

Denisia38

ISSN 1608-8700



Der Rudolfstollen in Linz-Urfahr (Österreich) und seine Umgebung

Eine naturwissenschaftlich-historische Bestandsaufnahme

Erhard Fritsch, Walter Greger, Rudolf Pavuza,
Heiner Thaler & Petra Cech

Der Rudolfstollen in Linz-Urfahr (Österreich) und seine Umgebung

Eine naturwissenschaftlich-historische Bestandsaufnahme

Denisia 38

Linz 2016

Impressum

- Medieninhaber [Copyright]: (©) Land Oberösterreich / Oberösterreichisches Landesmuseum, wissenschaftliche Direktorin Gerda Ridler; Kaufmännischer Direktor Walter Putschögl, Museumstraße 14, 4020 Linz, Austria, www.landmuseum.at, Leitung Naturwissenschaften Fritz Gusenleitner, Biologiezentrum des Oberösterreichischen Landesmuseums
- Herausgeber [editor & publisher]: Biologiezentrum des Oberösterreichischen Landesmuseums
J.-W.-Klein-Str. 73, 4040 Linz, Austria
www.biologiezentrum.at; www.zobodat.at
E-Mail: bio-linz@landmuseum.at
- Redaktion [editorial staff]: Erhard Fritsch, Walter Greger, Rudolf Pavuza, Heiner Thaler, Petra Cech, Fritz Gusenleitner, Karin Traxler
- Grafische Gestaltung
[layout, printing organisation]: Eva Rührnöbl
- Druck [Printing]: Plöchl Druck GmbH., Werndlstr. 2, 4240 Freistadt, Austria
- Erscheinungsdatum [Delivery date]: Linz, 30.9.2016
- Bestellung [Ordering]: Katalogbestellung@landmuseum.at oder Biologiezentrum des Oberösterreichischen Landesmuseums, J.-W.-Klein-Str. 73, 4040 Linz, Austria
- Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Medieninhabers unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen sowie die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.
- Für den Inhalt der Abhandlungen sind die Verfasser verantwortlich. Schriftentausch erwünscht!
- Titelbild [Cover photo]: Im Hauptgang des Rudolfstollens, Bereich MP 5 – MP 5A (Foto: Heiner Thaler)

Die Herausgabe dieser Dokumentation wurde gefördert durch:
Stadt Linz
Landesverein für Höhlenkunde in Oberösterreich
Verein für Höhlenkunde Hallstatt – Obertraun
Eigenmittel der Verfasser

erscheint zugleich als SPELDOK – 24

SPELDOK ist die freie Reihe der Fachsektion Karsthydrogeologie
des Verbandes österreichischer Höhlenforscher
und der Karst- und höhlenkundlichen Arbeitsgruppe am Naturhistorischen Museum Wien.

Denisia 38, Linz, 2016

Inhaltsverzeichnis

1 Vorwort	6
2 Historischer Hintergrund	6
2.1 Luftschutz in Linz	6
2.2 Zur Baugeschichte des Rudolfstollens	7
2.3 Die Situation nach Kriegsende	9
2.4 Forschungen im Rudolfstollen seit 2006	11
3 Ein Rundgang durch den Rudolfstollen	12
3.1 Eingang 1 – der alte Felsenkeller	13
3.2 Vom Keller zum Eingang 2 (Rudolfstraße 86)	14
3.3 Vom Eingang 2 durch den Hauptstollen zum Steinbruch (Eingang 3)	16
3.4 Vom Steinbruch-Eingang zum ehemaligen Notausstieg	21
3.5 Rückweg durch das nordöstliche Ganglabyrinth	23
3.6 Der ausgemauerte Nordostteil in Richtung Berggasse	25
3.7 Die italienischen Militärinternierten (IMI)	27
4 Naturwissenschaftliche Aspekte	29
4.1 Geographischer Rahmen	29
4.2 Geologie	30
4.3 Hydrogeologie und Hydrochemie	31
4.3.1 Hydrologie	31
4.3.2 Hydrochemie	35
4.3.3 Isotopenmessungen	37
4.3.4 Bakteriologie	38
4.3.5 Zusammenfassende Beobachtungen zur Herkunft der Stollenwässer	39
4.4 Stollenklima	40
4.4.1 Lufttemperatur	40
4.4.2 Bewetterung	41
4.4.3 Luftfeuchte	41
4.4.4 Kohlendioxidgehalt	41
4.4.5 Radioaktivität	43
4.4.6 Radon und Radonfolgeprodukte	43
4.4.7 Luftionen	49
4.4.8 Aerobe Keime und Schimmelpilze in der Stollenluft	49
4.5 Sinterbildungen	50
4.5.1 Sinterformen	50
4.5.2 Messung der aktuellen Sinterneubildung	57

4.5.3 Zur Entstehung der Sinterformen	58
4.5.3.1 Weiße Sinterbildungen	58
4.5.3.2 Bunte und schwarze Sinterbildungen	59
4.6 Botanik	61
4.6.1 Wurzelstalagmiten	61
4.6.2 Pilze	63
4.7 Zoologie	66
4.7.1 Einleitung	66
4.7.2 Faunistische Charakteristik	66
4.7.3 Artenliste	67
5 Nutzungsaspekte	74
5.1 Touristische Optionen	74
5.2 Wissenschaftliche Optionen	75
5.3 Fledermausschutz	75
5.4 „Wellness“-Applikationen	75
6 Das Umfeld des Rudolfstollens aus historischer Sicht	76
6.1 Die Urfahrwänd, der alte Königsweg und der Tiergarten	76
6.2 Der Spatzenbauer, das einstige Schloss Hagen und die Bruckner-Universität	77
6.3 Der Pöstlingberg und das ehemalige Höhlenmuseum	78
6.4 Der Urfahrer Brückenkopf und Alt-Urfahr-West	79
6.5 Die Rudolfstraße	80
6.6 Die Poschacher Brauerei, Carl Beurle und Josef Urbanski	81
7 Zusammenfassung	82
8 Summary	82
9 Danksagungen	83
10 Literatur und Medien	84
10.1 Literatur	84
10.2 Kurze Literaturverweise und sonstige Medien	85
11 Bildteil	86
12 Planbeilage	

Für Renate
(Renate Greger, † im August 2016)

1 Vorwort

Unter den künstlich geschaffenen unterirdischen Anlagen Oberösterreichs nimmt der überwiegend im Perlgneis des südböhmischen Massivs angelegte, über einen Kilometer lange Rudolfstollen in Linz-Urfahr mit seinem verblüffend reichhaltigen und örtlich durch Mineraleinlagerungen sogar farbenreichen Tropfsteinschmuck fraglos einen ganz besonderen Stellenwert ein.

Als Luftschutzstollen konzipiert und Ende 1944 fertig gestellt, wurden bereits 25 Jahre später großflächige Wandversinterungen angetroffen. Dieses unerwartet schnelle Wachstum in einem karbonatfreien Gestein ist zwar noch nicht in allen Details geklärt, dürfte aber, unterstützt von den günstigen klimatischen und hydrogeologischen Bedingungen im Stollen und im Einzugsgebiet, auf die Verwitterung calciumhaltiger Feldspäte zurückzuführen sein. Die auf diese Weise mit Hydrogenkarbonat angereicherten Wässer zeichnen nach Entweichen des Kohlendioxids beim Erreichen des Stollenraumes für die Sinterbildung verantwortlich und haben in weiterer Folge, gepaart mit anderen Faktoren, auch zur Bildung zahlreicher bizarrer Kleinformen wie z.B. Excentriques, Sägezahnsinter, Höhlenperlen oder Sinterröhrchen geführt. Da der einzigartige farbliche Kontrast zwischen überwiegend weißen Versinterungen und einem dunklen Muttergestein selbst in renommierten Schauhöhlen nur selten vorkommt, mutet es zweifellos bedauerlich an, dass diese Anlage – nicht zuletzt aufgrund ihrer zeitgeschichtlichen Bedeutung als Zufluchtsort während der alliierten Bombenangriffe – nur einem sehr beschränkten Besucherkreis zugänglich ist.

Der Rudolfstollen beherbergt zudem eine ungeahnt vielfältige Kleintierwelt, deren Artenspektrum mittlerweile die Zahl 70 übersteigt und damit sogar alpine Karsthöhlen übertrifft, auch wenn natürlich keine troglobionten Formen erwartet werden können.

Die Mitarbeiter dieser Monographie haben – mit Unterstützung zahlreicher Höhlenforscher und Fachkollegen – den Rudolfstollen zwischen 2006 und 2015 insgesamt über 50 Mal besucht, dokumentiert und verschiedenste Untersuchungen durchgeführt. Dabei wurde der Bogen von einer Planaufnahme über geologische, hydrogeologische, stollenklimatische, zoologische und botanische Arbeiten bis hin zu sehr detaillierten historischen Nachforschungen über den Stollen und dessen näheres Umfeld nördlich der Donau gespannt. Mit dem nunmehr vorliegenden monographischen Heft soll versucht werden, die verborgenen Schönheiten des Rudolfstollens wissenschaftlich, aber auch bildlich für unsere Nachwelt zu erhalten, denn sein Bestand erscheint aufgrund von verkehrstechnischen Bauvorhaben gerade in den attraktivsten Abschnitten durchaus akut gefährdet.

Es wäre aus Sicht der Autoren fatal, würde dieses Objekt, wo die „Rückeroberung“ eines vom Menschen geschaffenen unterirdischen Objektes durch die Natur besonders gut dokumentiert werden kann, einen nachhaltigen Schaden erleiden.

2 Historischer Hintergrund

2.1 Luftschutz in Linz

Im Vertrauen auf die Beteuerungen der politischen Führung, dass der Luftraum Oberösterreichs zuverlässig geschützt sei, erfolgte erst im Frühjahr 1943 eine grundsätzliche Änderung in der Konzeption des militärischen und zivilen Luftschutzes.

Nach einer Liste vom 1.6.1943 gab es im Linzer Stadtbereich, von kleineren Luftschutzbauten und wenigen Bunkern abgesehen, lediglich sieben als bombensicher eingestufte Stollen, unter denen aber nur zwei (zumindest seit dem 19. Jh. genutzte) Brauereikeller im Bereich Bockgasse – Kellergasse (das System Märzenkeller – Cembrankeller) und der Limonikeller entlang der Sand- bzw. Hopfengasse größere Ausmaße aufwiesen (siehe dazu auch die Übersicht bei GREGER 2011). Ihr Fassungsraum wird in einer Übersicht vom 15. Februar 1945 – also nur noch wenige Monate vor Kriegsende – mit jeweils ca. 11.000 Personen angegeben, für den Rudolfstollen wurden damals 9000 Personen genannt [KUTSCHERA 1966, S. 246]. Der erste Fliegerangriff auf Linz erfolgte aber (nach früheren auf Steyr und Wels) bereits am 25. Juli 1944, und da war der Rudolfstollen gerade erst ein Jahr lang in Bau, wobei Arbeitskräfte- und Materialmangel laufend zu Verzögerungen führten.

Da außerdem vom NS-Regime der – mit dem Limonikeller durch einen langen Gang verbundene – Aktienkeller in der Kapuzinerstraße (ihm gegenüber liegt der großräumige Zentralkeller) alsbald für die Untertagverlagerung der Rüstungsproduktion requiriert und Teile des Limonistollens für amtliche Zwecke (Polizei, Archiv etc.) verwendet wurden, verschärfte sich das Problem noch zusätzlich, so dass die verbleibenden Schutzräume im Verhältnis zur Bevölkerungszahl schließlich als völlig unzureichend erkannt wurden. Linz hatte 1943 ca. 185.000 Einwohner, bombensichere Unterstände standen jedoch damals nur für ca. 5.000 Menschen zur Verfügung [STROBL 2014, vgl. S. 102-160, Der späte Beginn des Stollenbaus].

Zwar begann man Mitte 1943 auch verstärkt mit dem Bau von Splitterschutz-Deckungsgräben, doch diese stellten, wie schon allein der Name vermuten lässt, aufgrund ihrer Bauausführung eine reine Notlösung dar und erwiesen sich bei einem direkten Bombentreffer, ähnlich den oft als vermeintlich sicher geltenden Haus-

kellern, als wahre Todesfallen. In einer Auflistung¹ vom 31.12.1943 sind für den Linzer Stadtbereich (einschließlich eines Nachtrags von 9 Anlagen) 295 nummerierte Deckungsgräben angeführt; davon wurden 156 als „fertig gestellt“ und 82 als „im Bau“ bezeichnet (= 238). Nach dem Endausbau hätten 13.610 + 22.465 = 36.075 Personen dürftigen Schutz finden sollen; über den Status der Differenz von 48 Deckungsgräben schweigt sich der Verfasser Dr. Schmuckenschläger jedoch aus. Sie dürften, wie auch einige z. T. sehr umfangreich projektierte Luftschutzstollen, über das Planungsstadium nicht hinausgekommen sein. Der Fassungsraum für die Deckungsgräben wird zumeist mit 50 und 200 Personen angegeben.

Nach dem ersten alliierten Luftangriff auf die Ostmark (Wiener Neustadt, 13.8.1943) war sechs Monate später auch Oberösterreich („Oberdonau“) mit Steyr (24.2., 2.4.1944) erstmals das Ziel der aus Süden anfliegenden Bombenverbände. Linz erlebte zwischen 25.7.1944 und 25.4.1945 insgesamt 22 Angriffe; die Zahl der benutzbaren Stollenanlagen hatte sich angesichts der drohenden Gefahr inzwischen auf 19 erhöht (Stand vom 28.2.1944), die zahlreichen kleineren, über die ganze Stadt verteilten Luftschutzbauten, Deckungsgräben und Bunker nicht mitgezählt. Als gleichsam letzte Bestandsaufnahme vor Kriegsende nennt eine Liste vom 15.2.1945 für Linz 24 bombensichere und fünf behelfsmäßige Stollen. Dass aber zumindest 13 davon erst im Bau waren, ist kennzeichnend für den seitens der Politik äußerst fahrlässig gehandhabten zivilen Luftschutz in Linz. Die großspurig für 2700 Personen geplante Anlage in Gaumberg war z. B. damals erst lächerliche 11 Meter weit vorgetrieben.

Für all jene, die sich eingehender über die Versäumnisse beim Luftschutz und die Bombenangriffe auf Linz informieren möchten, sind die Arbeiten von Richard KUTSCHERA (1966) und Gerwin STROBL (2014) zu empfehlen. Auch Theodor BRÜCKLER (1999) hat sich intensiv mit den Linzer Stollen beschäftigt (vgl. Literaturverzeichnis).

2.2 Zur Baugeschichte des Rudolfstollens

Eine Adaptierung der wenigen, tiefer im Berg liegenden Großkeller unter den Aspekten des Luftschutzes, vor allem aber der dringende Neubau umfangreicher Stollenanlagen gewannen daher zusehends an Bedeutung. In dieser Zeit, also 1943/44, entstanden u. a. sowohl der mit 1685 Meter Länge vermessene Schlossbergstollen [BRÜCKLER 1999] als auch der Rudolfstollen

in Linz-Urfahr, auf den wir uns hier nun weiter konzentrieren wollen.

Aufgrund ihres Offerts (Kostenvoranschlag vom Mai 1943) wurde die Fa. Mayreder, Kraus & Co. am 23.6.1943 vom Tiefbauamt mit dem Bau des Rudolfstollens beauftragt. Zur Unterstützung waren auch noch die Baufirmen Ernst Hamberger und Josef Hödl tätig (Gesamtkosten-Voranschlag vom 26. Mai 1944: 150.460 Reichsmark).²

Ein „Ansuchen um Verdunkelungserleichterungen“ bestätigt den prompten Baubeginn, und bereits am 24.6.1943 informierte das Tiefbauamt (G.Z. 654/43, Ing. Hamernik) die Eheleute Josef und Maria Pendlmayer, wohnhaft Hagen 22, über den bevorstehenden Bau eines Lüftungsschachtes auf der in ihrem Eigentum befindlichen, großen Parzelle 1289/1. Diese beginnt ca. 25 Meter nördlich oberhalb des Einganges 2 hinter dem Wohnblock Rudolfstraße 86 und zieht sich (heute überwiegend von einer Schrebergartensiedlung eingenommen) hufeisenförmig nach Westen um eine kleine, nach Süden zum Haus Nr. 96 offene Senke herum.

Einer Verlautbarung des Stadtbauamtes vom 26.6.1943 ist in diesem Zusammenhang nachstehender Hinweis zu entnehmen: „Die Bevölkerung wird aufmerksam gemacht, dass dtz. im Stadtgebiet Urfahr Sprengarbeiten durchgeführt werden. Es werden daher je 2x während des Tages und insbesondere während der Nachtzeit zwischen 22-23 Uhr und 5-6 Uhr früh jedes Mal 5 bis 8 Detonationen zu hören sein“.

Über Auftrag des damaligen Oberbürgermeisters Dr. Leo Sturma (Schreiben der Bauamtsdirektion vom 29.9.1943, G.Z. 671/43) erfolgte am 13.10.1943 gemeinsam mit dem Gewerbeaufsichtsamt (Ob. Gew. Rat Wisgot) und dem Maschinenamt (Ing. Wunsch) eine Überprüfung aller in Linz in Bau befindlichen Luftschutzstollen. Beanstandungen gab es sowohl im Rudolfstollen als auch beim Limoni- und Aktienkeller. Dass die Kosten für den weiteren Ausbau der Linzer Stollen von den 1943 veranschlagten 60.000 RM auf nahezu sieben Millionen RM im Jahr 1944 hinauf-schnellen sollten³, sei bloß am Rande erwähnt. Einer Aufstellung vom 31.12.1944 zufolge beliefen sich die Gesamtkosten des Rudolfstollens auf 29.528 Reichsmark (1945 betrug der Gegenwert von einer RM gleich 1,50 Schilling).

Vom Rudolfstollen existiert eine ganze Reihe unterschiedlicher Detail- und Projektpläne (Abb. 2); es wurde offenbar aus verschiedensten Gründen laufend umgeplant, nicht zuletzt wegen unerwarteter geologischer Probleme am Beginn des Nordost-Abschnittes (starke Wasserführung). Ursprünglich dürfte zunächst im Wesentlichen überhaupt nur ein knapp 400 Meter

¹ Archiv d. Stadt Linz, NS-Zeit, Sch B29, Auflistung der Deckungsgräben im Stadtgebiet Linz.

Abb. 1: Vereinfachter, ergänzter Grundriss des Rudolfstollens nach einem 1976 vom Stadtvermessungsamt Linz aufgenommenen Plan 1:500, Kartengrundlage: DORIS.

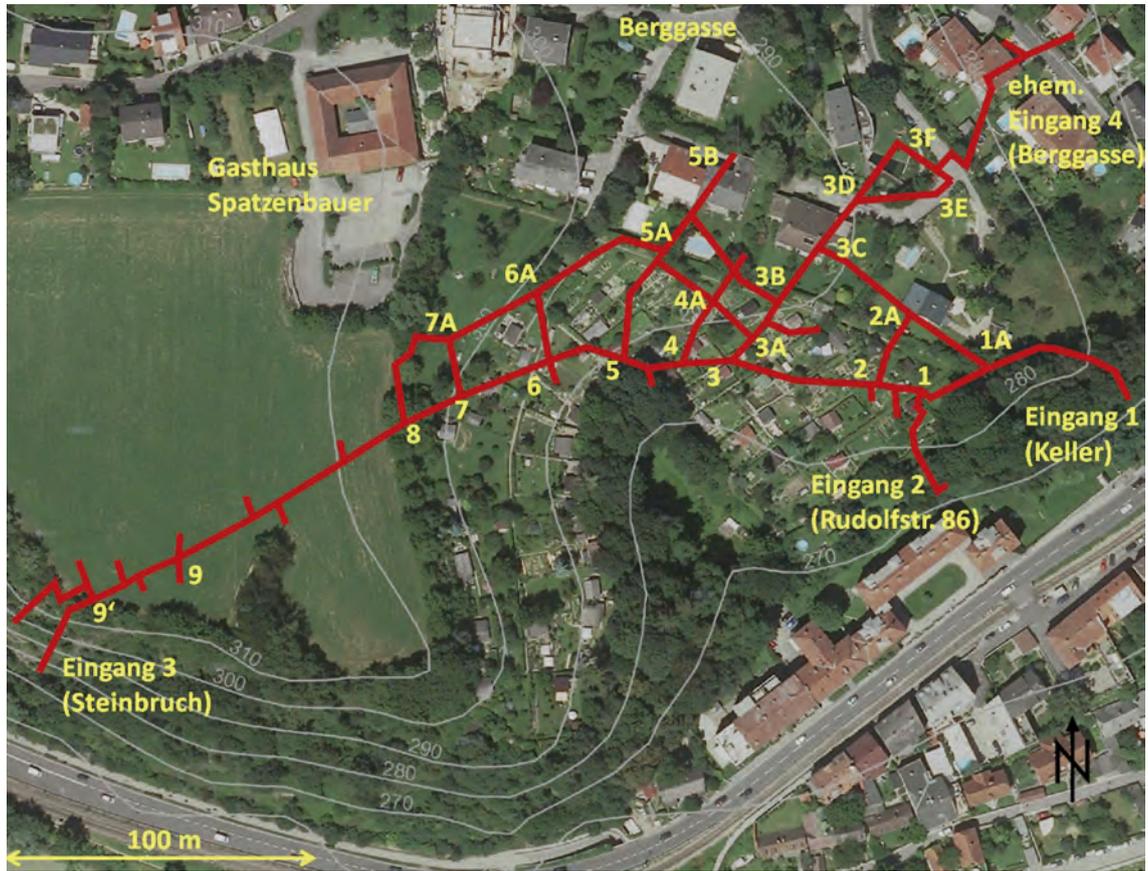
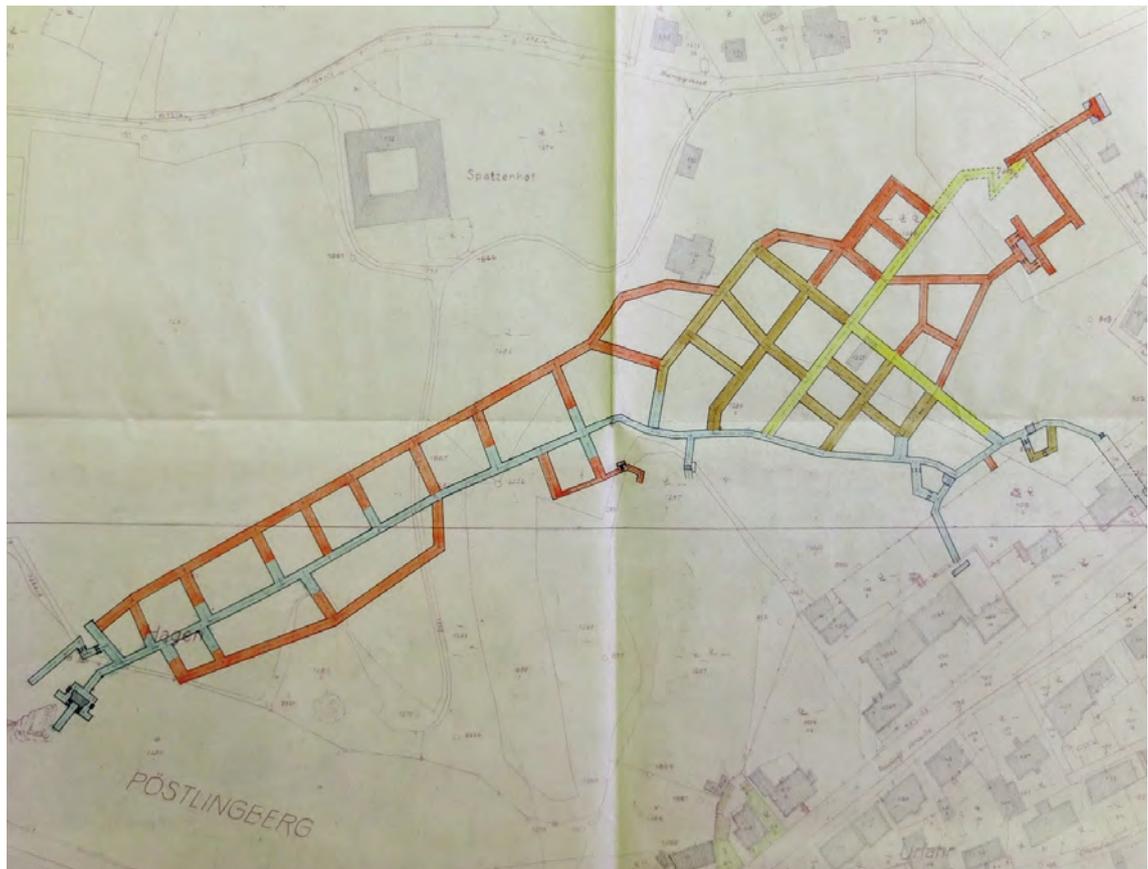


Abb. 2: Erster Ausbauplan, blau: ursprüngliche Ausbaustufe, gelb: Ergänzung II Ausbauplan Tiefbauamt, braun: Ergänzung III Ausbauplan Tiefbauamt, rot: Ergänzung IV Ausbauplan Planungsamt auf einer Karte im Archiv der Stadt Linz.



