgeschichtlich früheren Durchströmung durch den Weizbach zu tun. Eindrucksvoll sind auch die *Riesenschlote* und die *Schrägschächte*, deren Sohle steil nach SW einfällt.

Die westlich der Weizklamm befindliche Raabklamm ist zur Zeit noch in Bearbeitung. Hier sieht man vom



Abb. 16: Ansicht des Zigöllerkogels bei Köflach in der Weststeiermark.

Fig. 16: View of Zigöllerkogel near Köflach in western Styria.

Photo: Heinrich Kusch.

Katerloch ab, derzeit über 80 Klein- und Mittelhöhlen bekannt. Zu den schönsten gehören die **Bärenhöhle** (L ca. 100 m) und die **Gelbe Grotte** (L ca. 150 m). Die beiden Höhlen öffnen sich im Abstand von nur 15 m am Osthang des Schachnerkogels am rechten Ufer der Raabklamm in 675 m Seehöhe. Der Eingang zur **Gelben Grotte** besteht aus einem sich stark verengenden kurzen und niederen Gangstück, das bei einer Engstelle schachtartig in einen kluftgebundenen, über 25 m langen, bis zu 6 m breiten und 5 m hohen Höhlenraum abfällt. Dieser Raum ist an von O-W-streichende, steil nach Süd einfallende Schichtflächen gebunden, die den ganzen 120 m langen Höhlenverlauf prägen. Danach teilt sich der Raum in eine höher und eine tiefer verlaufende Passage. Beide Gänge weisen Raumerweiterungen und mächtige Sinter- und Tropfsteinbildungen auf. 70 m vom Eingang entfernt sind beide Gängen durch Versinterungen unbefahrbar.

Die **Bärenhöhle** hat eine relativ große, 20 m lange und 7 m breite Eingangshalle. Vom Deckenbereich am Ende des Raumes zieht ein Gang in südliche Richtung, der nach rund 10 m den Weg in zwei Höhlenabschnitte freigibt. Der östliche Teil führt hangparallel 35 m weit in den Berg, wo ein großer Verstoß am Ende eines 20 m langen und 10 m breiten Raumes, der mit schönen Tropfsteinbildungen erfüllt ist, die große Fortsetzung blockiert. Es gibt dort einen Rundgang, der wieder zurück zum Beginn der Halle führt. Die westliche, über 65 m lange Fortsetzung der Höhle besteht aus teilweise sehr engräumigen und gekolkten Höhlenpassagen, deren Wand- und Sohlenteile mit starken Versinterungen und schönen Tropfsteinbildungen ausgestattet sind.

Höhlen bei Köflach

Im Gebiet des Zigöller-, Franziskaner- und Hanskogels bzw. im Gradnerbachtal wurden bisher über 100 Höhlen aufgenommen. Auch hier reicht die Kenntnis um diese Höhlen weit in die Vergangenheit zurück (Kindermann 1779). Speziell der **Heidentempel** (Abb. 15) scheint immer wieder in der Literatur auf (Sartori 1806, Kusch 2005).

Gegen Ende des 19. Jahrhunderts begannen Forschungen in den Höhlen des Zigöllerkogels (680 m; Abb. 16). Ab 1900 erfolgten erste Grabungen durch Ferdinand Drugcevic im **Heidentempel** und 1951/52 systematische Sondierungen von Maria Mottl und Karl Murban im **Ochsenloch** (auch Luegloch; Mottl 1953). In den 70 heute bekannten Höhlen des Berges wurde seit Beginn des 20. Jahrhunderts ständig geforscht, aber erst zwischen 1960 und 1970 erfolgte die systematische Bestandsaufnahme durch den *Landesverein für Höhlenkunde in der Steiermark*. Im Zigöllerkogel herrschen

Kleinhöhlen vor, nur acht Höhlen zählen zu den Mittelhöhlen. Die längste Höhle des Köflacher Gebietes ist die **Leitnerhöhle** bei Salla, eine 516 m lange aktive Wasserhöhle in einem Marmorzug, der zum Kristallin des Steirischen Randgebirges gehört. Sie wird heute für die Wasserversorgung von Salla und Köflach genutzt.