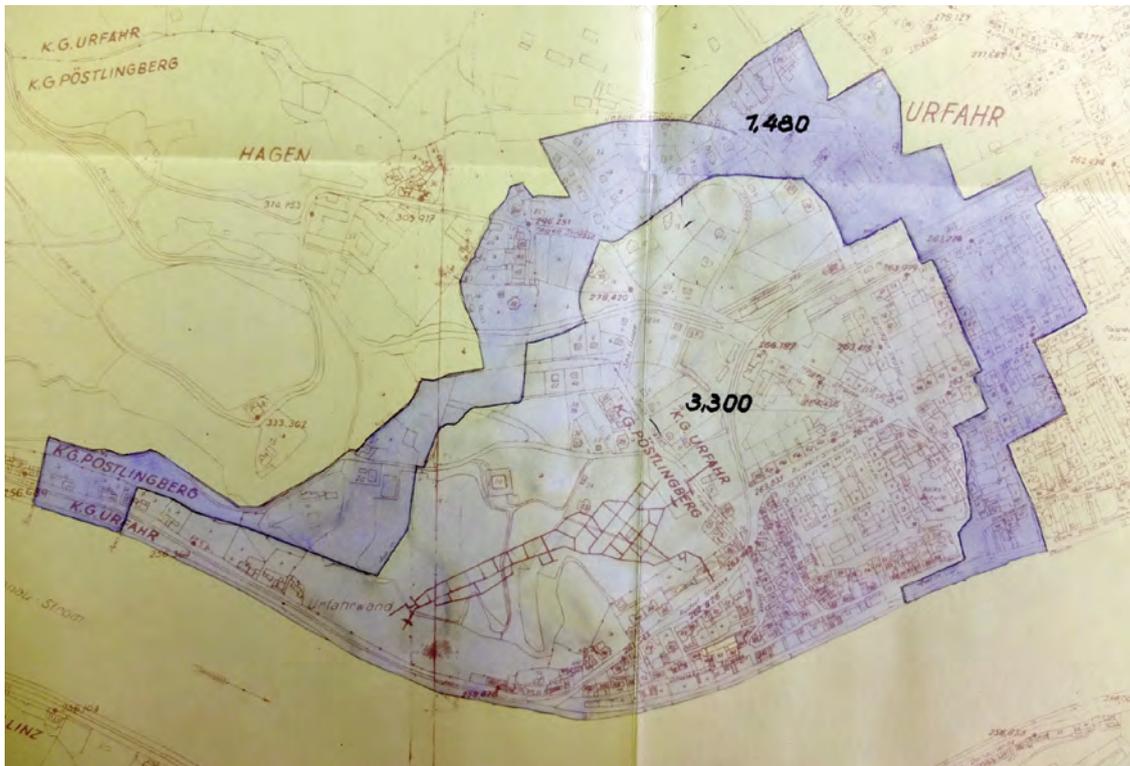


Abb. 3: Einzugsgebiet des Rudolfstollens auf einer Karte im Archiv der Stadt Linz.

langer, in flachem Bogen von Ost (Rudolfstraße) nach West (Steinbruch Urfahrwand) ziehender Stollen mit zahlreichen kurzen Abzweigungen⁴ (sog. „Hilfsplätzen“) vorgesehen gewesen sein. Er wird in der Rundgang-Beschreibung kurz als „Hauptgang“ bezeichnet.

Den östlichen Ausgangspunkt bildete ein bereits bestehender, zwischen 17 und 19 m langer Felsenkeller hinter dem damaligen Gebäude Rudolfstraße 84 (ehemalige „Poschacher Bierhalle“, später bis 1967 Obdachlosenasyl, 1971 abgerissen). Für diesen Schutzraum wird auf einer Darstellung vom September 1939 ein Fassungsvermögen von 180 Personen angegeben. In seinem Hintergrund befindet sich ein Notausstieg, durch den man über fast senkrecht stehende (heute noch vorhandene) Eisenleitern zur 16,5 m höher liegenden Oberfläche gelangen konnte.

Der Keller zählt zu den wenigen bereits Mitte 1943 als bombensicher eingestuften Linzer Felskavernen und bildet zugleich den ältesten Teil des Rudolfstollens. Für letzteren war im Endausbau ein genau umgrenztes engeres Einzugsgebiet (Abb. 3), in dem 3600 Menschen wohnten, vorgesehen; aus einer schmalen Randzone hätten weitere 1480 Bewohner Zuflucht finden sollen, insgesamt also 4780. In einer Aufstellung vom

15.2.1945 wurde das Fassungsvermögen sogar mit 9000 Personen beziffert [KUTSCHERA 1966, S. 246].

Dass zum Ausbau der Linzer Stollen aufgrund des kriegsbedingten Mangels an Arbeitskräften sowohl KZ-Häftlinge als auch ausländische Zwangs- und Fremdarbeiter herangezogen wurden, ist hinlänglich bekannt. Aus dem namenlosen Heer dieser Deportierten hat sich im nordöstlichsten Teil des Rudolfstollens ein italienischer Militärinternierter (IMI) am 5. Mai 1945 – exakt am Tag des Einmarsches der Amerikaner in Linz – mit Bleistift auf einem Ziegel der Ausmauerung verewigt (siehe Rundgang-Beschreibung).

2.3 Die Situation nach Kriegsende

Nach dem Krieg wurden alle noch irgendwie brauchbaren Installationen alsbald abmontiert, die hölzernen Schwellen der Grubenbahn, die dem Abtransport des anfallenden Gesteinsmaterials gedient hatte, wanderten wahrscheinlich als Heizmaterial in die Öfen der Not leidenden Bevölkerung. Nachdem die Eingänge dann verschlossen worden waren, stemmten Neugierige im Steinbruch (Eingang 3) links unten neben der Tür ein großes Loch in die Mauer; durch den Bewuchs von Bäumen und Sträuchern vor obrigkeitlichen Blicken bestens getarnt, konnte hier zweifellos in aller Ruhe gearbeitet werden. Den Wasserstau dahinter gab es damals noch nicht, so dass man trockenen Fußes ins Innere gelangen konnte. Es dürften abenteuerlustige Jugendliche am Werk gewesen sein, denn 1969, als die erste Vermessung durchgeführt wurde, entdeckten wir

²Archiv d. Stadt Linz, NS-Zeit, Sch B29, Kostenvoranschlag der Bau-firma Dipl. Ing. Ernst Hamberger.

³Archiv d. Stadt Linz, Gemeinderatsprotokolle 1943-1944, Niederschrift über die öffentliche Sitzung der Ratsherren, aufgenommen am 30.6.1944.

⁴Archiv d. Stadt Linz, Projektbauplan vom 20.12.1943, mit einer Stollenlänge von 379 Metern und 25 Nischen.

Abb. 4: Dekoration am rechten Rand des Einganges zum tief im Bergesinneren verborgenen Treffpunkt einer Jugendclique. (Foto: E. Fritsch, 1969).



kurz vor dem bereits damals verstürzten Eingang Berggasse – hinter einer Quermauer im letzten linksseitigen Seitenstollen – ein durchaus gemütlich eingerichtetes intimes Kämmerlein, das man in moderner Diktion wohl als Partykeller (im Plan von 1969 noch mit der Bezeichnung „Liebesnest“ beschriftet) bezeichnen würde.

Abgesehen von diesen unbekannt gebliebenen Jugendlichen verschafften sich aber fallweise auch andere Besucher durch das Loch neben der Steinbruch-Tür heimlich Zutritt. Dazu zählen auch jene sechs jungen Höhlenforscher, die am 18.6. sowie 8. und 29.7.1969 mit einfachen Mitteln den Rudolfstollen vermessen und somit den ersten Nachkriegsplan geschaffen haben. Er enthält zahlreiche Details, etwa die ausgemauerten Abschnitte, die Stellen mit den markantesten, in knapp 25 Jahren entstandenen Sinterbildungen sowie die damals noch erkennbaren Spuren der Grubenbahn, die heute nicht mehr zu sehen sind (Abb. 103). Dies alles ist aus der städtischen Aufnahme 1976 nicht ersichtlich.

Der Dornröschenschlaf des Rudolfstollens währte vorerst noch bis in die Mitte der 1970er-Jahre. Wie Erich Pröll als Kompilator der Naturkunde-Chronik 1976 (Naturkundl. Jahrb. d. Stadt Linz 1977⁵, S. 105-106) berichtet, waren „für die geplante Trassierung der Westeinfahrt am Fuß des Bauernberges und des Römerberges“ Märzen-, Cembran-, Limoni- und Kapuzinerkel-

⁵ Auf S. 99 wurde im Naturkundl. Jahrb. 1977 bei der Überschrift der Naturkunde-Chronik statt 1976 irrtümlich 1978 gedruckt (auf S. 3 und 7 richtig).

ler sowie der Schlossbergstollen bereits kartiert worden. Es kann sich dabei eigentlich nur um Vorarbeiten für die Trasse der seit rund 40 Jahren umstrittenen, nun aber offenbar doch vor der Verwirklichung stehenden A26 (Linzer Autobahn) gehandelt haben, denn die sog. Westtangente am Ostfuß der Bauernberg-Hügellkette entlang von ohnehin bereits bestehenden Straßen gab es ja schon längst. Sie teilt mit dem 286 m langen Römerbergtunnel (Freigabe für den Verkehr 1967) den Schlossbergstollen in zwei sehr ungleiche Hälften. An der Vermessung weiterer Anlagen (Aktienkeller, Jungbauerstollen, Zentralkeller und Rudolfstollen) wurde laut Pröll gearbeitet. Die Theodolit-Vermessung des Rudolfstollens begann anderen Quellen zufolge bereits 1975 (Stadtbauamt Linz, Ing. Siegfried Spendlingwimmer), die Polygonpunkte sind an der Stollensohle fix vermarktet (Pl. Nr. 22-2, 1:500, Aufnahme 1976, Stadtvermessungsamt).

Damals begann sich auch der Österreichische Zivilschutzverband für das „unterirdische Linz“ zu interessieren; Zivilschutz war aufgrund der weltpolitischen Situation wieder gefragt. Nach dem Abschluss der Erhebungen für die Strahlenschutz zonen, so Pröll in der Naturkunde-Chronik 1975 (Naturkundl. Jahrb. 1976, S. 161-163), sollten die Linzer Stollensysteme entsprechend den Erfordernissen eines Schutzraumkonzeptes ausgebaut werden (ANONYM 1976).

Die Stadt Linz als Eigentümerin der Rudolfstollens führte daraufhin (laut Pröll auch im Schlossbergstollen) erste Sicherungsmaßnahmen durch. Im August 1978 erfolgte dann im Gemeinderat der Antrag auf die Vergabe der Arbeiten an die Firma Mayreder, Kraus & Co (Linz), wobei man inklusive Ausgaben für Unvorhergesehenes insgesamt 500.000 Schilling veranschlagte. Im Zuge dieser Tätigkeit wurde der Rudolfstollen von verbliebenem Unrat und lockerem Gestein gesäubert, die Gangsohle eingeebnet, trocken gelegt und mit Kies bedeckt; auch der Steinbruch-Eingang wurde dicht gemacht und die Stollenanlage geriet erneut in Vergessenheit.

Erst 2001 bot sich zufällig eine kuriose Gelegenheit, endlich auch jenen sogar auf dem Plan von 1976 aufgrund einer Abmauerung noch nicht verzeichneten alten Felsenkeller (Eingang 1) zu besichtigen. Am 31.10.2001 – zu Halloween – fand nämlich im düsteren, entsprechend gruselig geschmückten Kellergewölbe das vom Linzer City Bund zusammen mit örtlichen Gastronomen veranstaltete 1. Urfahrner Höllenfest statt (FRITSCH 2002). Die besagte Mauer war nun von einer Tür durchbrochen, vielleicht auch erst jüngst eingebaut, um während der Veranstaltung im Notfall über einen Fluchtweg zum Eingang 2 hinter dem Haus Rudolfstraße 86 zu verfügen.

Die vergnügliche Kellerparty hatte aber auch einen Nebeneffekt: Nach nunmehr 32 Jahren Abstinenz war das Interesse am Rudolfstollen wieder wach geworden. Es sollte aber noch weitere fünf Jahre dauern, bis uns neuerlich ein purer Zufall zu Hilfe kam. Am Mittwoch, 12.7.2006, war in den OÖ. Nachrichten auf S. 31 ein Artikel abgedruckt, der von einer Stollenbegehung durch die Familie Reindl aus Goldwörth berichtete. Hintergrund der berührenden Story: Karl Reindl (79) hatte 1945 als 18-Jähriger im Rudolfstollen einen Bombenangriff überlebt, und es war seither sein sehnlichster Wunsch gewesen, die einst lebensrettenden unterirdischen Räume noch einmal betreten zu können. Gelungen ist dies allerdings erst, nachdem sich sein 50-jähriger Sohn Hans nach zahlreichen vergeblichen Anläufen letztlich an die Presse um Unterstützung in dieser Angelegenheit wandte.

Die heiß ersehnte Wanderung durch den Stollen fand am 6.7.2006 unter Führung von Rupert Steininger (†) vom Magistrat Linz statt. Dass an diesem Tag der Steinbruch-Eingang unverschlossen angetroffen wurde, war schon am Tag der Pressemeldung (12.7.2006) ein offenes Geheimnis. Dieser Zustand sollte auch noch einige Zeit anhalten: Am 13.7.2006 durchstreiften wir ungehindert den Rudolfstollen und am 16.7.2006 trafen wir kurz nach 20 Uhr sogar auf ein paar weitere Stollenwanderer, die sich gerade am Rückweg zum Steinbruch befanden.

Dass aber nicht alle Besucher so harmlos sind, beweisen die mit Hammer und Meißel verursachten neueren Zerstörungen am Sinterschmuck im nördlichen Parallelgang. Die Öffnung ist indirekt der ASFINAG zuzuschreiben, die im zweiten Halbjahr 2006 für die Anschlussstelle Donau-Nord (samt einem Tunnel) der Linzer Autobahn (A26) im Steinbruch Urfahrwand Probebohrungen durchführen ließ. Am 26.11.2006 war im Seitengang bei MP 9 ein kleiner Raupenschlepper abgestellt, die Bohrlafette im Steinbruch stand selbst am 18.12.2006 noch vor Ort.

2.4 Forschungen im Rudolfstollen seit 2006

An vielen Stellen der bei der Stollensanierung von 1978/79 aufgebrauchten Bodenbedeckung (Kies) fanden sich keine 30 Jahre später bereits prächtige Sinterformen von beachtlicher Ausdehnung; ein Umstand, bei dem sich allein schon aufgrund dieser simplen Beobachtung jedem Speläologen die brennende Frage aufdrängt, wie es in einem Stollen im Perlgneis in derart kurzer Zeit zu einem so großartigen Tropfsteinwachstum kommen kann. Eine schlüssige Antwort darauf wusste damals niemand.

Aber schon beim ersten Vorversuch konnte immerhin festgestellt werden, dass jenes Testplättchen, das am 19.11.2006 unter einer sehr aktiven Tropfstele im „Sinterkammerl“ zur Messung des Kalkgehaltes bzw. der Absetzgeschwindigkeit des Sinters platziert worden war, nach der Bergung am 18.12.2006 ein hochgerechnetes Sinterwachstum von 10 cm seit der Errichtung vor 60 Jahren (1,66 mm pro Jahr) ergab – ein in Österreich mit Ausnahme von Sinterbildungen in betonierten Bereichen bisher noch nicht dokumentierter Wert, der auch mit den tatsächlichen Dimensionen der Sinterformen im Rudolfstollen gut harmoniert.

Erst im Jahre 2007, mit dem Beginn unserer nun auch offiziellen Forschungstätigkeit (mit Zustimmung der Stadt Linz), war es möglich, das Steinbruchtör mit dem zwar noch vorhandenen, aber nach Abschluss der Bohrarbeiten nicht mehr angebrachten Querbalken zu verschließen. In der Meinung, dass der Rudolfstollen nunmehr aufgrund der rigorosen Absperrungen vor Einbrechern geschützt sei, mussten wir am 28.1.2008 die unerwartete Feststellung machen, dass inzwischen in das doppelwandige Steinbruchtör eine Öffnung geschnitten worden war. Nach entsprechender Meldung wurde das Loch von Mitarbeitern des Magistrats Linz alsbald zugeschweißt.

Der prachtvolle Tropfsteinschmuck des Rudolfstollens (der von keiner anderen Linzer Stollenanlage übertroffen wird) erscheint mittlerweile vor Vandalen einigermaßen gut geschützt. Inwiefern jedoch künftig durch das geplante Straßenbauvorhaben (A26) negative Auswirkungen eintreten werden (etwa Trockenfallen von Sinterbildungen durch Verlagerung der kapillaren Wasserwege infolge von Sprengungen) ist unsicher.

Unser Forschungsprogramm hatte, wie schon angedeutet, zunächst vor allem die Untersuchung des für ein Kristallingestein unglaublich raschen Sinterwachstums sowie des Stollenklimas zum Ziel. Später zeigte sich, dass im äußersten Westen des Stollens sogar einige der nur sehr selten auftretenden Wurzelstalagmiten zur Ausbildung gelangt waren; auch ein paar schwarze Sinteröhrchen gaben zunächst Rätsel auf. Natürlich wurden auch Zoologie (bisher 74 Taxa) und Mykologie miteinbezogen, und gleichzeitig konnten durch intensive Archivarbeit zahllose kaum bekannte Detailinformationen zur Geschichte des Stollens zusammengetragen werden.

Es ist zu hoffen, dass der Rudolfstollen trotz des bevorstehenden Baues der Stadtautobahn als „unterirdisches Forschungslabor“ weitgehend erhalten bleibt, entsprechende wissenschaftliche Fragestellungen gibt es nach wie vor genug. Das vorliegende Werk soll dafür eine erste solide Datenbasis bilden; die Ergebnisse sind den einzelnen Fachbeiträgen zu entnehmen. Einzelne

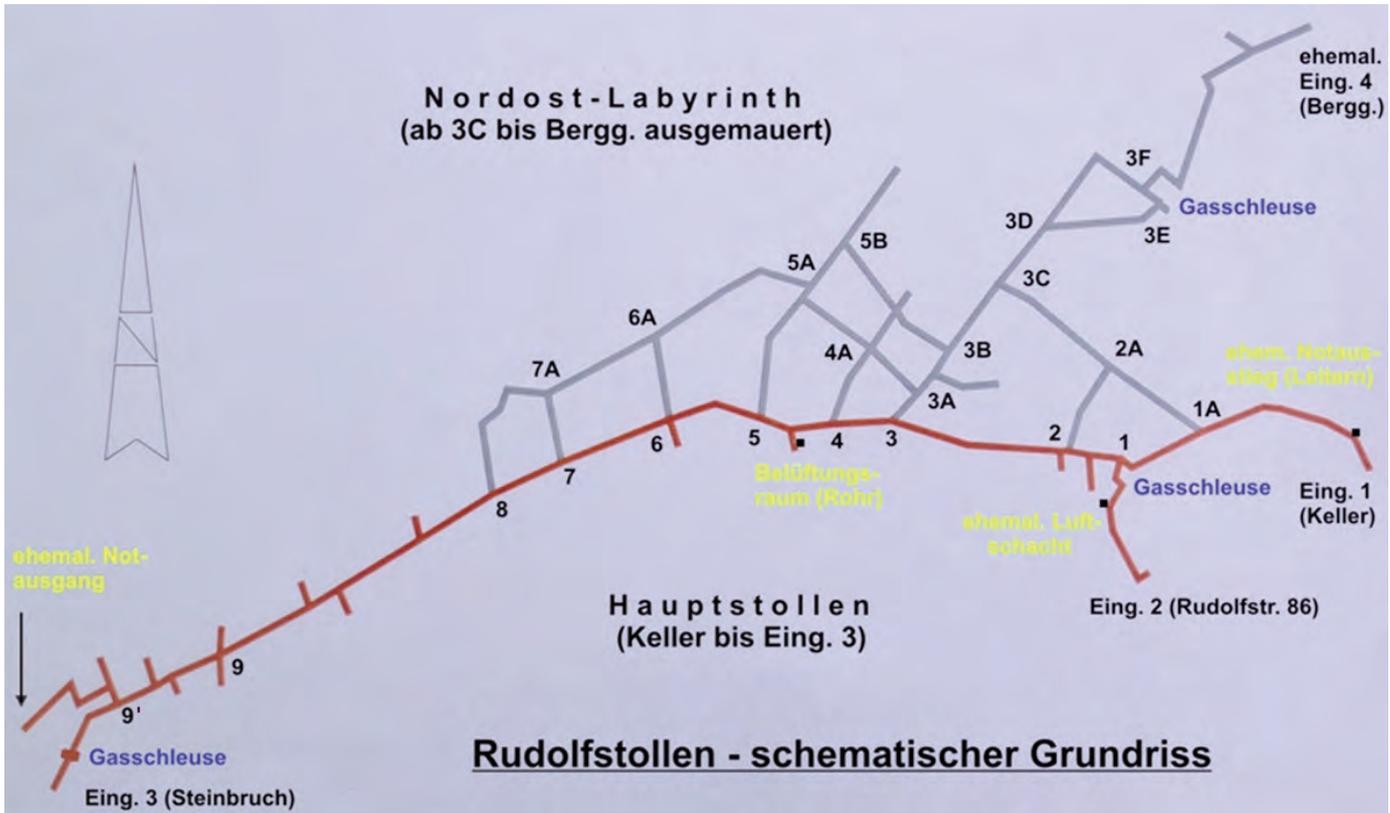


Abb. 5: Übersichtsplan des Rudolfstollens. Rot ist jener Stollenbereich gekennzeichnet, der im ersten Teil des virtuellen Rundganges besprochen wird. Am Rückweg (vom MP 9' über 8, 7A, 5A, 3F und 1A) werden die grau eingefärbten Stollengänge begangen. (Plan: G. Buchegger).

historische Details, die sich dezidiert auf bestimmte Örtlichkeiten im Stollen beziehen, wurden auch in die Beschreibung eines Rundganges durch den Stollen im folgenden Abschnitt integriert.

3 Ein Rundgang durch den Rudolfstollen

Mit Hilfe einer ausführlichen Beschreibung in Form eines – freilich nur virtuellen – Rundganges und des Übersichtsplanes⁶ (Abb. 5) wird versucht, die eigenartige Faszination dieser (einschließlich aller seitlich abzweigenden Nischen) 1323 m Gesamtlänge umfassenden Anlage auch einer breiteren Öffentlichkeit zu vermitteln. Die zunächst eher unerwartete naturwissenschaftliche Bedeutung ist in einem separaten Beitrag eingehend erläutert.

Das Ende der 1970er-Jahre anlässlich der Stollensanierung unübersehbar an den Wänden angebrachte neue Nummernsystem erleichtert vor allem in der teilweise labyrinthischen Osthälfte das Zurechtfinden ganz wesentlich, weshalb es sowohl in den Plan als auch in die Rundgang-Beschreibung (unter der Kurzbezeichnung MP = Markierungspunkt) übernommen wurde. Die eindeutige Zuordnung der jeweiligen Textstellen ist somit gewährleistet (Abb. 5).