Taleintiefung und Landschaftsformung im Mittelsteirischen Karst

Der seit langem bekannte Zusammenhang zwischen Verbnungen an der Landoberfläche und Höhlenniveaus untertage ist im Mittelsteirischen Karst gut ausgeprägt. In Zeiten tektonischer Ruhe (weder Hebung noch Senkung des Gebirges) und konstanter klimatischer Verhältnisse bilden sich breite Talsohlen, während sich im angrenzenden verkarstungsfähigen Gestein annähernd horizontale Höhlensysteme nahe des zu diesem Zeitpunkt vorherrschenden Grund- bzw. Karstwasserspiegels entwickeln können. Wenn keine wasserstauenden Gesteinsschichten dies unterbinden, gibt es einen direkten Zusammenhang zwischen den im Tale austretenden Quellen, die die Karstwasserkörper entwässern, und dem Vorfluter im Tal. Somit kann man das Talniveau mit dem Höhlenniveau, das sich zu dieser Zeit ausbildet, korrelieren, wobei diese aber nicht unbedingt auf gleicher Seehöhe liegen. In Zeiten tektonischer Aktivität oder sich stark verändernder Klimabedingungen (z.B. feuchteres Klima) kann sich jedoch ein Fluss rascher einschneiden und folglich den Grundwasserspiegel herabsetzen. Diese Zeiten spiegeln sich in Schluchten oder engeren Tälern an der Landoberfläche und in schachtartigen Abschnitten untertage wider. In nachfolgenden Ruhephasen können sich wieder neue, tiefer gelegene Landschafts- und Höhlenniveaus ausbilden. Andererseits kann es aber bei erhöhtem Sedimentangebot auch zu einem Wiederauffüllen der Talsohle kommen und somit zu einem erneuten Anstieg des Grundwasserspiegels, wodurch alte Niveaus reaktiviert werden bzw. neue Niveaus über älteren entstehen können. Im Allgemeinen sind dies eher kurzfristige Ereignisse, gefolgt von fortschreitender Tieferlegung des Vorfluters.

Oft bleiben von solch einer Entwicklung an der Landschaftsoberfläche nicht viele Anhaltspunkte erhalten, da speziell die Gletschererosion das Landschaftsbild der inneralpinen Bereiche stark überprägt hat. Das Gebiet des Mittelsteirischen Karsts blieb davon allerdings weitgehend unbeeinflusst und Verebnungsflächen aus präglazialen Zeiten blieben erhalten. So kann die stufenweise Flusseintiefung im Durchbruchstal der Mur südlich von Bruck bis ins Steirische Becken über mehrere Millionen Jahre verfolgt werden. Bereits Winkler-Hermaden (1957) machte sich diese Beobachtungen zunutze und korrelierte Verebnungsflächen entlang der

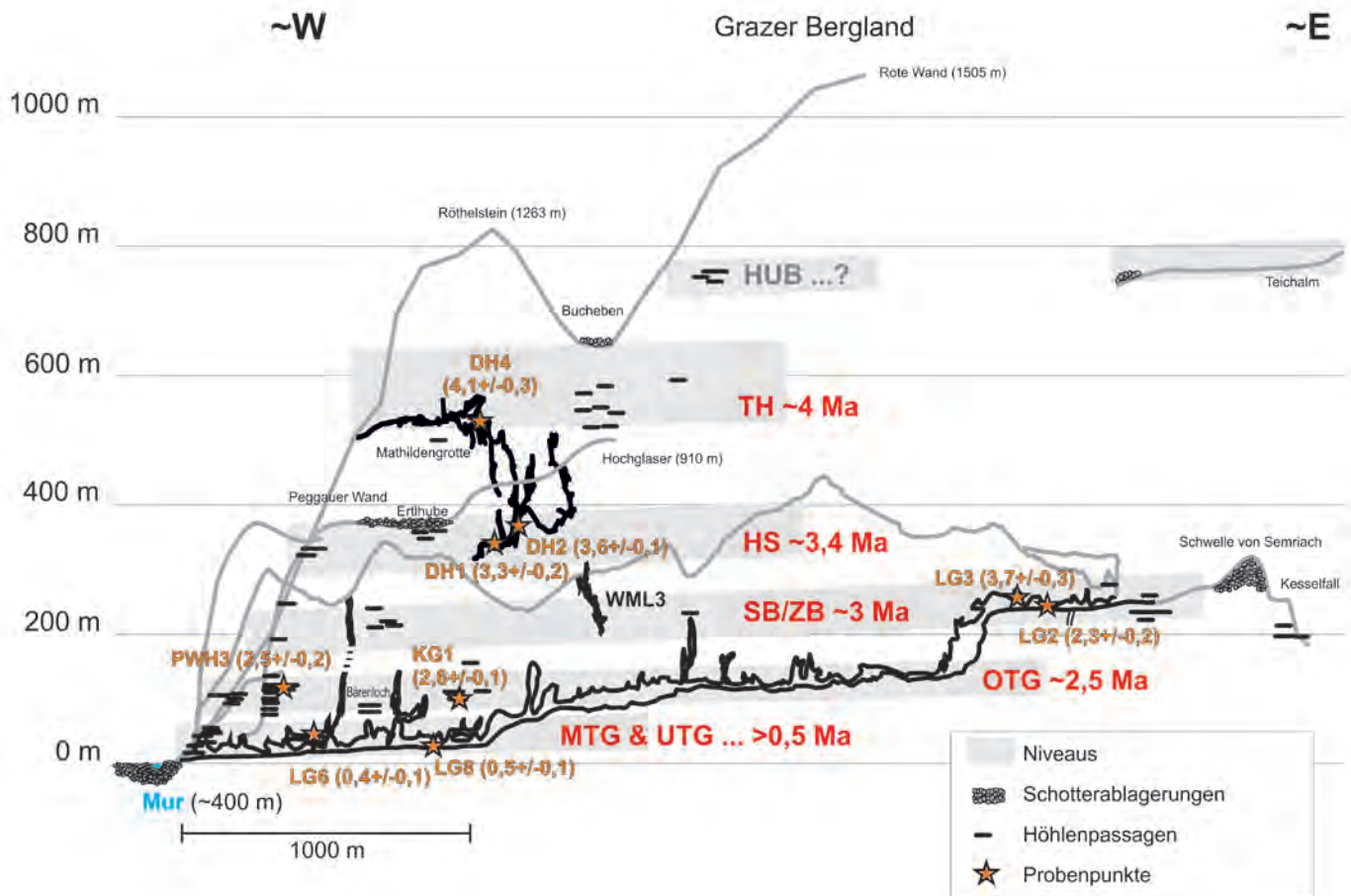


Abb. 17: Schematische, überhöhte Darstellung der Landschaftsniveaus sowie der damit korrelierten Höhlenniveaus des Grazer Berglandes. Verändert nach Wagner (2011). HUB..Hubenhalt-Niveau, TH..Trahüttner-Niveau, HS..Hochstradner-Niveau, SB/ZB..Stadelberg-/Zahrerberg-Niveau, OTG..Obere Terrassengruppe, MTG..Mittlere Terrassengruppe, UTG..Untere Terrassengruppe. Höhenangabe im Bild links in Meter über dem heutigen Murniveau. In Klammer neben den Gipfelnamen sind Seehöhen. DH..Drachenhöhle, KG..Keesgang/Große Badlhöhle, LG..Lurgrotte, PWH..Peggauer-Wand-Höhle, WML..Wildemannloch. Zahlen neben den Probenamen sind Einschwemmalter der Sedimente in Ma (Millionen Jahre).

Fig. 17: Vertically exaggerated scheme of the surface levels and correlated cave levels of the Highland of Graz. Modified after Wagner (2011). HUB..Hubenhalt level, TH..Trahüttner level, HS..Hochstradner level, SB/ZB..Stadelberg / Zahrerberg level, OTG..Upper Terrace Group, MTG..Middle Terrace Group, UTG..Lower Terrace Group. Elevation given on the left side of the figure is in metres above the current River Mur. Elevation of summits is in metres a.s.l. DH..Drachenhöhle, KG..Keesgang/Große Badlhöhle, LG..Lurgrotte, PWH..Peggauer-Wand-Höhle, WML..Wildemannloch. Numbers next to the sample names are burial ages of sediments in million years (Ma).

Mur von Bruck bis nach Radkersburg und darüber hinaus. Ein Problem dabei war und blieb die Frage nach dem Alter dieser Erscheinungsformen. Denn wie datiert man etwas, das erodiert bzw. korrodiert wurde? Im Idealfall geben Ablagerungen auf den Verebnungsflächen Auskunft, aber oft fehlen diese oder können nicht datiert werden.