Die Gangbreite bewegt sich überwiegend zwischen 2,5 und 3,5 m, die Raumhöhe erreicht stellenweise an die 3 m. Aufgrund des standfesten Gesteins (Perlgneis) konnte bei der Anlage des Rudolfstollens weitgehend auf Ausmauerungen verzichtet werden. Eine grundsätzliche Ausnahme bildet nur der bei MP 3C beginnende, 178 m lange nordöstlichste Abschnitt. Dieser führt – Lehm-/Löss-Ablagerungen durchörternd – zum ehemaligen Eingang Berggasse und musste daher mit einem massiven Ziegelgewölbe armiert werden. Darüber hinaus sind nur noch bei den Eingängen 2 (Rudolfstraße 86) und 3 (Steinbruch) sowie um den MP 4 und 4A nennenswerte, rundum gemauerte Teile vorhanden. Zwar finden sich darüber hinaus noch zahlreiche lokale, aus Ziegeln gefertigte Einbauten (Türrahmen, Abortanlagen etc.), eine tragende Funktion kommt ihnen jedoch kaum zu.

Besonders beeindruckend sind im Rudolfstollen vor allem die in vielen Gangabschnitten anzutreffenden weißen Versinterungen, welche in hartem Kontrast zum umgebenden, im frischen Bruch dunklen Perlgneis stehen. Bedingt durch die unterschiedliche chemische Zusammensetzung der eindringenden Sickerwässer kommen mancherorts auch gelb, rotbraun oder schwarz

⁶ Die Daten wurden dem Plan Nr. 22-2 des Stadtvermessungsamtes Linz (Lageaufnahme und Kataster 1:500), 1976, entnommen.

gefärbte Sinterbildungen vor. Fast überall ist die Stollendecke mehr oder weniger mit zarten Sinterröhrchen sowie Sägezahnsinter geschmückt, an der Gangsohle finden sich da und dort auch noch kleine Tropfwasserbecken mit „Höhlenperlen“. Bei genauerem Hinsehen können wir an bestimmten Stellen sogar winzige, filigrane und bizarr geformte Excentriques und andere Sinterformen entdecken. Die größer formatigen Aufnahmen im Bildteil am Ende der Arbeit mögen all diese aufgrund günstiger klimatischer und hydrologischer Verhältnisse von der Natur in nur wenigen Jahrzehnten geschaffene Formenvielfalt illustrieren. Sie ist umso bemerkenswerter, als sich die Hohlräume des Rudolfstollens im Gegensatz zu alpinen Tropfsteinhöhlen nicht in einem Karbonatgestein befinden.

Wir sollten uns aber bei aller Begeisterung für die heutigen Schönheiten im Inneren des Spatzenberges stets bewusst sein, dass sowohl die Erbauung des Rudolf- als auch des Linzer Schlossbergstollens in die letzten Jahre des NS-Regimes fällt (1943-1944/45) und aufgrund des herrschenden Arbeitskräftemangels zunehmend unter Einsatz von Häftlingen vorangetrieben wurde. Die gleichen unmenschlichen Bedingungen herrschten bei der Adaptierung einiger alter Brauereikeller für den Luftschutz oder bei deren Erweiterung zur Untertagverlagerung kriegswichtiger Produktionszweige (z. B. Aktienkeller). Im hintersten Teil des Rudolfstollens hat ein namentlich nicht bekannter italienischer Gefangener auf einem Ziegel der Ausmauerung ein aufrüttelndes Dokument in Form einer Inschrift hinterlassen, in der er am 5. Mai 1945 das Ende der Gefangenschaft der IMI (Italienische Militärinternierte) verkündet.

3.1 Eingang 1 – der alte Felsenkeller

Wir beginnen nun den Rundgang am östlichsten Eingang 1 des Stollens, nämlich im 105 m² umfassenden (17,5 m langen, 6 m breiten und 4 m hohen), durch eine Mauer zweigeteilten sowie mit Steinplatten gepflasterten Felsenkeller, der seit Jahren vom Magistrat Linz als Materialdepot genutzt wird. Er liegt gegenüber dem Haus Rudolfstraße 73, unmittelbar nach Überquerung der am 17.10.1888 eröffneten Mühlkreisbahn.

Bevor wir uns aber tiefer ins Bergesinnere begeben, sollte keinesfalls die Geschichte dieser Örtlichkeit außer Acht gelassen werden. Der Keller bildet den ältesten Teil⁷ des Rudolfstollens und ist wahrscheinlich dem Gastwirt und Bierbrauer Franz Bauernfeind (geb. 18.10.1807 in Gmunden, gest. am 2.12.1886 in

⁷ AStL., Bauplan Schutzraumanlage Rudolfstraße 84, vom September 1939.

⁸ Am Stadtplan aus dem Jahr 1910: Rudolfstraße 74-80, auf einem Plan von 1925 mit Rudolfstraße 84 bezeichnet. Vgl. auch KAAR & PÖTZELBERGER (o. Jg., ca. 1990).

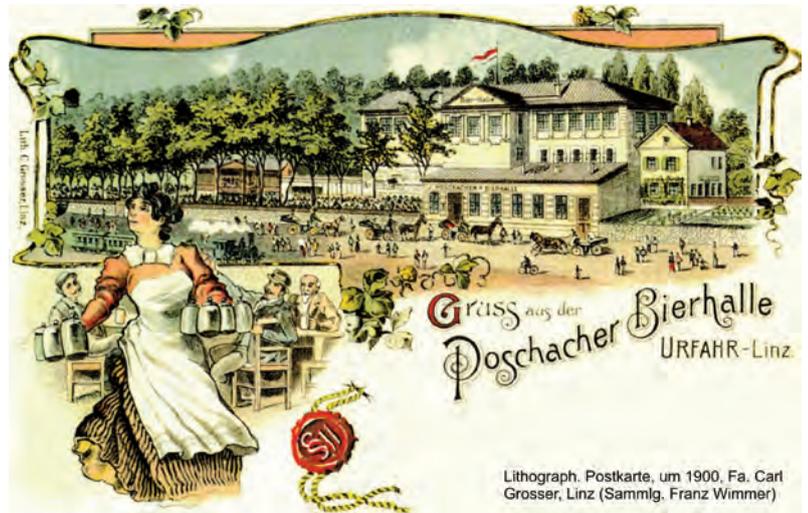


Abb. 6: Vor mehr als hundert Jahren herrschte reges Treiben im Vorfeld des Felsenkellers. (Reproduktion einer Postkarte durch E. Fritsch)

Urfahr) zuzuschreiben, der hier 1844 sein Restaurant „Bierhalle“ samt einem weitläufigen Gastgarten erbauen ließ (Abb. 6).

Im Jahre 1848 erhielt das Gebäude nach dem Besuch einer Deputation des Wiener Sicherheitsausschusses zunächst den Namen „Verbrüderungshalle“; von 1862 an wurde das Lokal von der (auf das Jahr 1836 bzw. 1854 zurückgehenden) Poschacher Brauerei als Sommerbierhalle „Poschacher Bierhalle“⁸ geführt. Bereits 1868, in der Frühzeit der aufkeimenden sozialdemokratischen Bewegung, konstituierte sich hier der erste Linzer Arbeiterbildungsverein. 1918 kam die „Poschacher Bierhalle“ in den Besitz der Gemeinde Urfahr, die ein Jahr später mit Linz zusammengelegt wurde. Von der Zwischenkriegszeit bis 1967 diente das Objekt als Obdachlosenasyll (MAYRHOFER 1980). Im Jahr 1971 wurde das Gebäude abgerissen (REIB & PUFFER 1987) und auch der historische Felsenkeller geriet fast in Vergessenheit. Erst 30 Jahre später kam völlig unerwartet kurzzeitig Leben in das dunkle Gewölbe.

In der Nacht vom 31.10. zum 1.11.2001 fand im etwas gruselig ausgeschmückten Keller das bereits im Abschnitt 2.3 erwähnte vom Linzer City Bund zusammen mit der örtlichen Gastronomie veranstaltete originelle 1. Urfahrner Höllenfest statt (Abb. 7); dieses Halloween-Spektakel war aber zugleich auch wieder das letzte im Inneren des Spatzenberges. Die Veranstaltung bot uns immerhin erstmals Gelegenheit, den ansonsten stets verschlossenen alten Keller zu besuchen, war doch die Verbindung zum eigentlichen Luftschutzstollen selbst 1976 noch vermauert; jetzt stand der Durchgang zwar endlich offen, doch bereits keine 15 Meter dahinter versperrte ein großer Verkaufstisch (an dem in Form schmackhafter Happen „Höllentraß“ aus der „Teufelsküche“ angeboten wurde) den Weiterweg ins Innere.



Abb. 7: Halloween-Fest 2001 im alten Felsenkeller, aufgenommen im vorderen Teil. (Foto: E. Fritsch).



Abb. 8: Durch die geöffnete Tür (links) gelangt man aus dem Keller in den 2,5 m höher liegenden, 1944 erbauten Luftschutzstollen. Die Verbindung wurde nach dem Krieg zugemauert und war zumindest 1976 noch immer verschlossen. (Foto: E. Fritsch)

Bewacht von pflichtbewussten, satanisch dreinblickenden „Höllennordnern“ war auch der Eingang 2, den man als Notausgang vorgesehen hatte.

Im Hintergrund des Kellers befindet sich in 2,4 m Höhe bei einem 70 x 50 cm messenden, offen stehenden eisernen Türchen (Abb. 8) der Zugang zu einem fast senkrechten, mit alten Eisenleitern versehenen und ab Kellersohle insgesamt 16,5 m hohen Schlot, der – primär wohl als Belüftungsschacht angelegt – später als Notausstieg eingerichtet wurde. Die nachstehende Beschreibung beruht auf einer Erkundung durch Erhard Fritsch und Walter Greger am 24.6.2009, bei der auch die Vermessung dieses nicht ungefährlichen Aufstieges durchgeführt wurde (Abb. 9).

Schon der eigentliche Einstieg beim „Eisentür!“ ist heute nur mit Hilfe einer mitgebrachten drei Meter lan-

gen Leiter erreichbar. Dahinter befindet man sich in einem 1,4 m langen und rund 1 m breiten Raum, aus dem eine leicht schräg gestellte, zwischendurch zweimal abgestützte alte Leiter 5 m vertikal nach oben zu einem 1,7 x 1,7 m umfassenden eisernen Zwischenboden führt, der, auf zwei Traversen ruhend, noch einigermaßen Sicherheit zu gewährleisten scheint (Abb. 10). Danach geht es fast senkrecht 2,8 m empor bis zu einem Ziegelgewölbe, von dem eine nun völlig senkrechte, 4,3 m hohe und bloß 0,6 m Durchmesser aufweisende, aus Steinen gemauerte, brunnenartige „Röhre“ den weiteren Anstieg vermittelt (Abb. 11). Sie mündet in einen 0,8 x 0,8 m messenden Raum von 1,9 m Höhe, der mit roten Ziegeln ausgemauert ist. Oben wird er von einer Betondecke abgeschlossen, sechs noch vorhandene Eisenklammern dienten hier als letzte Steighilfen hinauf zur Oberfläche.

3.2 Vom Keller zum Eingang 2 (Rudolfstraße 86)

Zum Verlassen des Kellers folgen wir linker Hand bei einer zumindest 2001 bereits bestehenden Tür dem dahinter 2,5 m ansteigendem Stollengang. Nach 35 m wird die erste Abzweigung erreicht (MP 1A), an der sich unser Rundgang später schließen wird. Wir folgen hier dem linken Gang und gelangen mit wenigen Schritten zu einem völlig vermorschten hölzernen Türstock, in dessen Mulm seit Jahren in unterschiedlicher Häufigkeit der Tausendfüßer *Proteroiulus fuscus* (Fam. Blaniulidae) anzutreffen war; derzeit scheint die Population leider im Erlöschen begriffen zu sein. Die winzigen weißen Asseln aus der Fam. Trichoniscidae sind dort längst verschwunden.

Nach Durchschreiten zweier knapp hintereinander liegender Türöffnungen taucht linker Hand das Betongemäuer einer ehemaligen Gasschleuse auf (MP 1), bei der man um mehrere Ecken herum zum Eingang 2 hinter dem Haus Rudolfstraße 86 gelangt. Am Weg dorthin liegt rechts ein ca. 14 m hoher, ehemals an die Oberfläche führender Belüftungsschacht, der sofort am darunter lagernden Müll und der eingeschwemmten Erde kenntlich ist. Insgesamt 12 in die Betonwand eingelassene, bereits stark ramponierte Eisenklammern führen bis in 4 m Höhe. Durch zwei einmündende, dunkelbraun glasierte Keramik-Rohrleitungen⁹ von 20 cm Innendurchmesser besteht Rufverbindung zu einem nur knapp 5 m weiter nordwestlich endenden ehemaligen Abortstollen, der vom Hauptgang aus, gegenüber von MP 2, zugänglich ist.

Oberhalb der Steigklammern folgt ein 5 m hoher, wegen seiner Weite aber unersteigbarer Felsschlot, der sich 9 m über der Gangsohle noch als etwa 5 m emporführender enger Betonschacht fortsetzt. Obwohl oben

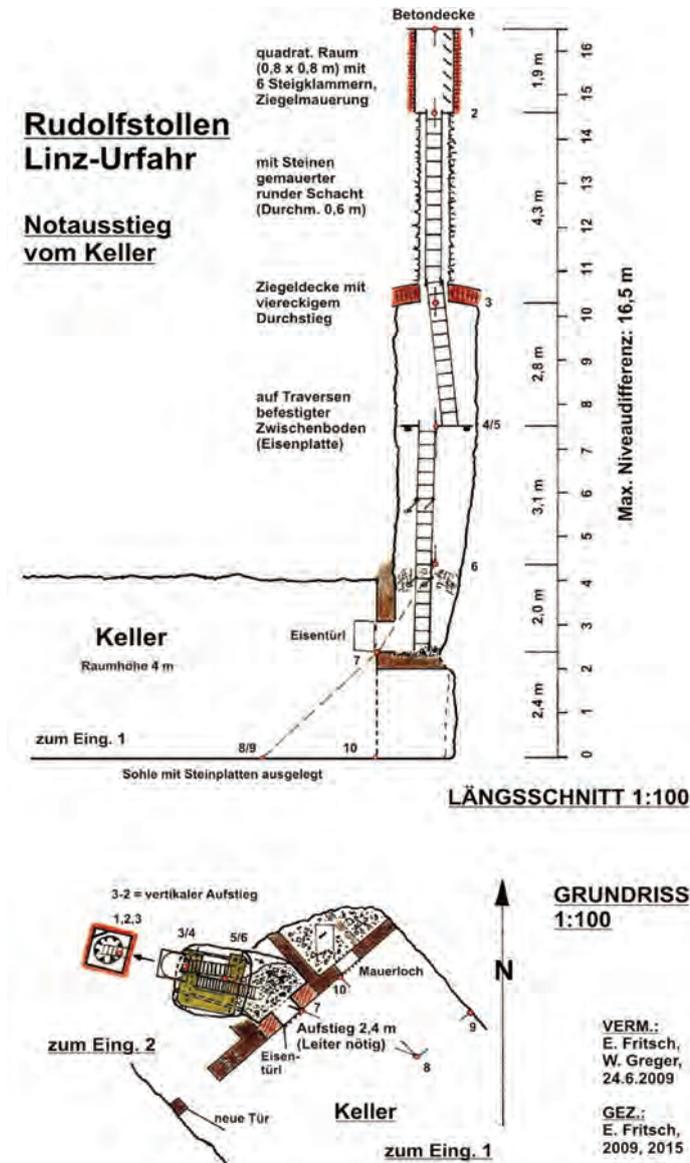


Abb. 9: Detaildarstellung des hinter dem Felsenkeller gelegenen Notausstieges. (Zeichnung: E. Fritsch).

durch eine kompakte Decke abgeschlossen, hängt darunter noch sperriges Gerümpel, das eine exakte Ermittlung der Gesamthöhe stark behindert. Es kann sich hier jedenfalls nur um einen reinen Belüftungsschacht gehandelt haben, als Notausstieg war er mangels durchgehender Aufstieghilfen ungeeignet.

⁹ Wie an der Abzweigung bei MP 2 (gegenüber dem Toilettengang) an einem Steinzeugrohr über der Türöffnung anhand der Prägung abgelesen werden kann, wurden sie von der Tonwarenfabrik Schwandorf (Oberpfalz, Bayern) geliefert, die sich seit 1865, ausgehend von einer Ziegelei, zu einem mehrere Zweigwerke (Wiesau [Lkr. Tirschenreuth], Pirkensee [seit 1972 Ortsteil von Maxhütte-Haidhof], Amberg und Schwarzenfeld) umfassenden Betrieb entwickelte. Amberg und Pirkensee wurden bereits 1929 geschlossen, Schwarzenfeld folgte 1956. Wiesau und das am 17.4.1945 durch Bombenangriffe der Alliierten fast völlig zerstörte Stammwerk in Schwandorf (Fläche 8,3 ha; Wiedereröffnung 1949) schlossen 1994 ihre Pforten (KLITTA 1965 sowie KUTZER 2004).

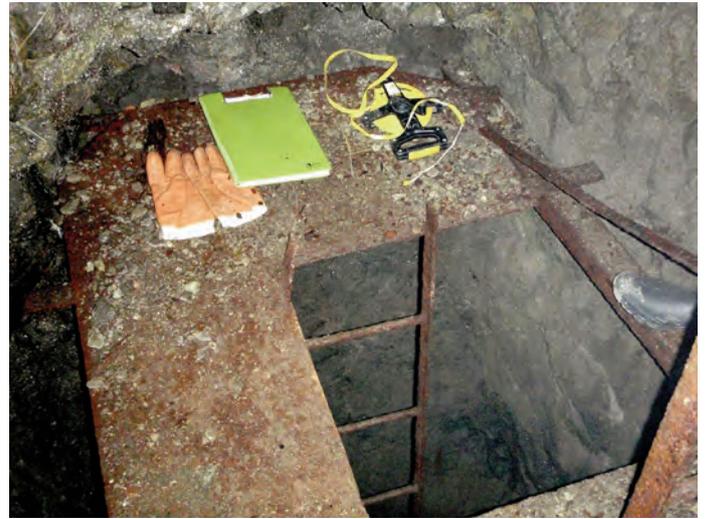


Abb. 10: Der nicht sehr einladende, in 7,5 m Höhe gelegene Zwischenboden des nach oben führenden Notausstieges unweit des Felsenkellers. (Foto: E. Fritsch).



Abb. 11: Die dritte Leiter – Aufstieg in die oberste, heute mit einer Betondecke abgeschlossene Kammer. (Foto: E. Fritsch).

23 m danach mündet der Stollen am Hangfuß in einen quer verlaufenden, 11 m langen und (in seinem nordöstlichsten Teil) bis zu 3 m breiten, massiven Betonvorbau, der als Splitterschutz gedacht war. Seine heutige südwestliche Vermauerung ist von vier kleinen Öffnungen durchbrochen, durch die, wie auch bei den Türritzen, nicht nur zu Beginn des Winters allerlei Insekten, Spinnen und Schnecken ins Innere gelangen.

Tritt man durch das an der Südostseite eingelassene zweiflügelige Tor ins Freie (Abb. 12), sollte auch der davor befindliche große Wohnblock Rudolfstraße 86-92 kurz beachtet werden. Obwohl der Baukomplex dem ungeschulten Auge zunächst vielleicht eher schlicht erscheinen mag, gehört er dennoch zu den bedeutendsten Linzer Wohnanlagen der Zwischenkriegszeit.



Abb. 12: Eingang 2 (Rudolfstraße 86) zum Rudolfstollen. (Foto: H. Thaler).



Abb. 13: Ein im Hauptgang gut sichtbarer – aber in Auflösung befindlicher – Holzbalken mit dem im Hintergrund liegenden Anschlussstück eines Keramikrohres zur Belüftung. (Foto: E. Fritsch).

Bereits 1929 von Mauriz BALZAREK (1872-1945)¹⁰, der bekanntesten Architektenpersönlichkeit des Jugendstils in Oberösterreich, im Auftrag des Stadtbauamtes Linz im südwestlichen Bereich des ehemaligen „Poschachergartens“ (also der ehemaligen Bierhalle) geplant, konnten um Silvester 1932 einige gut situierte Mieter – der Zins betrug immerhin zwei Fünftel eines Normalgehaltes – diese damals komfortabelsten Wohnungen in Urfahr beziehen. Obwohl sich Badezimmer und Waschküche (mit Kupferkessel, Wassergrander und großem Tisch zum Wäschebürsten) im Dachgeschoß befanden und Brennmaterial bis hinauf geschleppt werden musste, bot der „Poschacherblock“ im Vergleich zu den umliegenden alten Häusern hohe Wohnqualität (SONNLEITNER 1989, S. 65).

¹⁰ An einem Pfeiler der Garteneinfriedung seines Wohnhauses Niederreithstraße 34 wurde 1982 von der Stadt Linz eine Gedenktafel angebracht.

3.3 Vom Eingang 2 durch den Hauptstollen zum Steinbruch (Eingang 3)

Wir kehren von der Rudolfstraße nach Besichtigung des markanten Wohnblocks auf inzwischen bekanntem Weg zum MP 1 in den Hauptstollen zurück. Folgt man diesem (im Gesamtsystem am weitesten südlich gelegenen Gang) Richtung Westen, so öffnet sich nach 10 m Wegstrecke (bei MP 2) an der linken Seite eine 9 m lange Abzweigung, die aufgrund ihrer kleinen, durch Ziegelmauern abgeteilten Zellen unschwer als Toilettenanlage zu erkennen ist. Laut einem Projektplan befand sich gleich rechts hinter dem Eingang ein kleiner Waschraum, ihm gegenüber lag das Pissoir, und anschließend war noch Platz für insgesamt 10 Aborte vorgesehen. Ansonsten ist von Installationen nichts mehr zu erkennen, sie dürften bald nach Kriegsende von Plünderern abmontiert worden sein. Erhalten ist lediglich eine unterhalb der Decke auf einem knapp 30 cm breiten Betonsträger verlaufende Rohrleitung aus braun glasiertem Steinzeug, die den Hauptgang (auf hölzernen Balken montiert) überquerte und bis zum schräg gegenüber liegenden Verbindungsstollen MP 2/2A reichte, der als Frauentoilette diente (Abb. 13). 1969 fanden sich in den kleinen gemauerten Nischen bei MP 2 einige alte Holzfässer, die hier offensichtlich einige Jahre zuvor entsorgt worden waren. Die Gesteinsüberdeckung beträgt an dieser Stelle rund 14 bis 16 m (die Angaben in den Projektplänen variieren).

Vom Hintergrund des südlichen (linken) Abortganges führte die Rohrleitung – bedingt durch die Vermauerung auf nicht begehbarem Weg – zum Fußpunkt des 5 m südöstlich liegenden (und bereits im Kapitel 4.2 beschrieben), ca. 14 m hohen Belüftungsschachtes, der 26 m Luftlinie vom Eingang 2 entfernt ist.

Nur wenige Schritte nach dem Toilettenstollen (gegenüber von MP 2) zweigt vom Hauptgang links ein betoniertes, knapp 4 m langes Betongewölbe unbekannter Verwendung ab. 1969 fanden wir darin eine Autobatterie sowie einen Sessel, und die gleichmäßig glatt verputzten Wände waren bereits damals mit allerlei Schmierereien versehen.

Acht Meter nach MP 2 treffen wir auf die erste umfangreichere (aus Schutzgründen vom Forschungsteam „eingezäunte“) Bodenversinterung (Abb. 14). Nicht nur hier im Hauptgang, sondern auch an vielen anderen Stellen des Gesamtsystems ist die ungewöhnlich rasch fortschreitende Übersinterung der gegen Ende der 1970er-Jahre eingeebneten und mit Kies bedeckten Stollensohle besonders bemerkenswert.

Auf dem Weiterweg wird nach knapp 40 m eine 0,4 m starke Quermauer passiert und 5 m dahinter tref-

fen wir auf den MP 3, von dem aus (wie auch von MP 1A) der infolge instabiler geologischer Verhältnisse (Lehm/Löss) durchgehend mit Ziegeln ausgemauerte, bei MP 3C beginnende nordöstlichste Abschnitt des Rudolfstollens erreicht werden kann. Wir werden ihn gegen Ende des Stollen-Rundganges ebenfalls noch besuchen.