Schon damals erkannte man den Wert der Höhlensedimente als Archive der Landschaftsentwicklung. Tierknochen, Sedimentablagerungen und Speläotheme in den jeweiligen Höhlen(-niveaus) können genutzt werden, um ein Minimalalter der Höhlenentstehung abzuleiten, denn der Höhleninhalt ist im Normalfall jünger als der Hohlraum selbst. Die Höhle wiederum kann nur jünger sein als das Gestein, in dem sie sich gebildet hat, im Fall des devonischen Schöckelkalks also jünger als etwa 400 Ma (Millionen Jahre). Gelingt es nun, Mini-

malalter der verschiedenen Höhlenniveaus aufgrund ihrer Höhlensedimente zu bestimmen, lässt sich daraus einerseits ein Alter der dazu passenden Verebnungsflächen an der Landschaftsoberfläche abschätzen und andererseits die Eintiefung des Flusses (hier der Mur) errechnen. Mithilfe von radioaktiven Zerfallsreihen (U/Th, ^{14}C , $^{26}\text{Al}/^{10}\text{Be}$) konnten in den letzten Jahrzehnten Höhlensedimente datiert werden, die zeitliche Abfolge der Landschaftsentwicklung rekonstruiert und den früheren Überlegungen zur relativen Altersabfolge gegenübergestellt werden. Spezielle Methoden der Bestimmung von Einschwemmaltern quarzhaltiger Gesteine in Höhlensystemen ermöglichten es, bis etwa 5 Ma (Beginn des Pliozäns) zurückzublicken (Wagner 2011). Anhand quarzhaltiger Gesteine, die einmal an der Oberfläche lagen und durch Flüsse bzw. Gerinne später in Höhlen transportiert wurden, kann man durch

Messung ihrer Isotopenzusammensetzung (hier die Isotope bzw. natürlichen Radionuklide ^{26}Al und ^{10}Be) ermitteln, wann diese in die Höhle eingeschwemmt wurden.

Die **Drachenhöhle** im Hochlantschgebiet kann in ein oberes und unteres Niveau unterteilt werden. Dem oberen großräumigen Niveau konnte aufgrund der ältesten darin gefundenen, durch fließendes Wasser eingeschwemmten Sedimente ein Alter von mehr als 4 Ma zugewiesen werden (Abb. 17). Obwohl höher gelegene Niveaus bekannt sind, ist dies das höchste, in dem datierbare Quarzgerölle analysiert wurden. Einerseits erlaubt dies abzuleiten, dass die Verkarstung des Mittelsteirischen Karsts bereits vor mehr als 4 Ma begonnen hat, vermutlich bereits im Miozän (23 bis 5 Ma), andererseits kann dieses Höhlenniveau mit den Verebnungsflächen des Trahüttner-Niveaus korreliert werden, was gut mit Beobachtungen von Winkler-Hermaden (1957) übereinstimmt, der dieses Niveau in das späte Pannon (~8 Ma) stellte. Es befindet sich gut 500 m über dem heutigen Vorfluter, der Mur. Daraus lässt sich ein durchschnittliches Einschneiden der Mur in den letzten 4 Ma von 0,125 mm pro Jahr ableiten.

Da auch tiefer gelegene Höhlenniveaus des Mittelsteirischen Karsts über das Einschwemmalter der Höhlensedimente datiert wurden, konnte die zeitliche Abfolge der Taleintiefung der letzten 4 Ma rekonstruiert werden. Für die tieferen Niveaus sind speziell der Tannebenstock und die **Lurgrotte** mit ihren drei Niveaus von Interesse (Abb. 6). Entlang des Murtales um Peggau fallen Höhleneingänge in den Felsen der Peggauer Wand auf, die sich vom Hochstradner-Niveau bis zur Unteren Terrassengruppe erstrecken (Winkler-Hermaden 1957). Das Hochstradner-Niveau entspricht auch dem unteren Niveau der **Drachenhöhle** und somit lassen sich die Gebiete des Hochlantsch und der Tanneben korrelieren. Dieses Niveau wurde auf ein Alter von zumindest 3,4 Ma eingestuft. Das Stadelberg/Zahrerbergniveau entspricht dem obersten Niveau der **Lurgrotte** und dürfte um die 3 Ma alt sein. Interessant ist die Obere Terrassengruppe, welche sich in der Peggauer Wand deutlich bemerkbar macht (z.B. **Kleine Peggauer-Wand-Höhle**). Obwohl dieses Niveau nur 100 m über der Mur liegt, lieferten Proben aus diesem Niveau ein Alter von rund 2,5 Ma. Dies deutet eine Verminderung der Flusseintiefung auf Werte von gerade einmal ~0,04 mm/Jahr an (zwischen 2,5 und 4 Ma somit etwa 0,25 mm/Jahr). Dieser Rückgang der durchschnittlichen Eintiefungsrate der Mur äußert sich auch morphologisch, da die Obere Terrassengruppe den Übergang von überwiegend Verebnungen zu überwiegend Terrassenablagerungen anzeigt und diese bis in das Steirische Becken gut zu verfolgen sind. Eine genauere zeitliche Einstufung

der Mittleren und Unteren Terrassengruppe anhand der einzelnen Höhlen(sub)niveaus ist aufgrund des momentanen Forschungsstandes nicht möglich. Jedoch deuten ähnliche Einschwemmalter in unterschiedlichen Subniveaus der **Lurgrotte** darauf hin, dass Verfüllungen dieser unterschiedlichen Höhlenniveaus aufgrund von Einschwemmungen (und nachträglichen Ausräumungen) im Murtal hervorgerufen wurden. Es kann lediglich festgestellt werden, dass diese Subniveaus seit zumindest 0,5 Ma existieren.

An der Taleintiefung der Mur waren Hebungsprozesse und Änderungen der Einzugsgebietsgrößen, des Sedimentangebotes und der klimatischen Rahmenbedingungen in einem komplexen Zusammenspiel beteiligt. Nur anhand der Höhlensedimente und mit neuen Methoden konnte der Ablauf zeitlich eingegrenzt werden.

Literatur

- ABEL O. & G. KYRLE (Hrsg., 1931): Die Drachenhöhle bei Mixnitz. — Speläologische Monographien 7-9, Wien (Verlag Österr. Staatsdruckerei).
- BENISCHKE R., SCHAFFLER H. & V. WEIBENSTEINER (Hrsg.) (1994): Festschrift Lurgrotte 1894-1994. — Graz (Landesverein für Höhlenkunde).
- BENISCHKE R. & E. STROBL (2010): Herbsttagung der Österreichischen Vereinigung für Hydrogeologie, 14.10.2010-16.10.2010, Hydrogeologie des Weizer Berglandes. — Tagungsführer, Graz (Österr. Vereinigung f. Hydrogeologie).
- BOCK H. (1913): Charakter des mittelsteirischen Karstes. — Mitt. f. Höhlenkunde 6: 5-19.
- CLOBUCCHIARICH J. (1601-1605): Skizzenmaterial zur Landesaufnahme Innerösterreichs. — Steiermärkisches Landesarchiv, „Meillerakten“, Faszikel 25a, Blatt 32, Graz.
- FEIER E. (1977): Abschlussbericht über die Neuvermessung des Drachenhöhlensystems. — Mitt. Landesver. f. Höhlenkunde i. d. Stmk. 6: 193-205.
- FLADERER F.A. & G. FUCHS (1992): Sicherungsgrabung in der Großen Peggauer-Wand-Höhle (Kat.-Nr. 2836/39). — Mitt. Landesver. f. Höhlenkunde i. d. Stmk. 21: 11-26.
- FUCHS G. (1983): Der Karst am Ostufer der Weizklamm. — Berichte d. wasserwirtschaftl. Rahmenplanung, 65, Graz.
- FUCHS G. (1989): Höhlen- und Freilandfundplätze im Raum Peggau. — In: Fuchs G. (Hrsg.), Höhlenfundplätze im Raum Peggau-Deutschfeistritz, Steiermark, Österreich. — British Archaeological Report, International Series, 510: 13-32.
- GASSER D., STÜWE K. & H. FRITZ (2010): Internal structural geometry of the Paleozoic of Graz. — Int. J. Earth Sci 99: 1067-1081.
- GOLLNER H. & C. ZIER (1985): Zur Geologie des Hochlantsch (Grazer Paläozoikum, Steiermark). — Jb. Geol. Bundesanst. 128/1: 43-73.
- KAHSIOVSKY L. & D. REIF (1982): Fortsetzung der Forschungen im Windloch der Drachenhöhle, Mixnitz, Stmk. — Mitt. Landesver. f. Höhlenkunde i. d. Stmk. 11: 93-104.