Etwa 15 m danach wird nahe der von Mauern umrahmten Abzweigung bei MP 4 (Sohle 267,7 m SH) eine kaum merkliche (künstliche) Wasserscheide passiert, von der die (aus dem nördlichen Bereich des Stollensystems) einsickernden Wässer in unterschiedliche Richtungen abfließen; einerseits mit insgesamt etwas stärkerem Gefälle (durchschnittliche Schüttung: 0,3 l/sec) nach Südwesten zum 250 m entfernten, 4,4 m tiefer liegenden Steinbruch-Eingang (SH bei der Gasschleuse 263,3 m), andererseits zum geringeren Teil nach Osten, wo sie jedoch – nach rund 70 m (ab MP 2, SH 267,2 m) nicht mehr direkt verfolgbar – Richtung Keller (Eingang 1) im Untergrund verschwinden (durchschnittliche Schüttung: 0,2 l/sec.). Der zum MP 4A abzweigende Gang war 1969 fast zur Hälfte mit Wasser bedeckt, das sich vermutlich an einem verstopften Abflussrohr bei MP 4 gestaut hat; heute ist dort alles trocken.

12 m westlich von MP 4 bemerkt man nach Passieren eines knapp 4 m langen, seitlich auf Ziegelmauern ruhenden flachen und nach Westen hin leicht abfallenden Betongewölbes linker Hand eine offen stehende Luftschutztür (eine zweite ist nur noch bei MP 3D im Nordost-Labyrinth erhalten). Sie führt in eine 5 x 3 bis 3,5 m messende Abzweigung mit massiven Betonfundamenten und überraschend üppigen Sinterformen sowie kleinen Wasserbecken.

Von den technischen Einrichtungen (Elektromotor, Ventilator) dieses „Maschinenraums“ fehlte selbst 1969 schon jede Spur und nur noch die Schraubgewinde auf den Betonsockeln erinnerten an frühere Aufbauten, die hier – fast im Zentrum des Stollens – zur Steuerung der Belüftung installiert waren (Abb. 15). Einzig eine großvolumige, mit Blech ausgekleidete Röhre, die ostseitig, 1,8 m über der Sohle ansetzend, steil nach oben zieht, kündigt heute noch von jenem Belüftungsschacht, der laut zeitgenössischen Plänen an dieser Stelle zur Oberfläche geführt hat. Nach Abschluss der Arbeiten wurde er wieder verschlossen; ein Teil der Betondecke in 3,2 m Höhe lässt dies erahnen, ansonsten ist der Raum (wie auch der Hauptgang bei der Abzweigung) nur etwa 2,6 m hoch.

Bloß 10 m weiter folgt bei MP 5 ein besonders reich geschmückter Stollenteil (Abb. 16). Beidseitig neben der Türöffnung finden sich mehr oder weniger büschel-



Abb. 14: Absperrungsmaßnahmen für eine Bodenversinterung mit Tropfstellen und unzähligen kleinen Sinterbecken im Hauptgang. (Foto: E. Fritsch).

förmig am Wandsinter aufsitzende zarte Auswüchse (Aragonit). Man sollte dennoch seine Neugier bezähmen, und – wie auch in allen anderen besonders schützenswerten Teilen – die zwischen 9. April und 25. Mai 2012 angebrachten Seil-Absperrungen nicht übersteigen. Im abzweigenden Gang war laut einer der (immer wieder abgeänderten) Planungen eine weitere Abortanlage vorgesehen. Auch dieser Gang ist inzwischen unge-

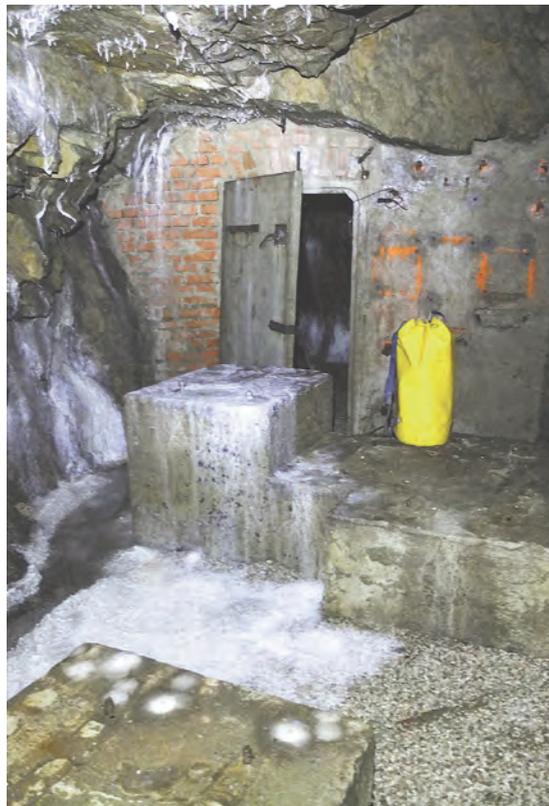


Abb. 15: Betonfundamente mit zahlreichen Sinterablagerungen im ehemaligen „Maschinenraum“ des Stollens. (Foto: E. Fritsch).



Abb. 16: Ein besonders repräsentativer Abschnitt mit Wand- und Bodenversinterungen im südlichsten Stollengang an der Abzweigung MP 5. (Foto: E. Fritsch).



Abb. 17: Wassergefüllte Krater im rotbraunen eisenoxihydratreichen Verwitterungsmaterial des Gneises an der Gangsohle des Hauptganges nahe dem MP 6, der Bildausschnitt beträgt ca. 30x20 cm. (Foto: H. Thaler).



Abb. 18: Der leicht in Richtung Westen abfallende Hauptgang im südlichsten Bereich der Stollenanlage (MP 6 – MP 7). (Foto: H. Thaler).

wöhnlich stark mit verschiedensten Sinterformen ausgestattet; einen guten Einblick werden wir später vom MP 5A aus gewinnen.

Der Hauptgang schwenkt zwischen MP 5 und MP 6 (dem Messpunkt 19 mit 266,99 m SH entsprechend) deutlich nach Südwesten um, und bildet dann eine weiterhin fast unmerklich abfallende 200 m lange Gerade bis zum Eingang 3 (Steinbruch). Dass dabei bis zur dortigen Gasschleuse tatsächlich noch 3,65 m Höhenunterschied überwunden werden, bestätigt die Theodolit-Aufnahme 1976 des Stadtvermessungsamtes Linz.

Drei Meter nach der linken (südseitigen) Nische bei MP 6 findet sich als Kuriosum eine inzwischen fast völlig übersinterte und daher leicht zu übersehende Etikette einer „Römerquelle“-Flasche; vielleicht hat diese ein durstiger Arbeiter während der um 1978 durchgeführten Stollen-Sanierung an die nasse Wand geheftet.

Nur 3 m weiter trifft man, ebenfalls linker Hand, auf eine 7 bis 8 m lange Zone rotbrauner plastischer Ablagerungen mit kleinen wassergefüllten Kratern (Abb. 17), aus denen schon bei leichtem Druck auf die Umgebung Luftblasen aufsteigen. Auch diese Fläche wurde nicht grundlos durch eine Umzäunung abgegrenzt.

Von der zeitlichen Entstehung her ist dieser braune Schlamm insofern interessant, als er sich auf dem erst Ende der 1970er-Jahre eingebrachten Kies abgelagert hat und sein Alter somit recht genau feststeht. Er nimmt die gesamte Stollenbreite bis zum nordseitig verlaufenden Sohlengerinne ein und wird nach Südwesten hin allmählich von festem Bodensinter sowie kleinen seichten Wasserbecken abgelöst, in denen sich zarte Kalzitkristalle geformt haben. Ein hier im Jahr 2010 ausgelegtes rot-weiß-rotes Absperrband war schon nach zwei Jahren derart fest angesintert, dass es bedauerlicherweise nicht mehr vollständig entfernt werden konnte. Wir befinden uns hier auf etwa der Hälfte des insgesamt fast 400 m langen Weges vom Eingang 1 (Keller) zum Steinbruch-Tor (Eingang 3), die Gesteinsüberdeckung um den MP 6 beträgt laut den Projektplänen rund 25 bis 27 m (Abb. 18).

Nur wenige Meter nordöstlich von MP 7 konnten bei einer Begehung am 7. Juli 2010 einige kleine, deutlich malachitgrün gefärbte Sinterwülste entdeckt werden. Sie sind durch Fotos gut dokumentiert. Bemerkenswert ist, dass sie im Laufe der folgenden Jahre allmählich verblassten und 2015 überhaupt nur noch bei genauer Ortskenntnis zu finden waren. Die Ursache dieser im Rudolfstollen ansonst unbekanntes Farbvariante bleibt vorerst ungeklärt.

Etwa ab diesem Bereich sind auch an den Seitenwänden des Ganges zunehmend verschiedenfarbige Sin-

terablagerungen – von reinstem Weiß bis tiefschwarz – und sogar erste dunkle Tropfröhren zu beobachten. Das am Nordrand des Hauptganges verlaufende Gerinne ist an seiner Sohle überwiegend mit festem, gelbbraunem Sinter ausgekleidet. Man sollte diesen kleinen Wassergräben, die in fast allen Gängen entlang der Wände verlaufen, stets besondere Aufmerksamkeit schenken, denn vielerorts erfreuen an ihren Ufern zarte verästelte Kristallbildungen das Auge. Nur noch an wenigen Stellen sind dagegen jene kleinen nestartigen Sinterbecken zu finden, in denen sich Höhlenperlen abgelagert haben; sie wurden leider im Laufe der Jahre von immer wieder irgendwo eindringenden Souvenirjägern dezimiert. Es handelt sich dabei um meist rundlich geformte, vom Tropf- bzw. Fließwasser abgerollte Sinterfragmente oder – wie im Rudolfstollen zu vermuten ist – auch um versinterte Kiesstücke, die bei der Sanierung vor fast 50 Jahren ins Gerinne fielen.

20 m weiter südwestlich (bzw. etwa 40 m nach den rotbraunen Kratern) treffen wir dann bei MP 8 auf einen kleinen Wasserstau, der zwar meist die ganze Stollenbreite einnimmt, aufgrund seiner geringen Tiefe jedoch keinerlei Probleme bei der Begehung bereitet. Das an der Abzweigung verlegte Kanalrohr ist hier fast zur Gänze verstopft, so dass sich davor an der Oberfläche ausgedehnte Kalkhäutchen gebildet haben, die, wenn sie zu schwer werden, auf den Grund absinken (Abb. 19).

Gleich jenseits der genannten Wasserlacke, an einem Felsen links in Bodennähe, entspringen aus feinen dunklen Fäden zahlreiche bleichfarbene und daher erst bei genauerem Hinsehen bemerkbare, kleine gallerartige Auswüchse. Wie bei den habituell stark abweichenden, meist an einem schwarzen Pilzmyzelfaden hängenden gelblichen Gebilden südlich von MP 6A ist jedoch auch hier eine seriöse Bestimmung anhand des äußeren Erscheinungsbildes nicht möglich (vgl. Kapitel 3.5).

10 m südwestlich von MP 8 ist das rechtsseitig (nördlich) verlaufende Gerinne zu beachten. Zwei innerhalb von 3,5 m von seinem Rand vorspringende, annähernd halbrunde rotbraune Sedimentakkumulationen (farblich mit der großen Fläche bei MP 6 vergleichbar) sowie weiße Pilzmyzelien, die auf der Wasseroberfläche schwimmen, erfreuen hier erneut den Stollenwanderer. Auch die gelblichbraune Sinterauskleidung des Abflussgerinnes wird umso markanter, je mehr man sich dem Steinbrucheingang nähert, bereichsweise finden sich ausgedehnte Kristallrasen (Abb. 20).

Entlang des Hauptganges folgen dann insgesamt sieben in unterschiedlichen Abständen aus dem Gestein gesprengte Seitenkammern¹¹ (links/südlich drei und rechts vier) mit Ausmaßen von jeweils ca. 7 x 3 m, die



Abb. 19: Im Rückstaubereich des Abflussgerinnes nahe des MP 8 bilden sich an der Wasseroberfläche schwimmende Kalkplättchen. (Foto: H. Thaler).



Abb. 20: Kristallrasen im Bachlauf des Hauptganges westlich von MP 8, Unterwasseraufnahme. (Foto: R. Pavuza).

als „Hilfsplätze“ bezeichnet wurden und für jeweils 55 Personen Platz bieten sollten. Ob sie aber überhaupt noch – wenigstens annähernd – so eingerichtet werden konnten, wie es auf einem minutiös ausgearbeiteten Projektplan dargestellt wurde, muss bezweifelt werden. Aus zeitgenössischen Arbeitsberichten der im Linzer Stollenbau tätigen Baufirmen geht jedenfalls deutlich hervor, dass vor allem Material- aber auch Arbeitskräftemangel in den letzten Kriegsmonaten ein leidiges Dauerthema war.

Im Bereich der Markierungspunkte 9 (sie wurden in den 1970er-Jahren wohl irrträglich im Abstand von 30 m zweimal an die Wand gepinselt) erweitert sich die Raumdimension wieder ein wenig, bis man schließlich

¹¹ ASL., Bauplan des Luftschutzstollens in der Rudolfstraße (Einrichtung der Nischen) vom 18.12.1943.



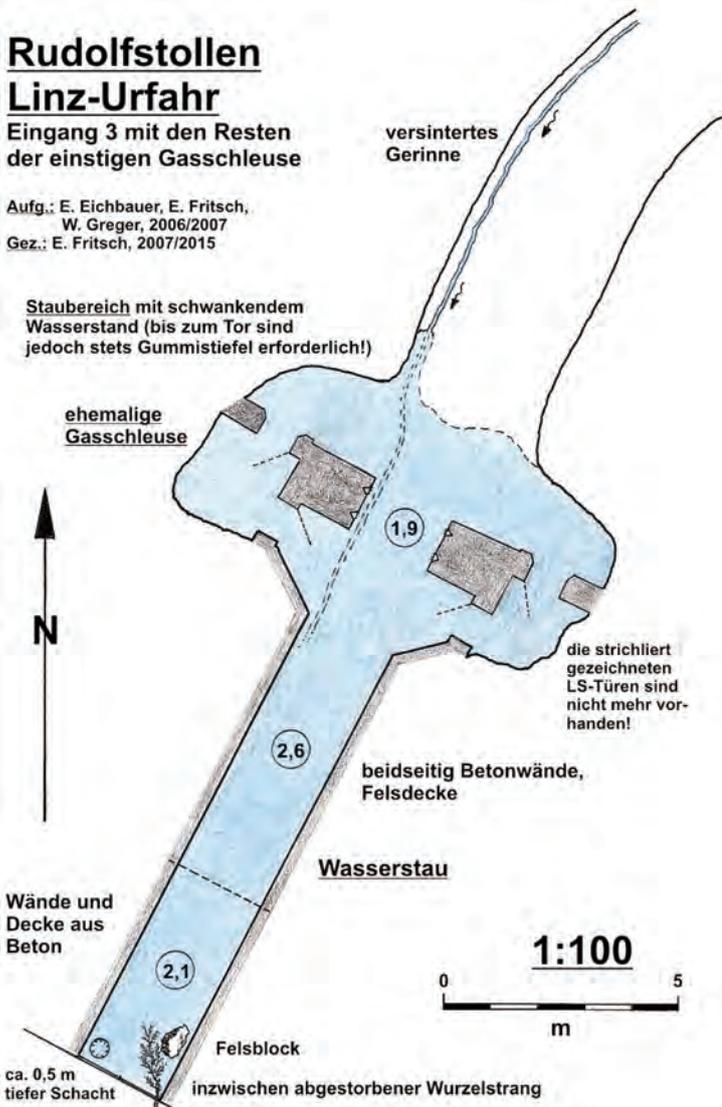
Abb. 21: Eingang 3 (Steinbruch) mit der im Stolleninneren liegenden Gasschleuse bzw. mit dem variablen und bis zu ca.16 m zurückreichenden Wasserrückstau. (Foto: W. Greger).

Rudolfstollen Linz-Urfahr

Eingang 3 mit den Resten der einstigen Gasschleuse

Aufg.: E. Eichbauer, E. Fritsch,
W. Greger, 2006/2007
Gez.: E. Fritsch, 2007/2015

Staubereich mit schwankendem
Wasserstand (bis zum Tor sind
jedoch stets Gummistiefel erforderlich!)



**Eingang 3 (Steinbruch Urfahrwänd), SH. 263 m,
Parz. 1284/1, KG 45213 Pöstlingberg**

20 m nach dem zweiten „Neuner“ (im beiliegenden Plan sowie auf Abb. 5 daher jeweils mit 9' bezeichnet, um Irrtümer zu vermeiden) auf ein querstehendes Bollwerk mit bis zu 1,2 m dicken Betonmauern trifft, bei dem es sich um eine ehemalige Gasschleuse handelt. In der Mitte befindet sich ein 1,9 m hoher und fast ebenso breiter Durchgang, links und rechts davon liegt jeweils eine 70 cm breite Öffnung, die Türen fehlen. Der ausgesprengte Raum um die Gasschleuse erreicht 9 m Breite und erweitert den Gangverlauf auf vier bis fünf Meter Länge. Ein hier beginnender Wasserstau reicht bis zur Tür des Einganges 3 (Steinbruch) und kann sich bis auf ca. 16 m verlängern (Abb. 21 und 22).

14 m hinter der Gasschleuse ist der Stollen heute durch ein doppelwandiges, innen mit einem schweren Querbalken gesichertes Metalltor verschlossen, vor dem sich das aus dem Stollen ins Freie abfließende Wasser je nach Andrang mehr oder weniger hoch aufstaut. Wer bis dorthin vordringen will, benötigt ab der Gasschleuse auf alle Fälle Gummistiefel. Das jahrelange Schließen der Tür hat sich allein schon deshalb gelohnt, weil der Rückstau des Wassers linksseitig bei der Tür (und somit völlig vom Wasser überdeckt) einen bleichen, üppig verästelten Wurzelstrang ins Innere wachsen ließ (Abb. 23).

Am 30.4.2010 erreichte das dicht verfilzte Geflecht eine Länge von gut 1,5 m, zeigte jedoch am 25.9.2012 bereits starke Zerfallstendenzen; 2015 waren nur noch dürftige, abgestorbene wirkende Reste vorhanden.

Das Umfeld des Tores 3 wird ganzjährig vor allem von Spinnen und Asseln bevölkert. Am 26.5.2010 entdeckte E. Fritsch auf mehreren Exemplaren der Finsterpinne *Amaurobius ferox* einen alsbald den gesamten Körper durchwuchernden, zunehmend ausgeprägt stachelig aussehenden weißen Pilz, dem innerhalb von zwei Monaten praktisch die gesamte Population vor Ort zum Opfer gefallen ist. Die „Höhlepinne“ *Meta menardi* oder die Asseln waren davon nicht betroffen. Ein weiterer Befall ist bis 2015 nicht mehr aufgetreten.

Der Eingang 3, ca. 320 m Luftlinie westlich vom Eingang 2 (Rudolfstraße 86) gelegen, öffnet sich knapp oberhalb der Rohrbacher Straße (B127) und liegt – von dieser nicht einsehbar – in einem alten, dicht verwachsenen Steinbruch mit massiven Steinschlag-Schutzzäunen. Ein Schranken samt „Zutritt verboten“-Schild sperrt den kurzen Auffahrtsweg, was aber dennoch im Winter 2007/08 ein paar Eindringlinge nicht daran hindern konnte, 70 cm über der Gangsohle in die Tür ein 50 x 35 cm großes Loch zu schneiden. Erstmals festgestellt am 28.1.2008, wurde es aufgrund unserer Meldung vom Magistrat Linz wieder

Abb. 22: Eingangsbereich des westlichen Stolleneinganges 3. (Zeichnung: E. Fritsch).

Abb. 23: Nur zeitweise (Jänner 2009) zeigt sich ein stark verästelter Wurzelstrang an der Innenseite des Einganges 3, Bildausschnitt: ca. 1 x 1 m. (Foto: E. Fritsch).

zugeschweißt (am 22.2. 2008 war es bereits verschlossen). Über die Motivation dieser zweifellos profimäßig ausgestatteten Eindringlinge kann man bloß spekulieren: im Rudolfstollen ruhen ja keine Schätze aus der NS-Zeit, es handelt sich um eine reine Luftschutzanlage für die Zivilbevölkerung, und alles, was nach Kriegsende an Verwertbarem vorhanden war, wurde der damaligen Not gehorchend ohnehin bald fortgeschafft, angefangen mit den Holzschwellen und Schienen der Grubenbahn (die zum Abtransport des Sprengschuttes gedient hat) bis hin zu den Belüftungsaggregaten, Türen, Leitungsdrähten und den Installationen der Toilettenanlagen.

Die Spuren des Grubenbahn-Unterbaues (Abb. 103) waren 1969 in den nachstehenden Gangabschnitten noch deutlich als regelmäßig angeordnete, quer verlaufende Vertiefungen zu erkennen: Nördlich von MP 8, dann durchgehend zwischen MP 6 über MP 6A bis ins „Sinterkammerl“ (nordöstlich von MP 5B), weiters zwischen MP 3B und MP 3C sowie zwischen MP 3D und MP 3E. Im Hauptgang zwischen den Eingängen 1, 2 und 3 fehlten sie damals bereits.

Im Zusammenhang mit Plünderungen und Zerstörung soll jedoch nicht verschwiegen werden, dass bald nach 1986 Vandalen auch im 1267 m langen (inzwischen von der BIG verschlossenen) Gusener Stollen (Deckname „Kellerbau“, beim KZ-Nebenlager Gusen I, Ortsgem. Langenstein) südöstlich von St. Georgen a. d. Gusen gewütet haben. Selbst die nur nach Durchwatren einer ausgedehnten Stauzone erreichbaren, einzigartig wirr verästelten Sintergebilde wurden damals brutal zerstört. Im Rudolfstollen sollte in Zukunft eine effiziente Versperrung derlei verhindern.

3.4 Vom Steinbruch-Eingang zum ehemaligen Notausstieg

Wir kehren nun von der Eingangstür 3 zurück zur Gasschleuse und biegen 20 m danach bei einer Betonmauer (MP 9') nach links (Nordwesten) ein. Diese 12 m lange Abzweigung wird in einem Projektplan als Abortstollen bezeichnet, ob er je als solcher eingerichtet worden ist, muss unbeantwortet bleiben. Bemerkenswert sind hier jedenfalls ein paar recht eigenwillig gebogene, durch Eisen und Mangan braunschwarz gefärbte Sinter-

Abb. 25: Im ehemaligen Notausgang nahe dem Eingang 3 befinden sich links und rechts an den Stollenrändern mehrere Wurzelstalagmiten, hier nur als dunkelbraune Flecken innerhalb der auf dem Bild markierten Bereiche wahrnehmbar, Detailfotos im Abschnitt 4.6.1. (Foto: R. Pavuza).



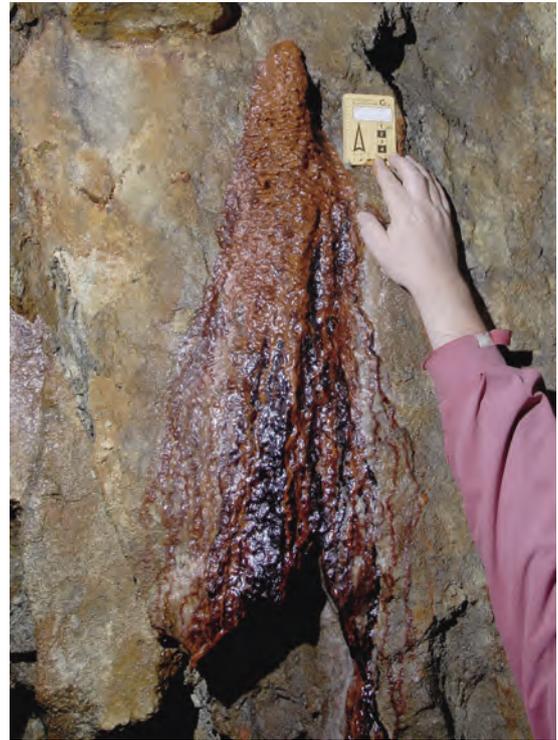
Abb. 24: Nur in den westlichen Gangabschnitten kommen derartige Sinterröhren aus Mangan- und Eisenoxiden (ca. 12 cm lang) vor. (Foto: H. Thaler).