- KINDERMANN J.K. (1779): Historischer und geographischer Abriß des Herzogthums Steyermark. — 1. Aufl., Grätz (Weingand und Ferstl).
- KUSCH H. (1977): Neue Forschungsergebnisse aus dem Bereich der Hubenwand am Röthelstein bei Mixnitz. — Mitt. Landesver. f. Höhlenkunde i. d. Stmk. 6: 91-98.
- KUSCH H. (1996): Zur kulturgeschichtlichen Bedeutung der Höhlenfundplätze entlang des mittleren Murtales (Steiermark). — Frankfurt (Peter Lang).
- KUSCH H. (2004): Forschungsprojekt Mooschacht (2836/237) auf dem Tannebenstock bei Semriach. — Die Höhle 55: 83-90.
- KUSCH H. (2005): Der Heidentempel bei Köflach in der Steiermark und seine kulturgeschichtliche Bedeutung. — Mitt. Komm. Quartärforsch. Österr. Akad. Wiss., 14, 115-122.
- KYRLE G. (1928): Kombinierte Chlorierung von Höhlengewässern. — Speläologische Monographien 12, Wien (Verlag Speläol. Inst. Wien).
- MANDEL A. (1837): Grassl-Höhle und das Katerloch. — Steiermärk. Zeitsch., N.F. 4: 137-151.
- MAURIN V. (1949): Die Höhle im Grazer Schloßberge – Ein Beitrag zur Vorgeschichte der Siedlung Graz. — Blätter f. Heimatkunde 23: 49-55.
- MAURIN V. (1975): Hydrogeologie und Verkarstung. — In: FLÜGEL H. (Hrsg.), Erläuterungen zur Geologischen Wanderkarte des Grazer Berglandes 1:100.000, 2. Aufl. — Mitt. Abt. Geol. Paläont. Bergb. Landesmus. Joanneum, SH 1: 223-269.
- MOTTL M. (1953): Die Erforschung der Höhlen. — In: Eiszeitforschungen des Joanneums in Höhlen der Steiermark. — Mitt. Mus. Bergbau, Geologie u. Technik am Landesmuseum „Joanneum“ 11: 14-58.
- POLT H. (1995): Die Höhlen am Westufer der Weizklamm. — Mitt. Landesver. f. Höhlenkunde i. d. Stmk. 24: 6-167.
- SARTORI F. (1806): Skizzirte Darstellung der physikalischen Beschaffenheit und der Naturgeschichte des Herzogthumes Steyermark. — Grätz (Kienreich).
- STADLER H. (1991): Beitrag zur Hydrologie des Hochlantschgebietes (Mittelsteiermark). — Steir. Beitr. z. Hydrogeologie 42: 61-102.
- VORMAIR F. (1940): Die Dolinenwelt des mittelsteirischen Karstes. — Z. Geomorph. 11: 123-150.
- WAGNER T. (2011): Datierung fluviatiler Höhlensedimente mittels kosmogener Nuklide am Beispiel des Grazer Berglandes. — Die Höhle 62: 3-14.
- WEIßENSTEINER V. (1982): Die Höhlen und Karsterscheinungen des Schöckelgebietes. — Mitt. Landesver. f. Höhlenkunde i. d. Stmk. 11: 23-58.
- WINKLER-HERMADEN A. (1957): Geologisches Kräftespiel und Landformung. — Wien (Springer).
- WURMBRAND G. (1871): Über die Höhlen und Grotten in dem Kalkgebirge bei Peggau. — Mitt. nat.-wiss. Ver. Stmk. 2: 407-428.

Ralf BENISCHKE
 Institut für Wasser, Energie und Nachhaltigkeit
 Joanneum Research Forschungsges. mbH
 Elisabethstrasse 18/II
 A-8010 Graz
 ralf.benischke@joanneum.at

Heinrich KUSCH
 Direktion für Ressourcen und Planung
 Karl-Franzens-Universität Graz
 Universitätsplatz 3
 A-8010 Graz
 heinrich.kusch@uni-graz.at

Thomas WAGNER
 Institut für Erdwissenschaften
 Karl-Franzens-Universität Graz
 Heinrichstrasse 26
 A-8010 Graz
 thomas.wagner@uni-graz.at