Abb. 26: Stalagmit aus wasserhäftigem Eisenoxid und tonigen Gneis-Zersetzungsprodukten, die Gesamthöhe beträgt ca. 65 cm. (Foto: H. Thaler).

röhrchen (Abb. 24) sowie an der Sohle mehrere ebenfalls dunkel gefärbte, vom aufschlagenden Tropfwasser seitlich unregelmäßig gezackte flache Sinterbuckel. Das hier austretende Sickerwasser ist unseren Untersuchungen zufolge stark sauer, mit Schwermetallen belastet und wäre somit als Trinkwasser ungeeignet.

Ein Abstecher führt aus diesem Seitengang über drei Eisenbügel einige Meter steil aufwärts, um dann, an zwei Türöffnungen jeweils rechtwinklig abgelenkt, nach



insgesamt 34 Schrägmetern mit einem bereits 1969 vorhandenen Betonverschluss zu enden. Bei den zwei gemauerten Durchlässen bilden sich gelegentlich seichte Wasserlaken, ein Zusammenhang mit stärkeren Regenfällen konnte jedoch bisher nicht festgestellt werden.

Von außen, also vom Steinbruch, kann das einstige Mundloch nur über einen mit dornenreichem Gestrüpp verwachsenen, steilen Hang erreicht werden, es liegt 18 m nordwestlich vom Eingang 3 (Seehöhe 262,8 m) und 8 m höher (= 270,7 m Seehöhe). Der Stollen war als Belüftung und Notausgang konzipiert.

Bedeutsam ist der Gang heute insbesondere durch ein kleines Vorkommen seltener Wurzelstalagmiten, deren Wachstum und Attraktivität jedoch stark von der Intensität des Tropfwassers abhängen (Abb. 25). Die größeren der insgesamt 9 Individuen erreichten hier zu ihren besten Zeiten etwa 7-8 cm Höhe, zwischendurch gab es jedoch immer wieder Phasen, in denen sie zu unansehnlichen schwarzbraunen Häufchen schrumpften und dann unter anderem Asseln als willkommene Nahrung dienten. Im Linzer Raum konnten wir diese manchmal seltsam struppig aussehenden Gebilde sonst nur in einem erst am 23.8.2013 vermessenen und 15,8 m langen (ursprünglich als größere Luftschutzanlage geplanten) Stollen im Haselgraben (ca. 300 m nördlich der Umkehrschleife „Jäger im Tal“, Buslinie 38) feststellen. Hier kommen sie in größerer Anzahl (13) vor, waren aber am 3.10.2013 meist nestartig ausgebildet, einzelne Exemplare erreichten eine Höhe von 7 cm. (PAVUZA & CECH 2013)



Abb. 27: Die Myzelien-Gesamtfläche um den MP 7A umfasst ca. 3x2 m im Wand- und Deckenbereich, Bildausschnitt ca. 2,0x1,5 m. (Foto: H. Thaler).



Abb. 28: Detailansicht aus Abb. 27, Bildausschnitt ca. 20 x 20 cm. (Foto: H. Thaler).

3.5 Rückweg durch das nordöstliche Ganglabrynth

Nach dem Abstecher zum einstigen Steinbruch-Notausstieg führt uns der weitere Weg, ausgehend von MP 9, zunächst 120 m im Hauptstollen zurück zu MP 8 (siehe auch den Übersichtsplan am Beginn des Kapitels 4 mit den grau eingefärbten Stollenabschnitten), wo wir links (nördlich) einbiegen, um einen anfangs zwischen 20 und 30 m nördlich des Hauptstollens verlaufenden, besonders reich mit Sinterbildungen geschmückten Parallelgang (MP 7A, 6A, 5A und 5B) zu erreichen. 30 m nördlich von MP 8 (SH 265,95), wobei man geringfügig (1,19 m) an- und wieder absteigt, erfreut an der linken Wand eine fast 65 cm hohe rotbraune Sinterformation den Besucher (Abb. 26).

Gleich darauf, rund um den an die Wand gemalten MP 7A (SH 266,50 m), bilden dicht verästelte schwarze Myzelienstränge ein besonders interessantes Fotomotiv (Abb. 27, 28). Ihr Ursprung dürfte auf bereits weitgehend verrottete Hölzer am Boden zurückzuführen sein. Von einem schräg gegenüberliegenden, irgendwann nach Abschluss der Stollensanierung (jedoch vor 2006) ausgebrochenen großen Felsblock braucht sich aber kein Besucher irritieren zu lassen, in fast allen anderen Bereichen erweist sich der Stollen als standfest: die durchgehende hellfarbene Verkiesung der Stollensohle würde abgefallene Blöcke und Steine deutlich zeigen.

Vorbei an eindrucksvollen, bereits 1969 – also kaum 25 Jahre nach Fertigstellung des Stollens vorhandenen – weißen Wandsintern, kommen wir zu MP 6A. Der Gang dorthin ist etwa 3,5 m breit und 3 m hoch. Allein das Ausmaß der nach 1970 gebildeten, längsten zusammenhängenden Bodensinterfläche kann mit ca. 7 x 2 m angegeben werden. Sie hat sich mit den älteren Sinterformen an der Wand zu einem einzigartigen Ensemble vereinigt und bildet eines der optischen Highlights (Abb. 30) im Rudolfstollen.

Biegt man bei MP 6A südlich in Richtung MP 6 ab (zum bloß 20 m entfernten Hauptstollen), konnten bis vor nicht allzu langer Zeit einige überwiegend an der Gangdecke an schwarzen kurzen Stielen baumelnde, gelbliche Gebilde bewundert werden, bei denen es sich, ersten mykologischen Befunden zufolge, eventuell um eine dem „Höhlenmilieu“ angepasste Form des Wurzelchwamms (cf *Heterobasidion annosum*) gehandelt haben könnte; eindeutig bestimmbar, allein vom Aussehen her, sind aber solche absonderlichen Formen natürlich nicht. Inzwischen sind die Auswüchse großteils wieder bis auf unbedeutende Reste verschwunden, möglicherweise sind sie vertrocknet.

Auch auf den nächsten 50 m – zwischen MP 6A und MP 5A – sind Sinterbildungen die Hauptattraktion. Die



Abb. 29: Gerinne mit Kalk- und Eisenoxidausscheidungen bei MP 5A, an dessen Rand sich weiße Sinterbuckel unter Tropfstellen gebildet haben, Bildausschnitt: 50x30 cm. (Foto: E. Fritsch).



Abb. 30: Dieser schöne Wandsinter zwischen MP 6A und MP 7A wurde leider vor einigen Jahren von Vandalen beschädigt. (Foto: H. Thaler).

Decke ist von unzähligen, bis zu 15 cm langen Tropfröhrchen verziert und in den oberen Ulmen des Ganges haben sich vielfach Leisten mit ausgeprägtem Sägezahnsinter gebildet. Aus der Nähe betrachten sollte man auch das rechtsseitig (südlich) verlaufende Abflussgerinne mit seinen sehr verschiedenfarbigen Sinterformen und zarten Kristallbildungen. Auf der gegen Ende der 1970er-Jahre mit Kies überdeckten Gangsohle hat seither das Tropfwasser zudem eine Vielzahl an flachen weißen Sinterbuckeln – Stalagmiten in ihrem juvenilen Stadium – geschaffen (Abb. 29). Die Mächtigkeit der Überlagerung beträgt hier 24 bis 27 m, an der Oberfläche liegt eine Schrebergartensiedlung, die im Laufe der Zeit annähernd U-förmig um eine nach Südosten zu den



Abb. 31: Bauarbeiten zur Sanierung des Stollens um 1978/79. (Foto: AStL., Sch B 29f).



Abb. 32: Im nordöstlichen Stollenbereich bei MP 4B können mehrere bis zu 15 cm lange Excentriques am gemauerten Deckengewölbe beobachtet werden. (Foto: H. Thaler).

Häusern Rudolfstraße 94 und 96 abfallende Senke angelegt worden ist.

Zum Schutz der Bodensinter wurden 2012 nicht nur hier, sondern auch an anderen sensiblen Stellen zahlreiche Absperrungen angebracht – man sollte sie unbedingt respektieren, denn wie in Naturhöhlen muss auch hier der Grundsatz gelten, außer Fotos nichts mitzunehmen. Spuren jener Vandalen, die in diesem Teil vor Jahren mit Hammer und Meißel gewütet haben, sind noch immer zu erkennen (Abb. 30).

Für den 30 m langen Verbindungsgang von MP 5A zu MP 5 im Hauptstollen gilt die dringende Empfehlung, von einer Begehung möglichst abzusehen; er ist von MP 5A aus ohnehin gut einsehbar und führt zudem in einen weiteren abgesperrten Bereich.

40 m nordöstlich von MP 5A und vorbei an der Abzweigung 5B, die anschließend als Rückweg benützt wird, endet dann der Gang abrupt im zumeist ausgiebig mit Tropfwasser versorgten, malerischen „Sinterkammerl“. Wie schon der Name andeutet, finden wir hier erneut schöne weiße Überzüge vor, und sogar das Abflussgerinne ist auf mehrere Meter Länge mit teilweise lehmigem Sinter ausgekleidet. Obwohl sich irgendwann im letzten Dezennium dort ein paar kleine sinterüberzogene Gesteinsbrocken gelöst haben, wäre es aber unseriös zu behaupten, dass der Rudolfstollen *in sehr schlechten Zustand sei*, wie im Naturkundl. Jahrb. d. Stadt Linz 1976 (22. Jg., Naturkunde-Chronik 1975, Kapitel „Stollensysteme in Linz“, S. 162) zu lesen war. Diese noch vor der Sanierung – bei der u. a. mit langen Stangen an der Decke herumgestochert wurde, um loses Gestein zu entfernen (Abb. 31) – in die Welt gesetzte Meldung ist genauso wenig nachvollziehbar wie jene über das angeblich „stellenweise knietief stehende schlammige Wasser“.

Die wenigen außerhalb der Gerinne unter Wasser stehenden Stellen waren stets überall seicht sowie glasklar. Erst um 1978/79, nach Abschluss der Sanierung, hat sich beim Steinbruch-Eingang aufgrund des seither weitgehend dichten Türverschlusses ein Stausee gebildet, von schlammig (oder auch nur trüb) konnte und kann selbst hier keine Rede sein. 1969 war es dort sogar noch völlig trocken, heute benötigt man auf den letzten 15 m wieder Gummistiefel. Ansonsten ist das gesamte Stollensystem aber trockenem Fußes leicht begehbar.

Kritisch dürfte es im Rudolfstollen wohl erst werden, wenn die Sprengarbeiten für die geplante Stadtautobahn A26 beginnen. Deckenbrüche sind genauso zu befürchten wie eine mögliche Verlagerung von wasserwegsamem Klüften, die zu einem allmählichen Austrocknen der nicht nur für den Linzer Raum einzigartigen Sinterformationen und der Wurzelstalagmiten führen könnten.

Wir können vorerst nur hoffen, dass dieses düstere Szenario nicht eintritt und setzen, vom „Sinterkammerl“ zu MP 5B zurückgekehrt, den Weg in Richtung Südosten bis zur Gangkreuzung nordöstlich von MP 4A fort. In dem aus roten Ziegeln aufgebautem Gemäuer gilt es, unbedingt den Blick auf die Decke zu richten. Zahlreiche bis ca. 15 cm lange, in die gleiche Richtung abgknickte Tropfröhrchen sind zu beobachten (Abb. 32). Fragen bezüglich ihrer Entstehung drängen sich auf – eine merkbare Bewetterung gibt es hier nicht. Die nordöstlich anschließende 5 m lange und 3,5 m hohe Kammer ist überraschenderweise bis heute mit vielerlei Gerümpel gefüllt. Der nach Südwesten zu MP 4A führende, 13 m lange Gang soll als Wasch- und Abortstollen geplant gewesen sein. Nach weiteren 20 m könnte

Abb. 33: Wegen der immer ungünstiger werdenden Gesteinsbeschaffenheit beginnt bei MP 3C die durchgehende Gewölbeausmauerung im nördlichsten Teil der Stollenanlage. (Foto: H. Thaler).

man an sich den Hauptstollen bei MP 4 wieder erreichen. Unser Weg führt uns aber in südöstlicher Richtung weiter zum 15 m entfernten MP 3B, von dem über 3A südwestlich eine 20 m lange Verbindung zum Hauptstollen bei MP 3 leitet. In diesem Bereich befinden sich an glücklicherweise nur schwer auffindbaren Stellen einige bizarre kleine Excentriques.

3.6 Der ausgemauerte Nordostteil in Richtung Berggasse

Von MP 3B biegen wir nun scharf links nach Nordosten zum 20 m entfernten MP 3C ab, bei dem die Kontaktzone zwischen standfestem Perlgnais und einer nun nordöstlich anschließenden Lehm/Löss-Formation beginnt. Der gesamte Bereich bis zum einstigen Eingang Berggasse (ca. 180 m) musste daher aus statischen Gründen ausgemauert werden. Anfangs fanden graue betonähnliche Bausteine Verwendung (insgesamt ca. 65 m), die restlichen Strecken wurden mit herkömmlichen roten Ziegeln stabilisiert.

Bei MP 3D, neben dem sich die zweite im Rudolfstollen erhaltene (und sogar noch ein wenig drehbare) Luftschutztür befindet, teilt sich der Stollen; beide Wege vereinigen sich nach jeweils 35 m neben MP 3E bzw. MP 3F, wo sich eine Gasschleuse befindet. Der ehemalige Eingang 4 (Berggasse) ist dann noch knapp 85 m entfernt.

Wer bei MP 3D geradeaus (Richtung Nordosten) weitergeht, trifft wenige Meter nach der Luftschutztür linksseitig auf eine allerdings nur mehr fallweise aktive kleine Quelle, die aus einer Fuge im Ziegelgemäuer entspringt. Daneben beginnt eine mehrere Meter lange gelbe Lehmeinschwemmung, die aus Ritzen zwischen den Ziegeln eingedrungen ist (Abb. 34). Sie wurde erstmals am 10.8.2010 angetroffen, nachdem es in den vier Wochen davor häufig zu starken Regenfällen gekommen war. Im Gerinne konnte man eindrucksvolle Fließstrukturen beobachten und in der feuchten Masse an der Gangsohle hatten Mäuse bereits zahllose Fußspuren hinterlassen. Interessant ist, dass wir an dieser Stelle bereits 1969 rechtsseitig einen mächtigen Lehmkegel vorfanden; er wurde Ende der 1970er-Jahre im Laufe der Stollensanierung entfernt und ist damals sogar durch ein Foto dokumentiert worden (Abb. 35). Heute finden wir dort rechterhand einige bizarre, z. T. korkenzieher-



Abb. 34: Im Oktober 2010 wurde nahe des MP 3D überraschenderweise eine massive Lehmeinschwemmung mit einigen Mäusespuren angetroffen. (Foto: H. Thaler).



Abb. 35: Dieses historische Vergleichsfoto aus den Jahren 1978/79 (vgl. Abb. 34) konnte im Stadtarchiv gefunden werden. (Foto: AStL., Sch B 29f).



Abb. 36: Die auch ästhetisch anspruchsvolle Gewölbeausmauerung bei MP 3E zeugt von großer handwerklicher Kunst der Zwangsarbeiter. (Foto: H. Thaler).



Abb. 37: Inschrift eines italienischen Militärinternierten (IMI) an der Gewölbemauer nahe MP 3E. (Foto: W. Greger).

artig gewundene, fragile Tropfröhrchen, die wohl kaum jene Räumarbeiten überstanden hätten und somit erst innerhalb der darauffolgenden ca. 25 Jahre entstanden sein dürften. Der Gang scheint dann in der Folge an einer Abmauerung zu enden (1969 war hier der Lehmversturz), doch rechts davon ermöglicht eine etwas niedrige türähnliche Öffnung den Weiterweg in südöstlicher Richtung zu MP 3F und somit zur Gasschleuse unweit des ehemaligen Einganges Berggasse.

Wie schon unsere Beobachtungen im Jahr 1969 gezeigt haben, war fast der gesamte Abschnitt zwischen MP 3D (Luftschutztür) und MP 3F seit jeher durch Lehmeinbrüche gefährdet, die Überdeckung beträgt hier nur noch ca. 15 m. Ob ein dort an der Oberfläche

angelegtes privates Wasserbecken mit Überlauf die Situation vielleicht zusätzlich verschärft haben könnte, bleibt ohne genaue Kenntnis der lokalen Abflussverhältnisse bloß eine Vermutung. Der jüngste Schlamm einbruch konnte jedenfalls während des Donau-Hochwassers 2013 am 3.6. festgestellt werden; er fiel wesentlich umfangreicher aus als jener im August 2010. Projektplänen zufolge soll hier einst ein Lüftungsschacht geplant gewesen sein, aber die schon damals rundum als problematisch geschilderte Wasserhaltung zwang zu umfangreichen Änderungen beim Stollenvortrieb.

Doch nun nochmals zurück zu MP 3D, zur Luftschutztür. Wer hier dem rechts abzweigenden Gang Richtung MP 3E folgt, der zweiten Möglichkeit also, um zur Gasschleuse bei MP 3F zu gelangen, erspart sich zwar den Weg durch den Lehm, versäumt aber die sehenswerten, spiralgewundenen Tropfröhrchen der oben geschilderten Wegvariante. Vereinzelt an den hellen Ziegelsteinen angebrachte überwiegend italienische Namenszüge sind leider nur noch ausnahmsweise klar zu entziffern (etwa: „Riccardo, 9. III. 45“, oder schlicht und einfach: „Rom – Bologna“). Immerhin gelang es Thomas Keplinger nach einer Begehung am 7.12.2015 auch die folgende, in Kurrentschrift auf einen roten Ziegel gekritzelte Inschrift anhand eines bearbeiteten Fotos zu enträtseln: „Hier stand ich am 25. IV. 45 und wartete 4 Stunden mit einem hübschen Maderl“. Die Namen der beiden wurden uns leider nicht überliefert. Das Datum stimmt genau mit dem 22. und zugleich letzten großen Tagesangriff amerikanischer Flieger auf Linz überein; er forderte 360 Todesopfer (KUTSCHERA, 1966). Der Gangabschnitt soll, einem alten Planvermerk folgend, zur „Entgiftung“ vorgesehen gewesen sein.

Bei der Gasschleuse (MP 3F) vereinigen sich, wie schon erwähnt, die beiden Zugangswege. Die direkte Fortsetzung von MP 3E zum Berggasse-Eingang ist zugemauert, wird jedoch auf 4,5 m Länge in etwa 1,7 m Höhe über der Sohle von einem zweifach abgewinkelten Rohr durchquert. Das Hindernis kann 3 m weiter westlich durch zwei jeweils 80 cm breite, gemauerte Türöffnungen umgangen werden (10 m). Innerhalb dieser Strecke haben wir 1969 überraschenderweise eine Gießkanne, Zement sowie eine Leiter vorgefunden; die Gegenstände wurden rund 10 Jahre später im Zuge der Stollensanierung entsorgt. Hier endet auch die damals in den übrigen Stollenteilen aufgebraachte Kiesbedeckung – ab der Gasschleuse treffen wir nur noch auf Lehmboden.

Auffällig und zugleich eine Augenweide ist die überaus exakte Ausführung der aus roten Ziegeln geformten Mauern und deren Gewölbekanten, die auf ein hohes handwerkliches Können der hier einst tätigen Arbeiter schließen lässt (Abb. 36). Einer von ihnen, ein italieni-

scher Militärinternierter (IMI), hat sich kurz nach der Gasschleuse an der linken Seitenwand durch eine mit Bleistift geschriebene und bis heute deutlich lesbare Nachricht verewigt (Abb. 37):

5 MAGGIO 1945 – TERMINE DELLA PRIGIONIA DEL IMI

(5. Mai 1945 – Ende der Gefangenschaft der italienischen Militärinternierten)

Diese Worte erinnern auf eindrucksvolle Weise an die Gräuel der NS-Herrschaft und die damit verbundene Zwangsrekrutierung ausländischer Arbeitskräfte (eine detailliertere Information zu den italienischen Militärinternierten folgt im Kapitel 3.7). Wer immer hier vorbeikommt, möge ihrer gedenken.

Rund 30 m weiter, nach dem Rechtsknick des präzise gemauerten Gewölbes, wo sich das verrostete Überbleibsel eines Schaltkastens befindet, zweigt zur Linken ein knapp 8 m langer Seitengang ab, in dem Jugendliche Ende der 1960er-Jahre eine Art Partykeller („Liebesnest“) eingerichtet hatten. Ursprünglich soll dieser Teil der Stromversorgung durch die damalige E. S. G. (heute Linz AG.) gedient haben. Etwa 10 Jahre später, im Zuge der Stollensanierung, wurde auch der durch eine alte Quermauer abgetrennte und mit den Idolen der damaligen Zeit dekorierte Partykeller zerstört. Um die Wegfindung zu diesem entlegenen aber durchaus gemütlich ausgestatteten heimlichen Treffpunkt zu erleichtern, war wohlweislich ein „Ariadnefaden“ vom Steinbruch-Eingang bis hierher verlegt worden. Letzterer bildete ja damals kein Hindernis, weil Neugierige irgendwann einmal im Mauerwerk neben der Tür ein Loch angestemmt hatten und dahinter, im Gegensatz zu heute, kein Wasser stand, denn die alte Tür bot dem abfließenden Stollengerinne keinen Widerstand. Reste des Fadens waren stellenweise noch viele Jahre später zu sehen, sind aber inzwischen weitgehend übersintert und kaum noch kenntlich.

16 Meter nach der Abzweigung des Partykellers erreicht man schließlich das Ende des Ganges beim ehemaligen Eingang 4 in der Berggasse; er liegt vier bis fünf Meter unter der Oberfläche. Der 1969 hier angetroffene mächtige Lehmversturz ist längst abgebaut, die Stelle wurde bei der Sanierung mit einer Mauer versehen, in der merkwürdigerweise zwei funktionslose, an Wasserleitungen erinnernde Rohre einmünden. Entlang dieser Zugangswege verirren sich selbst kleine Spinnen, Tausendfüßer oder Schnecken nur äußerst selten ins Innere.

Ein paar Unentwegte haben offenbar schon frühzeitig an mehreren Stellen – beginnend kurz nach der einstigen Gasschleuse – zu ergründen versucht, was sich hinter den Ziegelmauern verbergen könnte. Die an

mehreren Stellen ausgestemmt Öffnungen bieten aber bloß Einblick auf die umgebenden Lehmmassen. Den Spuren nach zu schließen, haben sich gelegentlich sogar Mäuse bis hierher verirrt.

Kehrt man nun zum Beginn des Gewölbeausbaues (MP 3C) zurück und wendet sich dort scharf links in Richtung Südosten, so wird nach 70 m MP 1A im Hauptgang erreicht. Hier erneut links haltend, gelangen wir dann auf kurzem Wege zu unserem Ausgangspunkt, dem Keller, zurück. Nach rechts wandernd könnte ab MP 1 auch der Eingang 2 (Rudolfstraße 86) benützt werden.

3.7 Die italienischen Militärinternierten (IMI)

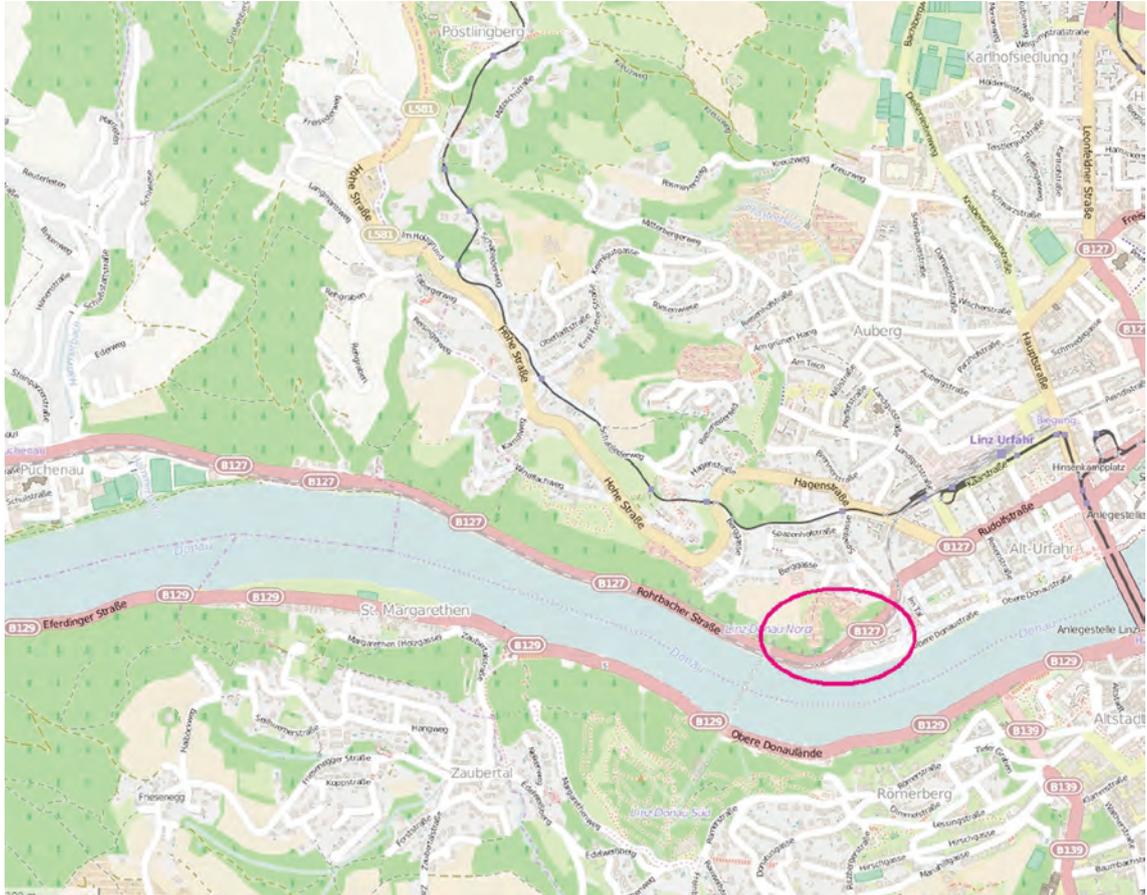
Im Kapitel 3.6 kommt in Zusammenhang mit einer Inschrift im nordöstlichsten Teil des Rudolfstollens der Begriff IMI (italienische Militärinternierte) vor. Nachstehend dazu eine kurze Erläuterung der damaligen politischen Verhältnisse:

Das bereits seit 1922 vom faschistischen Diktator Benito Mussolini beherrschte Italien war bis zum Sturz des Duce Ende Juli 1943 ein enger Verbündeter des Dritten Reiches. Am 8. September 1943 schloss die neue italienische Regierung unter Marschall Pietro Badoglio einen Waffenstillstand mit den Alliierten ab, worauf die deutsche Wehrmacht einmarschierte, Mussolini befreite, und rund 600.000 italienische Soldaten, die sich weigerten, auf der Seite Hitlers bzw. Mussolinis den Kampf fortzusetzen, ins Reich deportierte. Das orientierungslos agierende italienische Oberkommando in Rom hatte seine Truppen völlig im Stich gelassen. Mussolini rief bereits am 18. September 1943 die Repubblica Sociale Italiana (Republik von Salò) aus, König Viktor Emanuel III. und Badoglio waren geflohen.

Um den ehemals verbündeten Soldaten den Status von Kriegsgefangenen verweigern zu können (er hätte sie unter den Schutz des 3. Genfer Abkommens von 1929 gestellt), wurde von Hitler am 20. September 1943 der neue Begriff des Militärinternierten geschaffen. Die IMI mussten in der deutschen Kriegswirtschaft als Zwangsarbeiter schufteten, wobei sie teilweise kaum besser behandelt wurden als sowjetische Kriegsgefangene. Im Februar 1944 ordnete Hitler zudem die sog. „Leistungsernährung“ für Zwangsarbeiter an.

Mussolini unternahm zwar – nicht zuletzt um das Image seiner Marionettenregierung in Italien zu verbessern – mehrere Versuche, sich für die IMI einzusetzen, doch erst bei einem Treffen der beiden Diktatoren am 20. Juli 1944 (dem Tag des missglückten Stauffenberg-Attentats im Führer-Hauptquartier „Wolfsschanze“) stimmte Hitler einem Statuswechsel zu, denn auch Rüstungsminister Albert Speer hatte schon auf einen effi-

Abb. 38:
Geographische
Situation im Bereich
des
Donaudurchbruches
am Westrand von
Linz, der Rudolfstollen
liegt innerhalb des
markierten Bereiches.
(Kartengrundlage:
Open Street Map).



zienteren Arbeitseinsatz ohne Einflussnahme der Wehrmacht und deren Bewachungsmethoden gedrängt.

Die Internierten wurden ab August 1944 in „zivile Arbeitsverhältnisse“ übernommen, die Mehrheit der IMI verweigerte jedoch anfangs den Wechsel, u. a. aus Furcht, in die Wehrmacht oder zu SS-Verbänden eingezogen zu werden. Erst der wachsende Druck von deutscher Seite („Entweder ihr unterschreibt oder kaputt“) zwang notgedrungen zum Umdenken. An den tristen Lebensbedingungen änderte sich aber meist nur wenig, auch wenn sich die IMI nun etwas freier bewegen konnten und anstatt des Lagergeldes einen realen Lohn erhielten. Aufgrund des kärglichen Angebots an Lebensmitteln gab es jedoch fast nichts mehr zu kaufen

und Betriebe, in denen italienische Gefangene arbeiten mussten, konnten bei zu geringer Leistung sogar die Einweisung in ein Arbeitserziehungslager androhen.

1945, als das Dritte Reich bereits zunehmend in Agonie verfiel, wurden zahlreiche Gefangene auch noch in den letzten Kriegswochen durch deutsche Willkür ermordet oder bei alliierten Luftangriffen getötet. Je nach Quellenangabe dürften insgesamt bis zu 45.000 IMI im Einflussbereich Nazi-Deutschlands umgekommen sein. Die langersehnte Rückkehr nach Italien erwies sich dann aufgrund von völlig realitätsfremden Kollaborationsvorwürfen erneut als schwerer Tiefschlag für die Überlebenden. Das Schicksal der IMI geriet als bald zum Tabuthema, man verweigerte, durch juristi-



Abb. 39: Panoramafoto des Bereiches Pöstlingberg-Urfahrwänd, der Rudolfstollen liegt unter dem äußersten rechten Abschnitt der Felswand. (Foto: W. Greger).

sche Winkelzüge gestärkt, von beiden Seiten bis auf wenige Ausnahmen jede Entschädigung bzw. eine Wehrsold-Nachzahlung. Die tiefe Kluft zwischen der Realität und einer ideologisch verbrämten Verunglimpfung der IMI ist zwar von Historikern inzwischen aufgearbeitet worden, 70 Jahre nach Kriegsende nützt diese Erkenntnis aber kaum noch einem der einst in jungen Jahren von Nazi-Deutschland zur Zwangsarbeit verdammt Menschen (HAMMERMANN 2002).

4 Naturwissenschaftliche Aspekte

4.1 Geographischer Rahmen

Die „Urfahrwänd“, ein Donaudurchbruch am westlichen Stadtrand von Linz, stellen eine markante, ca. 1,5 km lange und durchschnittlich 40-60 m hohe NW ziehende Stufe zwischen der Eisenbahnkreuzung Rudolfstraße im Osten und dem Rehgraben im Westen nördlich der Donau dar. Der Rudolfstollen liegt im östlichsten Abschnitt der Urfahrwänd (Abb. 38) im sogenannten Spa(t)zenberg. Unmittelbar über dem Stollen liegt rund 20 bis 40 m über den Gängen des Westabschnittes ein landwirtschaftlich genutzter Wiesenbereich, der gegen Osten mit einer rund 10 m hohen Steilstufe in eine Kleingartensiedlung übergeht, die weiter gegen Osten sanft gegen die dichter bebaute Donauniederung abfällt.

Gegen Nordwesten steigt der Höhenzug in einem großen, sukzessive gegen Norden ziehenden Bogen, dem auch die Pöstlingbergbahn folgt, weiter an und erreicht schließlich im Pöstlingberg (528 m) seine Kulmination. Die gleichnamige Wallfahrtskirche liegt bereits fast 300 m höher als die Donau (Abb. 39).

Die Urfahrwänd sind heute – von den steilen, teilweise von Kletterern frequentierten Abschnitten abgesehen – bewaldet (Abb. 39, 41). Dies war in der ersten



Abb. 40: Postkarte, spätestens 1932 (Poststempel): Ansicht des östlichsten Abschnittes der Urfahrwänd von Südwesten.

Hälfte des 20. Jahrhunderts noch keineswegs der Fall, wie eine Postkarte aus der Zeit vor 1932 vor Augen führt (Abb. 40). Auf dieser Fotografie fehlt auch noch jener Steinbruch, in dem der Eingang 3 des Rudolfstollens sowie der heute vermauerte Notausgang situiert sind. Der Steinbruch wurde später im Bereich der auf Abb. 40 erkennbaren Felswand angelegt. Die Häuser an der Rohrbacher Straße, der westlichen Verlängerung der Rudolfstraße, existieren heute nicht mehr (siehe Abb. 40, 41).

Die Urfahrwänd stehen seit 2008 aus ornithologischen und botanischen Gründen unter Naturschutz (LGBL 49/2008). Es handelt sich dabei um einen 8,9 ha großen Streifen, der allerdings nur die Steilabbrüche unter Ausklammerung des Steinbruches (hier soll der Brückenkopf der neu zu bauenden Westringbrücke über die Donau entstehen) umfasst. Die Wiesen- und Gartenbereiche oberhalb des Rudolfstollens und der Stollen selbst stehen nicht unter Schutz.



Abb. 41: Situation der östlichen Urfahrwänd im September 2015. (Foto: H. Thaler).

Die beiden gegenwärtig benützbaren Eingänge 1 und 2 befinden sich rund 800 m Luftlinie westlich der Nibelungenbrücke unweit der letzten Häuser der vielbefahrenen Rudolfstraße in Urfahr. Der Eingang 1 liegt am bewaldeten Hangfuß gegenüber dem Haus Rudolfstraße 73, der nur rund 65 m entfernte Eingang 2 hinter dem östlichsten Teil des 1929 errichteten großen Wohnblocks Rudolfstraße 86-92. Alle Eingänge sind seit Jahrzehnten vom Magistrat Linz als Eigentümer versperrt. Der Eingang 3 im Steinbruch Urfahrwänd an der Rohrbacher Straße (B 127) ist von letzterem ca. 320 m Luftlinie entfernt, der auf Privatgrund liegende Eingang 4 (Berggasse 6) war schon 1969 völlig verstürzt.

Eingang 1 (Keller der ehemaligen Poschacher Bierhalle)		
BMN M31: RW 519 886	HW 352 589	Sh 264,5 m
UTM 33N:	446 215 E	5 350 754 N
Eingang 2 (hinter dem Haus Rudolfstraße 86)		
BMN M31: RW 519 827	HW 352 559	Sh 267,0 m
UTM 33N:	446 155 E	5 350 726 N
Eingang 3 (Steinbruch Urfahrwänd)		
BMN M31: RW 519 520	HW 352 497	Sh 262,8 m
UTM 33N:	445 847 E	5 350 670 N
Eingang 4 (Berggasse 6, zerstört)		
BMN M31: RW 519 867	HW 352 711	Sh ca. 270 m
UTM 33N:	446 198 E	5 350 877 N

Das Gangsystem des Rudolfstollens einschließlich des Eingangs 3 im Steinbruch der Urfahrwänd an der B 127 (Rohrbacher Straße) liegt größtenteils in der KG 45213 Pöstlingberg, nur die Eingänge 1 und 2 (an der Rudolfstraße) sowie der einstige Zugang 4 (Berggasse) befinden sich ganz knapp jenseits der Verwaltungsgrenze in der KG 45212 Urfahr.

Der vom Landesverein für Höhlenkunde in OÖ mangels Unterlagen 1969 aufgenommene und von Manfred Kirchberger im September d. J. im Maßstab 1:1000 gezeichnete Plan weist eine Polygonzuglänge von 1182 m auf. Darin nicht enthalten sind der damals vermauerte Keller (19 m, ergänzt am 13.7.2006), der am 16.7.2006 kartierte ehemalige und bereits 1969 vermauert angetroffene Notausstieg unweit des Steinbruch-Eingangs (34 m) sowie insgesamt 12 kleinere, mit lediglich einer Ausnahme vom „Hauptgang“ seitlich abzweigende Nischen von insgesamt 71 m Länge. Der im Hintergrund des Kellers befindliche, am 24.6.2009 auf den noch vorhandenen alten Eisenleitern erkletterte Notausstieg weist ab Kellersohle eine Niveaudifferenz von 16,5 m auf. Dies ergibt zusammen für den Rudolfstollen eine begehbare Länge von 1323 m. Für den Schlot unweit vom Eingang 2 konnte mittels Disto-Messgerät eine Höhe von ca. 14 m ermittelt werden, er ist ohne künstliche Hilfsmittel unersteigbar und wurde vorerst nicht in die Länge miteinbezogen.

In der Literatur wird die Ausbaulänge von KUTSCHERA (1966) mit 1190 m angegeben, was sich bis auf wenige Meter mit unserer Vermessung aus dem Jahr 1969 deckt, zweifellos aber etwas zu kurz gegriffen ist (siehe oben). Bei BRÜCKLER (1999, S. 570) findet sich ein Wert von 1230 m, als Quellenangabe diente dem Autor ein Schreiben des Tiefbauamtes vom 1. 9. 1992 (GZ 505-e/92-HA/Wa), dem sicherlich die Daten der Theodolit-Vermessung aus dem Jahr 1976 zugrunde liegen. Dieser Messzug umfasst aber nur die Hauptgänge – der Keller und sein Notausstieg über die Leitern sowie die seitlichen kleinen Nischen sind darin nicht berücksichtigt (vgl. Pl. Nr. 22-2, Stadtvermessungsamt Linz). Die größte Horizontalerstreckung, gemessen zwischen Eingang 3 (Steinbruch) und dem nunmehr abgemauerten Eingang 4, liegt bei 408 m. Die maximale Felsüberdeckung beträgt im westlichen Stollenbereich (beim Steinbruch-Eingang) rund 60 m und nimmt aufgrund des Oberflächenreliefs gegen Nordosten hin kontinuierlich ab (im mittleren Abschnitt 20 bis 30 m und im östlichen etwa 10 bis 20 m).

Der Rudolfstollen wurde zum Großteil aus dem anstehenden standfesten Perlgnais des Spa(t)zenberges herausgesprengt und weist einen durchschnittlichen Gangquerschnitt von 2,50 m Breite und 2,30 m Höhe auf. Vereinzelt kommen auch größere Raumdimensionen vor (Breite ca. 3,50 m, Höhen bis zu 3,90 m). Nur im nordöstlichsten Teil (Richtung Berggasse) erforderten die ungünstigen geologischen Verhältnisse (Lehm, Löss) eine aufwändige Ausmauerung, die weitgehend mittels herkömmlicher roter Ziegel erfolgte. Die äußerst exakte Ausführung der Gewölbe ist bemerkenswert und zeigt vom handwerklichen Können der hier einst tätigen Arbeiter (zur Inschrift eines italienischen Militärinternierten und zum Schicksal der IMI im Allgemeinen siehe Kapitel 3.7).

Im gesamten Stollenbereich sind auch Aufhängungen für diverse Kabelleitungen zu finden, einerseits aus einbetonierten Eisenhaken bestehend, andererseits in Form von Bohrlöchern, in denen Holzkeile mit der Verankerung eingeschlagen waren.

4.2 Geologie

Die Urfahrwänd sind größtenteils aus „Perlgnais“ aufgebaut. Es ist dies ein mitunter einem relativ feinkörnigen Granit äußerlich ähnliches, durchaus variantenreiches Gestein, das im Zuge der variszischen Gebirgsbildung (im Paläozoikum vor ca. 320-330 Mio Jahren) aus älteren Schiefergnaisen gebildet wurde – also ursprünglich ein Sedimentgestein, das höchstwahrscheinlich eine Grauwackensequenz darstellte (Finger et al., 2005). Dieser traditionelle und durchaus auch illustrative Namen (mit „Perlen“ sind die rundlichen

Aggregate von Plagioklasen gemeint) wird aber in der neueren Literatur als zu generalisierend eher zurückgestellt und die Bezeichnungen „Migmatit“ (LINNER 2004) oder „Diatexit nach Paragneis“ (FINGER et al. 2005) verwendet. Man versteht darunter ein „teilaufgeschmolzenes Gestein“, das im vorliegenden Fall zwischen Gneis und Granit anzusiedeln ist und demzufolge eine relativ große interne Variabilität – oft auf kleinem Raum – aufweist. Mineralogisch ist der „Perlgneis“ hauptsächlich aus Quarz, Plagioklas, Biotit, Kalifeldspat sowie untergeordnet aus einer Reihe weiterer Minerale, wie Muskovit, Cordierit, Chlorit, Granat, Apatit, Zirkon, Monazit sowie – seltener – primären Erzpartikeln zusammengesetzt (FINGER et al. 2005).

Chemisch dominieren im „Perlgneis“ SiO_2 (60-70 %) und Al_2O_3 (15-20%), weiters finden sich jeweils im Bereich zwischen 1 und 5 % FeO , Na_2O , K_2O , CaO und MgO als Nebenmengen (FUCHS & THIELE 1968).

Die Aufnahmsgeologen der GBA (LINNER 2004 sowie FINGER et al. 2005) berichten von starken räumlichen Variationen in der Textur und Struktur der Gneise, aber auch von Störungszonen im Bereich der Urfahrwand. Beides ist auch im Rudolfstollen zu beobachten. Detaillierte Untersuchungen und Abgrenzungen dazu wurden von uns im Stollen jedoch nicht vorgenommen. Im frischen Bruch vor Ort erinnert der Gneis tatsächlich nicht selten an mittel- bis feinkörnigen Granit, bei Zutritt von Luft und Feuchte entstehen relativ rasch braune Verwitterungsfarben, vermutlich durch Eisenoxihydrate (Abb. 42), die – akkumuliert – auch sinterähnliche Formen bilden können (siehe 4.5.)

Bei eigenen Beobachtungen sowie in unveröffentlichten Unterlagen der ASFINAG, die im Zusammenhang mit den Vorarbeiten zur vierten Donaubrücke entstanden sind und in die wir dankenswerter Weise Einsicht nehmen konnten, wurde ersichtlich, dass sich oberhalb des Rudolfstollens über dem Gneis eine durchaus bis zu einigen Metern mächtige Verwitterungsschicht, seit alters her „Flins“ genannt, befindet, über welchem die eigentlichen Deckschichten – augenscheinlich sehr lokale, fleckenhafte Reste von tertiären Sedimenten (Linzer Sande und Phosphoritsande) und Löss – sowie Bodenbildungen folgen. Der größte Teil des Höhenrückens oberhalb des Rudolfstollens bis hinauf zum Pöstlingberg ist jedoch frei von jüngeren Deckschichten. Hier folgt der Flins unmittelbar unterhalb der Bodenbildungen.

Es ist anzunehmen, dass die Verebnungsfläche über dem Rudolfstollen einen Rest des tertiären Strandbereiches darstellt, wogegen die entsprechenden, relativ wenig standfesten Sedimente jedoch während des älteren Pleistozäns – gleichzeitig mit der Bildung des relativ



Abb. 42: „Perlgneis“ im Rudolfstollen, frischer Bruch und Verwitterungsfläche. (Foto R. Pavuza).

jungen Donaudurchbruches (KOHL 2000) – größtenteils abgetragen wurden.

4.3 Hydrogeologie und Hydrochemie

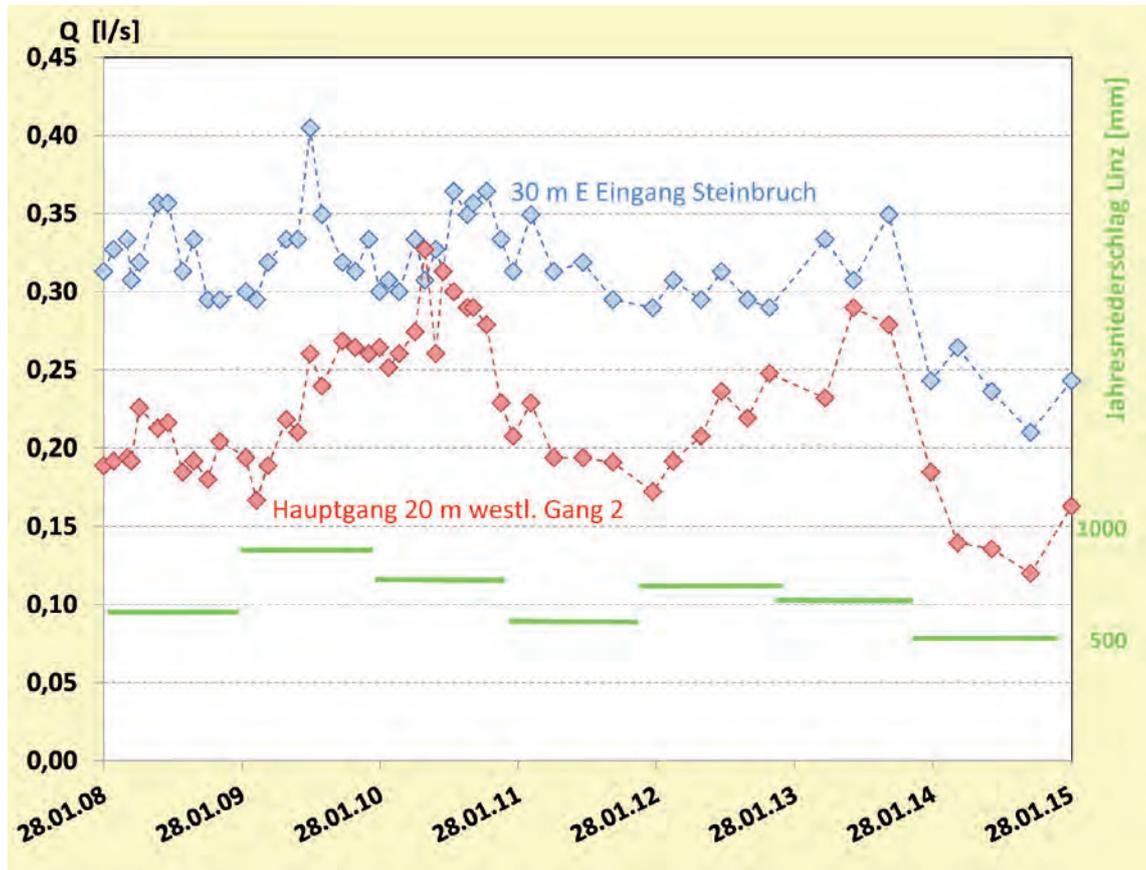
4.3.1 Hydrologie

Der langjährige mittlere Jahresniederschlag in Linz, ausgedrückt durch die Normalzahl beträgt 821 mm, die mittlere Jahrestemperatur 9,1 °C. Im etwas höher gelegenen Urfahr liegen die Temperaturwerte vermutlich um ein oder zwei Zehntelgrade darunter, eine Normalzahl liegt nicht vor. Für den Pöstlingberg – die Messstation liegt um rund 230 m über jener in Linz – wird im Hydrographischen Jahrbuch für Österreich jedenfalls eine Normalzahl für den Niederschlag von 853 mm und für die Temperatur von 7,8 °C angegeben (ANONYM 2000).

Um aus diesen Daten grobe Näherungswerte für den versickernden Anteil des Niederschlages zu ermitteln, existieren neben direkten, jedoch aufwändigen Messungen verschiedene empirische Annäherungen für die Ermittlung der Verdunstung. Der Hydrographische Atlas für Österreich (ANONYM 2003) gibt für das Gebiet des Mühlviertels – sehr generalisiert – Werte um 625 mm an – also mehr als 2/3 der Niederschlagsmenge des Pöstlingberggebietes.

Die Applikation relativ simpler, empirischer Formeln, wie jener von Turc (in: HÖLTING 1984), die die lokalen Jahresmittel für Niederschlag und Temperatur

Abb. 43:
Abflussmengen in den
Gerinnen im
Rudolfstollen (2008-
2015) sowie
Jahresniederschläge.
(Station Linz).



berücksichtigen, ergeben im Falle von Linz und Pöstlingberg Werte für die „reelle Evapotranspiration“ von 473 bzw. 449 mm. Unter Berücksichtigung beider Abschätzungen verbleibt somit ein ungefährender jährlicher Versickerungsanteil von rund 300 mm, umgerechnet entspricht das einer durchschnittlichen rechnerischen Versickerungsrate von 10 Liter pro km² und Sekunde.

Im Rudolfstollen wurden an zwei Stellen provisorische Messstellen zur Abflussmessung der beiden Stollengerinne eingerichtet. Aufgrund der geringen und nur wenig variablen Schüttung wurden jeweils lediglich die Fließgeschwindigkeiten gemessen und mittels Querschnittsermittlung die durchschnittlichen Schüttungen näherungsweise berechnet. Die Durchschnittsmenge für den Abfluss im Rudolfstollen beträgt nach unseren Messungen in Summe beider Gerinne ca. 0,5 l/s. In Relation zur abgeschätzten Versickerungsrate beträgt das rechnerische Einzugsgebiet somit ~ 0,05 km². Es liegt damit in der Größenordnung jener Flächen, die unmittelbar über dem Rudolfstollen liegen. Aus dieser Sicht wäre die Herkunft der Tropfwässer im Rudolfstollen als rein vertikale Sickerwässer aus den überlagernden Garten-, Wiesen- und Waldbereichen zwanglos ableitbar. Es fiel aber andererseits bei den Messungen eine äußerst geringe Abhängigkeit mit deutlicher Zeitverzögerung der Wasserführung im Stollen von den Niederschlagsmengen auf

(Abb. 43). Bei der gegebenen geringen Überdeckung des Rudolfstollens (10-60 m) wären im Falle einer vertikalen Infiltration jedoch deutlichere Schüttungsschwankungen und ein unmittelbares Ansprechen auf Niederschläge zu erwarten gewesen. Beides war nicht zu beobachten, was als empirischer Hinweis auf längere Fließzeiten und Fließstrecken und somit ein entfernteres Einzugsgebiet gewertet werden kann.

Die Messstelle im Sinterkammerl, wo auch die Kalkneubildung (siehe 4.5) ermittelt wurde, zeigte über die Jahre dominant nur einen auffallenden, abnehmenden Trend hinsichtlich der Tropfrate (Abb. 44), zugleich jedoch keinen ins Auge stechenden Zusammenhang mit Niederschlagsereignissen.

Der Gesamtabfluss im Westteil des Rudolfstollens wird dabei nur geringfügig von der abnehmenden Tropfrate zumindest in Teilbereichen des Sinterkammerls beeinflusst (Abb. 45). Man erkennt, dass auch beim gänzlichen Ausfall der Mess-Tropfstelle im Sinterkammerl der Hauptbach-West eine Schüttung aufweisen würde. Offensichtlich findet im Bereich der Sinterbildungen immer wieder eine Verlegung der Abflusswege – möglicherweise auch durch die Versinterung selbst – statt. Erst gegen Ende des Untersuchungszeitraums – im Laufe des Jahres 2014 – ging auch die Schüttung des westlichen Stollengerinnes merklich zurück. Dies ist möglicherweise eine Folge des niedri-

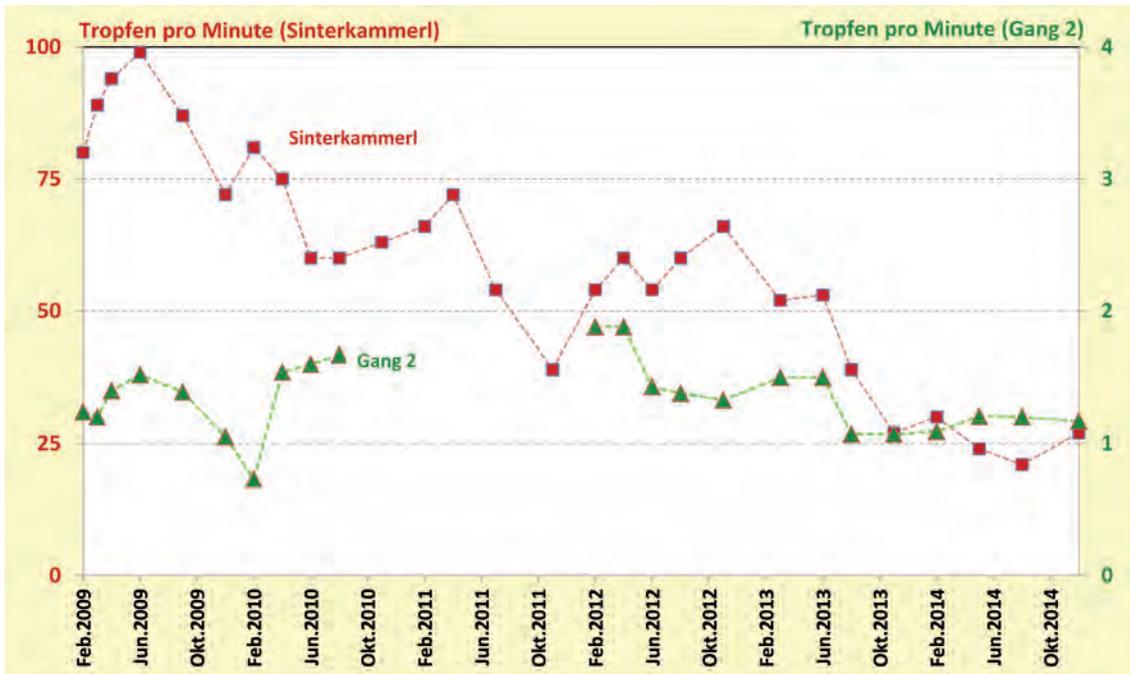


Abb. 44: Tropfraten an der Messstelle Sinterkammerl sowie im Gang 2.

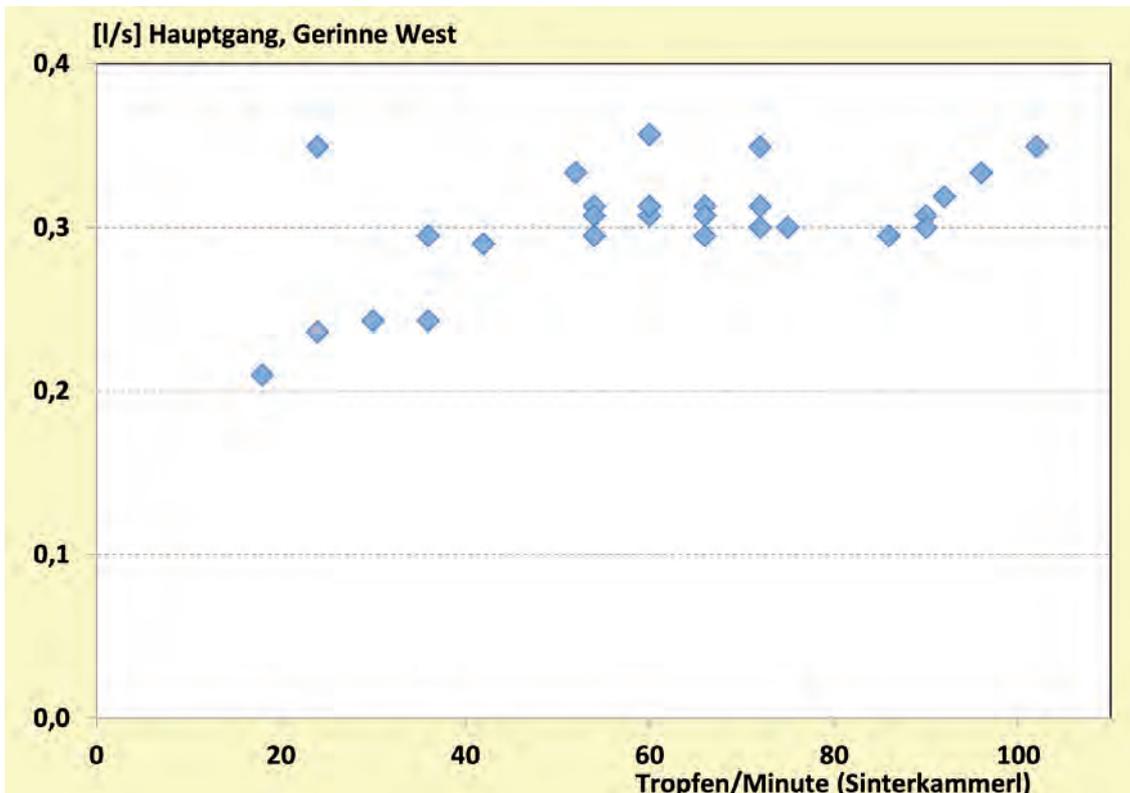


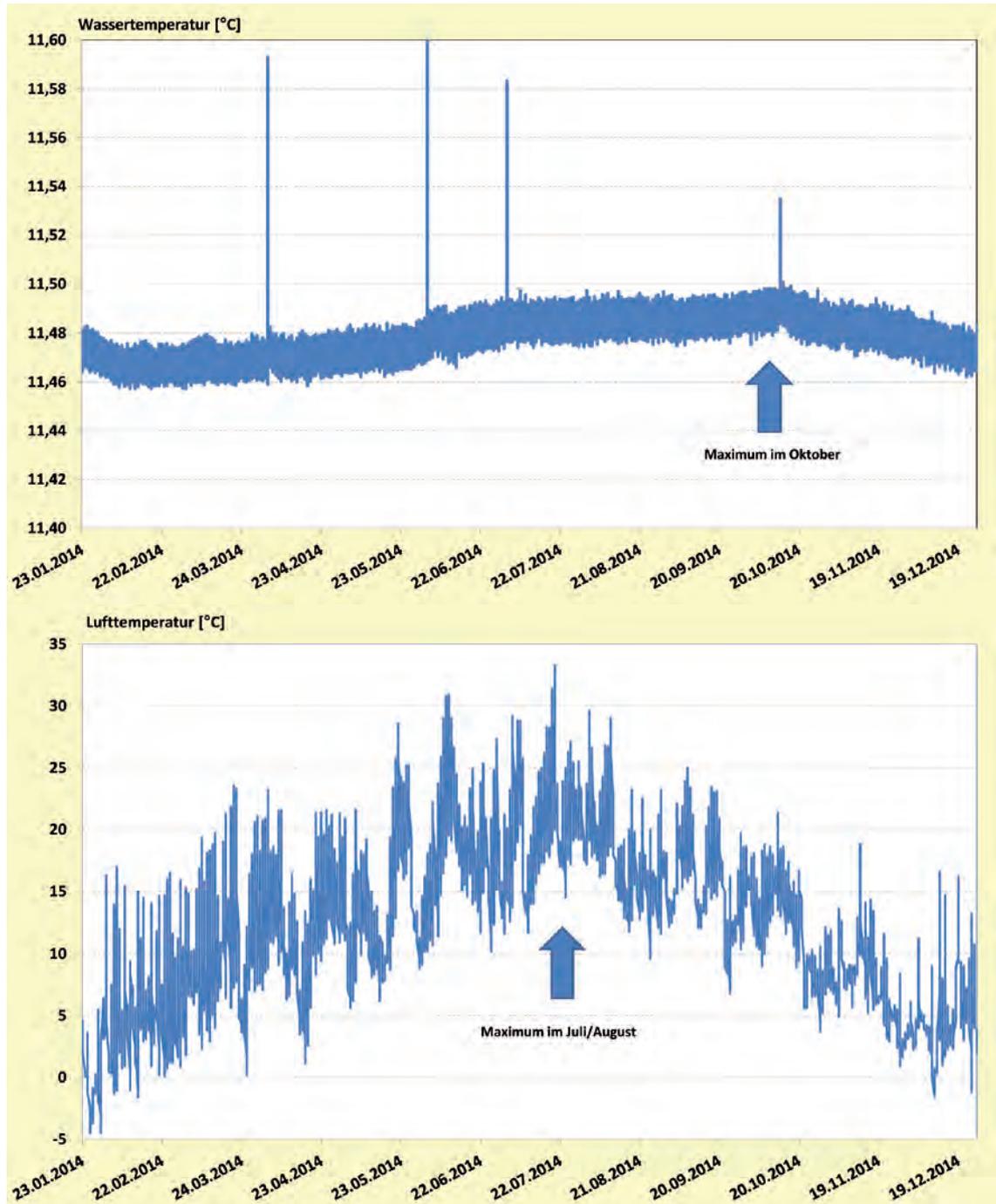
Abb. 45: Zusammenhang zwischen der Tropfrate im Sinterkammerl und dem Abfluss im Gerinne im Westteil des Rudolfstollens.

gen Gesamtniederschlag im Jahre 2014 in Linz (Abb. 43), wobei vor allem das Frühjahr ausgesprochen niederschlagsarm war.

Die Wassertemperaturen der verschiedenen Wasserstellen im Stollen und ihre sehr geringen Schwankungen (Standardabweichung über den gesamten Messzeitraum maximal 0,2 °C) weisen ebenso auf keinen oder einen nur sehr geringen unmittelbaren Einfluss der versickernden Niederschlagswässer hin.

Schließlich zeigt die kontinuierliche Messung der unmittelbaren Tropfwassertemperatur im Sinterkammerl nur eine äußerst geringe Jahresamplitude (Auflösung des Datenloggers: 0,01 °C) von maximal 0,02 °C und keine kurzfristigeren Schwankungen oder Reaktion auf Niederschläge (Abb. 46). Auf der anderen Seite wurden die Besuche im Sinterkammerl im Rahmen der Messkampagnen auch von diesem Wasser-Datenlogger (vier Peaks mit Amplituden von maximal 0,1 °C) recht

Abb. 46: Temperatur-Jahresgang (2014) des Tropfwassers im Sinterkammerl (Pfeil = Temperaturmaximum im Oktober) sowie der Außenluft vor dem Rudolfstollen (Pfeil = Temperaturmaximum im Juli).



deutlich registriert. Das auffällige „Rauschen“ im Signal wird durch statistische Schwankungen im Bereich der Messgenauigkeit, den Einfluss der Umgebungsluft bei der relativ geringen Tropfrate sowie eine derzeit noch nicht interpretierbare merkwürdige thermische Zyklik im Bereich von 20 bis 30 Minuten hervorgerufen. Es erscheint auch bezeichnend, dass das Temperaturmaximum des Tropfwassers erst auf Mitte Oktober fällt, also rund 3 Monate gegenüber der Außenlufttemperatur (Abb. 46, unteres Diagramm) verzögert auftritt, was

kaum für eine direkte, vertikale Infiltration bei einer Überlagerung von rund 30 m spricht.

Die durchschnittliche Wassertemperatur des eintretenden Tropfwassers liegt mit 11,5 °C um rund 2 °C über der Jahrestemperatur von Linz. Aus der Literatur ist bekannt, dass die durchschnittliche Grundwassertemperatur nicht allzu terrainnaher Aquifere meist um 1 °C (und mehr) über dem Außenmittel liegt (PAVUZA & TRAINDL 1984, 1985). Ein Grund dafür kann die geo-

thermische Tiefenstufe – in Mitteleuropa ca. 30 m/°C – sein. Bei den Wässern des Rudolfstollens könnte dieser geothermale Effekt moderat zum Tragen kommen.

4.3.2 Hydrochemie

Entsprechend den geologischen Verhältnissen – der Rudolfstollen liegt im Gneis – ist wie normalerweise in Gebieten mit Kristallingesteinen a priori nicht mit erhöhten Gehalten an gelösten Stoffen und mit Sinterbildungen zu rechnen. Allerdings folgt im Kristallin nördlich der Donau über der Verwitterungszone des Gneises („Flins“) bereichsweise eine Überlagerung durch Linzer Sande oder auch Löss. Beide können erhebliche Anteile an karbonatischen Bestandteilen enthalten, treten im Bereich um Urfahr jedoch nur lokal äußerst begrenzt auf. Zusätzlich wäre im Bereich der Kleingartensiedlung der zeitweise Einsatz von Kalk zur Moosbekämpfung im Rasen zumindest denkbar.

Im Zuge der hydrochemischen Untersuchungen wurden vergleichende Wasseranalysen im Rudolfstollen (Sinterkammerl) sowie an einem Gerinne westlich davon (Rehgraben) und an einer Quelle im Pöstlingberggebiet (Heiliges Bründl) am 29.1.2015 vorgenommen (Tab. 1).

Das Heilige Bründl und auch der Rehgrabenbach entspringen nordwestlich bzw. westnordwestlich des Rudolfstollens und liegen ebenfalls im Perlgneisgebiet, ihre Austrittsstellen liegen jeweils um mehr als 100 m höher als der Rudolfstollen, nach hydrographischen Gesichtspunkten also „grundwasserstromaufwärts“ der Tropfstellen im Stollen. Ihre qualitative Charakteristik ist jener des Sinterkammerls (und somit der stärksten Tropfstelle im Rudolfstollen) ähnlich, quantitativ ist das Wasser im Stollen jedoch sehr viel höher mineralisiert. Diese Beobachtung kann als Indiz für ein höheres Wasseralter – durch längere Fließstrecke bis zum Rudolfstollen – gewertet werden, sie wäre für sich alleine freilich jedoch noch kein hinreichender Beweis.

Im Ganzen fallen Ähnlichkeiten mit Karstwässern hinsichtlich der Gehalte an Ca, Mg und HCO₃ auf, eine

Tab. 1: Simultane Beprobung von Quell- und Bachwässern im Umfeld des Rudolfstollens sowie der Tropfstelle Sinterkammerl am 29.1.2015, Angaben in [mg/l].

Parameter /Probe	Quelle	Gerinne	Ru/SiK
Ca	28	30	148
Mg	9	6	55
Na	5	8	61
HCO ₃	99	61	267
SO ₄	28	57	482
SiO ₂	10	10	9

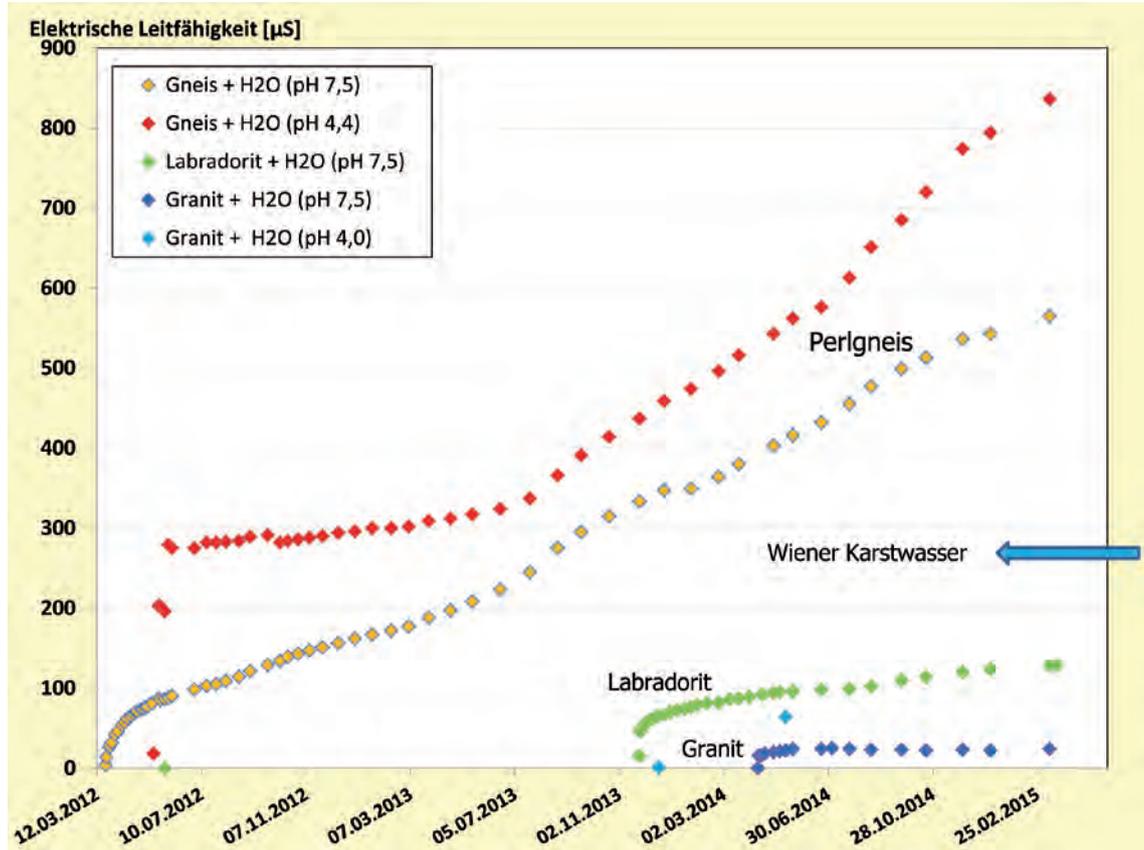
Lösung von Karbonaten scheidet jedoch aus geochemischen Gründen für die Genese der Lösungsinhalte eher aus. Die im Vergleich hohen Gehalte an SiO₂ und Na sprechen für eine Hydrolyse von Quarz, aber auch Feldspäten. Ca und Mg lassen sich ebenfalls aus Feldspäten und Glimmer ableiten, doch läuft dieser Vorgang sehr langsam ab. Dafür sprechen die in weiten Kristallinbereichen des südböhmischen Kristallins sehr niedrigen Lösungsinhalte, letztlich aber auch der selbst durchgeführte Lösungsversuch an Ca-reichem Feldspat (Labradorit, siehe Abb. 47).

Darüber hinaus wurden vergleichende hydrochemische Untersuchungen einschließlich wichtiger Spurenelemente an den Tropfstellen im Sinterkammerl sowie an den schwarzen Sinterröhrchen im Westteil des Rudolfstollens, aber auch an einer Gneis-Lösprobe aus dem Sinterkammerl vorgenommen (Tab. 2).

Es zeigen sich dabei grundlegende Unterschiede der Tropfstellen an den braunen Sinterröhrchen im Westabschnitt des Stollens und jener der weißen Sinter im östlichen und mittleren Bereich des Rudolfstollens, hier repräsentiert durch die Messstelle im Sinterkammerl. Während im Westen saure Wässer mit hohen Sulfat- sowie Ca- und Mg-Gehalten, gleichzeitig aber extrem hohen Werten von mobilisiertem Aluminium sowie Fe und weiteren Schwermetallen und Spurenelementen auftreten, was auf lokale Pyritverwitterung hindeuten könnte, zeigt die Tropfstelle im Sinterkammerl eher eine hydrochemische Charakteristik, die durchaus Karstwässern vergleichbar ist. Allerdings variiert der Lösungsinhalt der Tropfstellen im Sinterkammerl im Lauf der Zeit durchaus (vgl. Tab. 1 und 2). Zusammen mit der Beobachtung extremer Unterschiede in der Mineralisierung der Tropfstellen an der Stollenbrust des Sinterkammerls (lateral innerhalb von 2 Metern Verdoppelung der elektrischen Leitfähigkeit) deutet dies auf engräumige hydrochemische Zonierungen im Aquifer hin, bei denen im Bereich der calcitischen, weißen Versinterungen im Stollen in jedem Fall eine Abpufferung niedriger pH-Werte stattgefunden hat.

Die Gneis-Lösprobe (Lösung in CO₂-haltigem Wasser mit einem pH-Wert von 4,4) ist dem Tropfwasser des Sinterkammerls hydrochemisch zwar verwandt, die Unterschiede (geringere Erdalkaligehalte, höhere Sulfatgehalte) weisen darauf hin, dass einerseits in der Lösprobe Spuren von Pyrit vorliegen dürften, andererseits der Zeitraum des Lösungstests bis zur Analyse (2 Jahre) in Relation zu den tatsächlichen Verhältnissen im Sinterkammerl immer noch zu kurz war. Allerdings könnten auch Variationen in der Zusammensetzung der Gneise (siehe dazu 4.2) bis zu einem gewissen Grad von Relevanz sein – die für den Lösungstest verwendete Gesteinsprobe aus dem Sinterkammerl muss nicht not-

Abb. 47: Lösungsversuche an Gneisproben aus dem Rudolfstollen, Labradorit sowie Weinsberger Granit (Schwarzenberg/Mühlviertel).



Tab. 2: Wasseranalysen Rudolfstollen: Tropfstellen Sinterkammerl, schwarzbrauner Sinter (MP9') sowie Gneis-Lösprobe (Sinterkammerl). Analytik: Proben Rudolfstollen/Brauner Sinter und Sinterkammerl: AIT (Wien) im Rahmen des „wasserCHECK“ – Programmes, Lösprobe Gneis sowie Uran: Umwelt Analyse Zentrum (Salucor GmbH, Filderstadt, D)

Lokalität	schwarzbrauner Sinter bei MP 9'	Weißer Sinter Sinterkammerl	Lösprobe Gneis Sinterkammerl
Datum	22.11.2012	02.03.2011	5/12-6/14
pH-Wert	2,6	7,6	4,3
Ca (mg/l)	276	100	52
Mg (mg/l)	329	38	22
Na (mg/l)	11,5	46	5,2
K (mg/l)	13,7	3,4	20,6
Al (mg/l)	388	<0,01	0,813
Fe (mg/l)	516	<0,01	1
Mn (mg/l)	14,9	<0,001	0,105
Cu (mg/l)	0,13	<0,01	0,177
Zn (mg/l)	2,3	<0,05	0,58
Pb (µg/l)	19	<2	<1
Li (µg/l)	1155	6	
Cd (µg/l)	7	<1	0,01
Cr (µg/l)	140	<5	
Ni (µg/l)	2585	<5	111
U (µg/l)	23	1,8	
SO ₄ (mg/l)	5010	45	239
Cl (mg/l)	29	149	18
F (mg/l)	7,5	0,2	
NO ₃ (mg/l)	<0,5	16	17

wendigerweise genau der dominanten Zusammensetzung des Gneises im Einzugsgebiet des Sinterkammerls entsprechen.

Um neben der hydrochemischen Charakteristik auch die Dynamik der Lösungsprozesse im Gneis besser verstehen zu können, wurden Langzeit-Lösungsversuche in geschlossenen Systemen mit destilliertem Wasser mit und ohne Zusatz von CO₂ an Gneisproben, sowie – vergleichend – an einer Granitprobe aus dem Mühlviertel und an Labradorit (Ca-reicher Feldspat) durchgeführt (Abb. 47). Dabei wurde jeweils die spezifische elektrische Leitfähigkeit der verschiedenen Lösungen gemessen. Sie gibt den Gehalt an gelösten ionischen Stoffen proportional wieder.

Die Resultate, insbesondere die gute Löslichkeit des Perlgneises, sind auf den ersten Blick überraschend, erklären aber die hohe Mineralisation der Tropfwässer und damit auch die Sinterbildungen im Rudolfstollen. Es ist bemerkenswert, dass dabei z.B. die Mineralgehalte des Wiener Trinkwassers – zur Gänze aus dem hochalpinen Karst von Hochschwab, Schneealpe, Rax und Schneeberg stammend – bei weitem überschritten werden. Dies betrifft nicht nur den Test mit CO₂-angereichertem Wasser, sondern auch jenen, bei dem lediglich destilliertes Wasser verwendet wurde – ein Hinweis auf endogene Faktoren bei der Hydrolyse des Gneises. Wichtig erscheint auch der Unterschied zum Weinsber-

ger Granit, der eine wesentlich geringere Hydrolyse zeigt. Gleiches gilt für den ebenfalls getesteten Labradorit (Ca-reicher Feldspat). Offenbar fehlt bei den beiden Letztgenannten jene Komponente, die die Lösung extrem beschleunigt – möglicherweise fein verteilter Pyrit in geringen Mengen, der bei der Verwitterung letztlich Schwefelsäure bildet. Dies wurde von uns aber vorerst nicht näher untersucht.

Bedeutender für die Interpretation der Herkunft und das Alter der Tropfwässer im Rudolfstollen erscheint jedoch die Tatsache, dass bei dem Modellversuch auch nach drei Jahren noch kein stationärer Zustand erreicht wurde, die Hydrolyse also andauert.

Die Mobilisierung von Schwermetallen (v.a. Eisen, Aluminium u.a.) durch saure Lösungen, die durch lokale Verwitterung von Pyrit in verschiedenen Gesteinen begünstigt wird, ist kein Einzelfall: im Puhrstollen in Bernstein (Burgenland), einem kilometerlangen und bereichsweise farbenreich versinterten Stollensystem im penninischen Grünschiefer, konnten durchaus vergleichbare, stark saure Tropfwässer und auch ähnliche schwarzbraune Sinterbildungen festgestellt werden (KECK 2008, S. 80 ff.). Auch hier wird die Hydrolyse von Pyrit unter Bildung von Schwefelsäure und die damit verbundene extrem intensive Gesteinsverwitterung als Ursache der außergewöhnlichen hydrochemischen Parameter postuliert. Die resultierenden Tropfwässer weisen dabei – wie auch im Rudolfstollen – durchaus toxische Gehalte von Aluminium, Nickel, Eisen und Mangan auf. Bei den Anionen dominiert hier wie dort naturgemäß Sulfat.

Eine simultane Messung der elektrischen Leitfähigkeiten der Tropfwässer im Rudolfstollen am 29.1.2015 zeigt die Sonderstellung der Tropfstelle mit den stark sauren Tropfwässern im westlichsten Stollenbereich (Abb. 48), aber auch eine merkliche Differenzierung in den übrigen Stollenbereichen auch innerhalb der stark versinterten Bereiche. Im Ganzen könnte dies auf eine lokal begrenzte Ausdehnung jener grundwasseraufwärtigen Bereiche hindeuten, wo die besonders kalkhaltigen sowie die sauren Sickerwässer generiert werden.

4.3.3 Isotopenmessungen

Um Hinweise auf die Verweilzeiten der versickern den Niederschläge zu bekommen, wurden einerseits einige Messungen des stabilen Sauerstoffisotopes ^{18}O im Tropfwasser des Sinterkammerls zu verschiedenen Zeitpunkten (Univ. Innsbruck, C. Spötl), andererseits eine einzelne Bestimmung von Tritium (Instytut Nauk Geologicznych PAN, Warszawa) durchgeführt (Tab. 3).

Obgleich nur wenige Werte für ^{18}O vorliegen, wird in der Zusammenschau mit den Niederschlagsdaten der

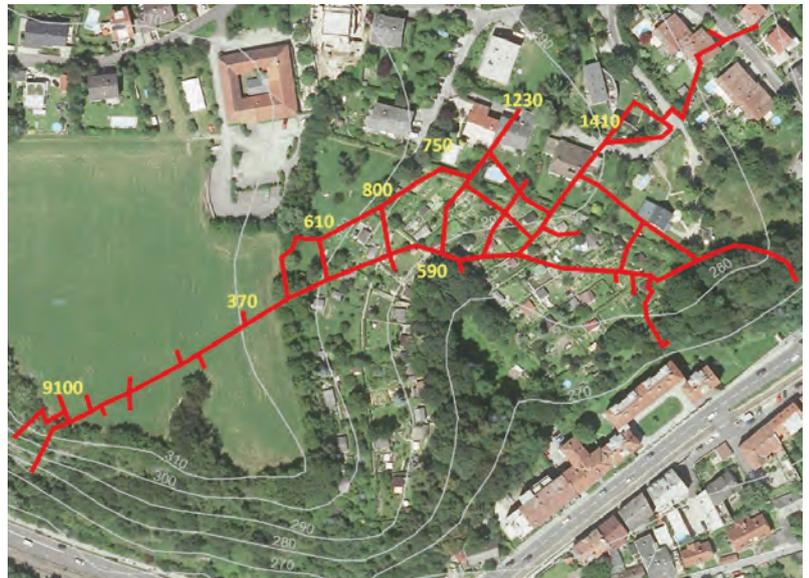


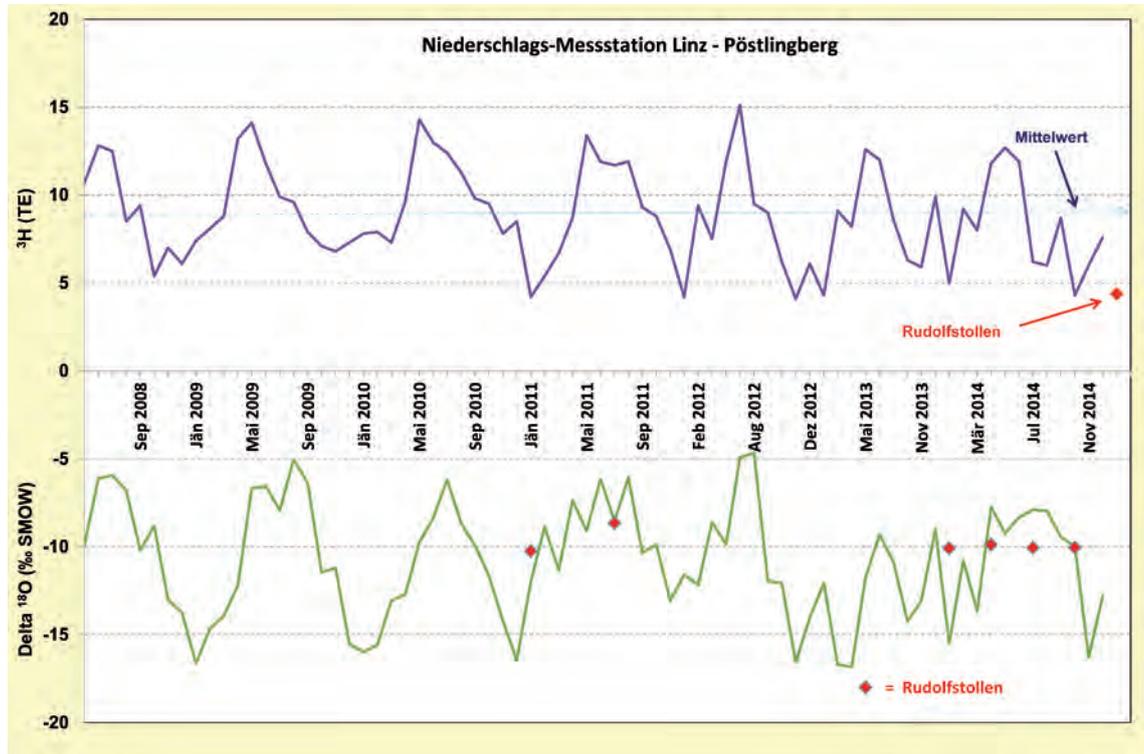
Abb. 48: Simultanmessung der elektrischen Leitfähigkeit (in $\mu\text{S}/\text{cm}$) der Tropfwässer im Rudolfstollen am 29.1.2015.

Station Pöstlingberg (Quelle: Erhebung der Wassergüte in Österreich gemäß Hydrographiesetz i.d.F. des BGBl. Nr. 252/90 gültig bis Dezember 2006 bzw. Gewässerzustandsüberwachung in Österreich gemäß Wasserrechtsgesetz, BGBl. I Nr. 123/06, i.d.g.F.; BMLFUW, Sektion VII/Abteilung 1 Nationale Wasserwirtschaft; Ämter der Landesregierungen) doch eine äußerst geringe Schwankungsbreite von ^{18}O im Rudolfstollen sowie ein geringer Wert für Tritium (^3H) erkennbar, der am unteren Rand der derzeitigen Schwankungsbreite der Niederschläge der Station Pöstlingberg liegt und der in der Zusammenschau mit den überwiegend sehr geringen Variationen von ^{18}O einen nennenswerten Anteil jungen Wassers als wenig wahrscheinlich darstellt (Abb. 49). Beides sind weitere deutliche Hinweise auf das Vorliegen älterer Wässer, deren Fließzeit mindestens mehrere Monate bis Jahre betragen dürfte und deren Herkunft somit auch aus dieser Sicht nur schwer durch vertikale Versickerung von Niederschlagswässern erklärt werden kann. Nach Kralik (2015) lässt sich aus den geringen Variationen von ^{18}O im Tropfwasser, zusammen mit jenen des Niederschlages, rechnerisch ein Alter von

Tab. 3: Isotopendaten ($\delta^{18}\text{O}$, ^3H) der Tropfwässer aus dem Sinterkammerl.

Datum	$\delta^{18}\text{O}$ [‰ VSMOW]	^3H [TU]
09.01.2011	-10,25	
13.07.2011	- 8,65	
22.01.2014	-10,09	
03.04.2014	- 9,88	
02.06.2014	- 9,99	
02.07.2014	-10,06	
13.10.2014	-10,05	
29.01.2015		4,382 ± 0,150

Abb. 49: Tritium und ^{18}O im Niederschlag (Station Pöstlingberg, Quelle: siehe Text) im Vergleich mit Daten aus dem Rudolfstollen.



sogar ca. 6 Jahren abschätzen. Eine präzisere Bestimmung der Wasseralter des Rudolfstollens würde freilich wiederholte Beprobungen über einige Jahre erfordern.

4.3.4 Bakteriologie

Da sich mit geringer Überlagerung bäuerliche Flächen und Einfamilienhäuser mit Gärten oberhalb des Stollens befinden, kann ein mikrobiologischer Eintrag in den Stollen durch das Sickerwasser, inklusive allfälliger Fäkalbakterien aus organischem Dünger (Mist, Gülle), a priori nicht ausgeschlossen werden. Daher umfasste die Wasseruntersuchung sowohl die Gesamtzahl aerober Bakterien als auch Fäkalbakterien als mögliche Anzeiger anthropogener Störungen. Die Probenahme erfolgte am 1.12.2007 im Hauptgang beim Seitengang 5 (Tropfwasser von der – an diesem Punkt nicht versinterten – Stollendecke) und im Seitengang 6A (Tropfwasser an seitlichen Wandversinterungen).

Die Wasserproben wurden direkt im Volumen von jeweils 1 ml auf spezifische Fertignährböden des Typs 3 M Petrifilm™ in je drei Wiederholungen mit sterilen

Tab. 4: Keimgehalte von Tropfwässern im Rudolfstollen am 1.12.2007.
n.n. = nicht nachweisbar

[cfu/ml] = colony forming units/ml	MP 5	MP 6A
[cfu/ml] aerobe GKZ bei 22 °C	169	160
[cfu/ml] aerobe GKZ bei 37 °C	n.n.	n.n.
[cfu/ml] <i>Escherichia coli</i>	n.n.	n.n.
[cfu/ml] Coliforme Bakterien	n.n.	n.n.

Pipetten aufgebracht und anschließend bei einerseits 37 °C (für aerobe Gesamtkeimzahl, *Escherichia coli* und Coliforme Bakterien), andererseits 22 °C (aerobe Gesamtkeimzahl) bebrütet. Die Auszählung sämtlicher Proben erfolgte nach 48 Stunden und nach 120 Stunden; die Auszählungsergebnisse der drei Wiederholungen wurden auf Ausreißer getestet und zum Endwert gemittelt (Tab. 4). Ihre Angabe erfolgt als Anzahl kolonienbildender Einheiten pro ml unverdünnter Probe (colony forming units – cfu/ml). Eine Verdünnung der Proben erfolgte aufgrund der erwarteten geringen Keimzahlen nicht. Als Blindproben zur Kontrolle der Keimfreiheit der Pipetten fungierten Aliquote von sterilem, bidestilliertem Wasser für medizinische Anwendungen.

Sämtliche Proben für *E. coli* und Coliforme Bakterien waren negativ. Es ist aus dieser Sicht daher anzunehmen, dass das Tropfwasser trotz der geringen Überlagerung nicht aus dem unmittelbar über dem Stollen liegenden, landwirtschaftlich und gärtnerisch intensiver genutzten Bereich stammt. Auch konnten keine bei 37 °C kolonienbildenden Organismen aerober Keime detektiert werden. Die nachgewiesenen aeroben Keime sind demnach nicht bei Körpertemperatur, sondern nur bei niedrigeren Temperaturen entwicklungsfähig, was ebenfalls darauf hinweist, dass es sich bei dem mikrobiellen Besatz des Tropfwassers um Keime des natürlichen Systems aus Sediment, Boden und Wasser handelt.

Der bakteriologische Grenzwert für die Gesamtkeimzahl liegt zwar für Trinkwasser bei 100 cfu/ml – bei gleichzeitigem Grenzwert von Null für *E. coli* und Coli-

formen Keimen – doch sind die Gesamtkeimzahlen des Wassers mit 160 bzw. 169 cfu/ml für einen gering überlagerten Stollen an der Peripherie einer Großstadt trotzdem erstaunlich gering. Die beiden Standorte zeigten dabei sehr ähnliche Resultate. Ein punktuell unterschiedlicher Eintrag von Sickerwasser verschiedener Herkunft scheint demnach nicht vorzuliegen. Diese einmalige Messung erlaubt jedoch keine weitergehende Aussage über die Qualität des Sickerwassers im Jahresverlauf und bei unterschiedlicher Witterung.

4.3.5 Zusammenfassende Beobachtungen zur Herkunft der Stollenwässer

Das rechnerische Einzugsgebiet für die Wässer des Rudolfstollens beträgt lediglich ca. 1/20 eines Quadratkilometers, die Menge wäre also aus den unmittelbar darüberliegenden Garten- und Wiesenbereichen quantitativ durch Versickerung herzuleiten. Dagegen spricht jedoch bereits die völlige Unabhängigkeit der Tropfrate u.a. im Sinterkammerl von der Niederschlagsmenge. Betrachtet man, von den topographischen Gegebenheiten ausgehend, die grundwasserstromaufwärtigen Gebiete, bietet sich lediglich der Südabhang des Pöstlingberges als potentiell Einzugsgebiet an.

Die Schwankungen der Tropfwassertemperatur, die im Sinterkammerl mittels eines auf mindestens 0,01 °C auflösenden Datenloggers registriert wurden, sind im Jahresverlauf überaus gering (< 0,02 °C). Eine Reaktion auf Niederschläge ist nicht bzw. nur sehr gering und stark verzögert feststellbar.

Der hydrochemische Vergleich einiger Wässer am Pöstlingberg (Heilquelle, Bach im Rehgraben) mit den Wässern im Rudolfstollen weist auf eine zeitlich-räumliche Lösungsdynamik hin, mit noch geringeren Lösungsinhalten am Pöstlingberg (Heilquelle), die in grundwasserabwärtiger Richtung (Rehgrabenbach im Süden und schließlich Rudolfstollen im Südosten des Pöstlingberges, Typ Sinterkammerl) immer mehr zunehmen.

Lösungsversuche am Perlgnais mit destilliertem Wasser (mit und ohne CO₂) deuten auf eine beständige, zeitabhängige Hydrolyse bestimmter Minerale unter Mitwirkung von Spuren von Erzakzessorien hin, wobei die Feldspäte für den Hauptanteil der gelösten Stoffe verantwortlich sind. Jene Werte an gelösten Stoffen, wie sie im Sinterkammerl auftreten, werden bei den Laborversuchen erst nach vielen Monaten annähernd erreicht. Die langsame Aufmineralisierung kann analog zum hydrochemischen Vergleich im Gelände (s.o.) interpretiert werden.

Die Messung des stabilen Sauerstoffisotopes ¹⁸O im Tropfwasser im Laufe eines Jahres erbrachte nur eine geringe Variation, die um mehr als eine Zehnerpotenz

unter jener der Niederschläge liegt und auch geringer ist als die jährlichen Durchschnittswerte im Bereich Pöstlingberg. Ein junges Wasseralter ist damit auszuschließen. Modellmäßige Abschätzungen deuten auf ein möglicherweise jahrelanges Fließen hin. Für genauere Aussagen ist die Probenzahl aber zu gering.

Es liegt zwar bislang nur eine einzelne Messung von Tritium im Tropfwasser des Sinterkammerls vor, doch deutet der Wert von 4,38 TU bereits klar auf die Dominanz von älterem, möglicherweise sogar bis zu einige Jahrzehnte altem Wasser hin.

Der fast 100%ige Anteil an modernem ¹⁴C im Sinter (siehe 4.5.3.1) schließt die Beteiligung von Löss und tertiären Sedimenten (durch Kalklösung) aus. Dadurch ist auch eine Anspeisung jedenfalls im größten Teil des Stollens (das Sinterkammerl einschließend) durch vertikale Sickerwässer unwahrscheinlich und die Herkunft der Wässer zwingend aus einem reinen Kristallingebiet (durch Hydrolyse von Ca-hältigen Feldspäten) in grundwasseraufwärtiger, nordwestlicher Richtung anzunehmen.

Die Messungen von Radon im Tropfwasser des Sinterkammerls sowie anderer Tropfstellen deuten in Analogie zu einem Labortest auf eine längere Aufenthaltsdauer von mindestens einigen Monaten hin (siehe 4.4.6).

Bakterienuntersuchungen erbrachten in keinem Fall den Nachweis von E.coli bzw. Coliformen Keimen, was bei einer direkten vertikalen Infiltration (Gärten, gedüngte Wiesen) zu erwarten gewesen wäre. Die Gesamtkeimzahlen sind ebenfalls nicht niedrig und deuten durch das völlige Fehlen von bei höheren Temperaturen (37 °C) bebrütbaren Keimen auf eine ausschließliche Herkunft aus wenig belasteten Böden bzw. aus dem Aquifer hin. Auch die Nitratgehalte der Tropfwässer im Stollen entsprechen dem Heiligen Bründl unterhalb der Pöstlingberg-Kirche.

In der Zusammenschau der genannten Parameter und nach einem Blick auf das Relief ergibt sich als wahrscheinlichster Einzugsbereich der Wässer des Rudolfstollens der südliche Abhang des Pöstlingberges, der neben dem Sporn der Urfahrwand natürlich auch die Bäche (wie Rehgraben) sowie das Heilige Bründl – quantitativ vermutlich überwiegend – anspeisen dürfte (Abb. 50). Dabei ist eine Fließdauer von mindestens etlichen Monaten bis zu einigen Jahren aufgrund der vorliegenden Daten zu erwarten. Daraus lassen sich Fließgeschwindigkeiten von maximal einigen wenigen Metern pro Tag ableiten.



Abb. 50: Relief (aus dem digitalen oberösterreichischen RaumInformationssystem DORIS) und Abflussmodell für den Bereich Pöstlingberg-Rudolfstollen.

4.4 Stollenklima

4.4.1 Lufttemperatur

Das langjährige Jahresaußenmittel der Lufttemperatur im Linzer Raum beträgt 9,1 °C, bei der Station auf dem rund 230 m höher gelegenen Pöstlingberg hingegen 7,8 °C (ANONYM 2000). Die einzelnen Jahre sind indessen in ihrer Durchschnittstemperatur sehr unterschiedlich, für den Untersuchungszeitraum 2006-2014 beträgt der Mittelwert von Linz-Stadt 10,6 °C mit dem Maximum von 11,6 °C (2014) und dem Minimum von 9,5 °C (2010, Daten von www.zamg.ac.at)

Im Rudolfstollen wurden an mehreren Stellen Dauermesssicherungen für die Temperaturmessung eingerichtet. Zweck war die Feststellung von Unterschieden in den einzelnen Stollenabschnitten, die Ermittlung der Jahresmittelwerte sowie die Auswertung hinsichtlich der Bewetterungsrichtungen.

In Abb. 51 findet sich eine Zusammenschau der Temperaturentwicklung im Stollen zwischen November 2009 und Oktober 2010. Dabei fällt zunächst auf, dass der vor dem Eingang 1 („Keller“) an einem Baum nordseitig befestigte Außentemperaturlogger einen höheren Durchschnittswert von 10,3 °C gegenüber 9,5 °C (Daten der ZAMG für Linz-Stadt im Jahr 2010) erbrachte. Dies kann neben dem etwas verschobenen Aufzeichnungszeitraum auch auf die möglicherweise nicht optimale Positionierung, zum Teil vielleicht aber auch auf die unmittelbare Nachbarschaft zur vielbefahrenen Rudolfstraße zurückgeführt werden.

Doch auch die Mittelwerte der meisten einzelnen Messserien im Stollen liegen über diesen beiden Außenmittelwerten, in den tagfernen Bereichen abseits der Hauptwetterwege um 1-2° darüber (Abb. 52). Nur im Ausgang 1 („Keller“) ist ein nennenswerter winterlicher Einfluss zu bemerken, im Sommer sind vor allem der Eingang 2 sowie der nächstgelegene Messpunkt von einströmender warmer Außenluft beeinflusst. Die tagfernen Messpunkte im Hauptgang und in den Seitengängen zeigen indessen nur jahreszeitliche Schwankungen von maximal 0,5 °C.

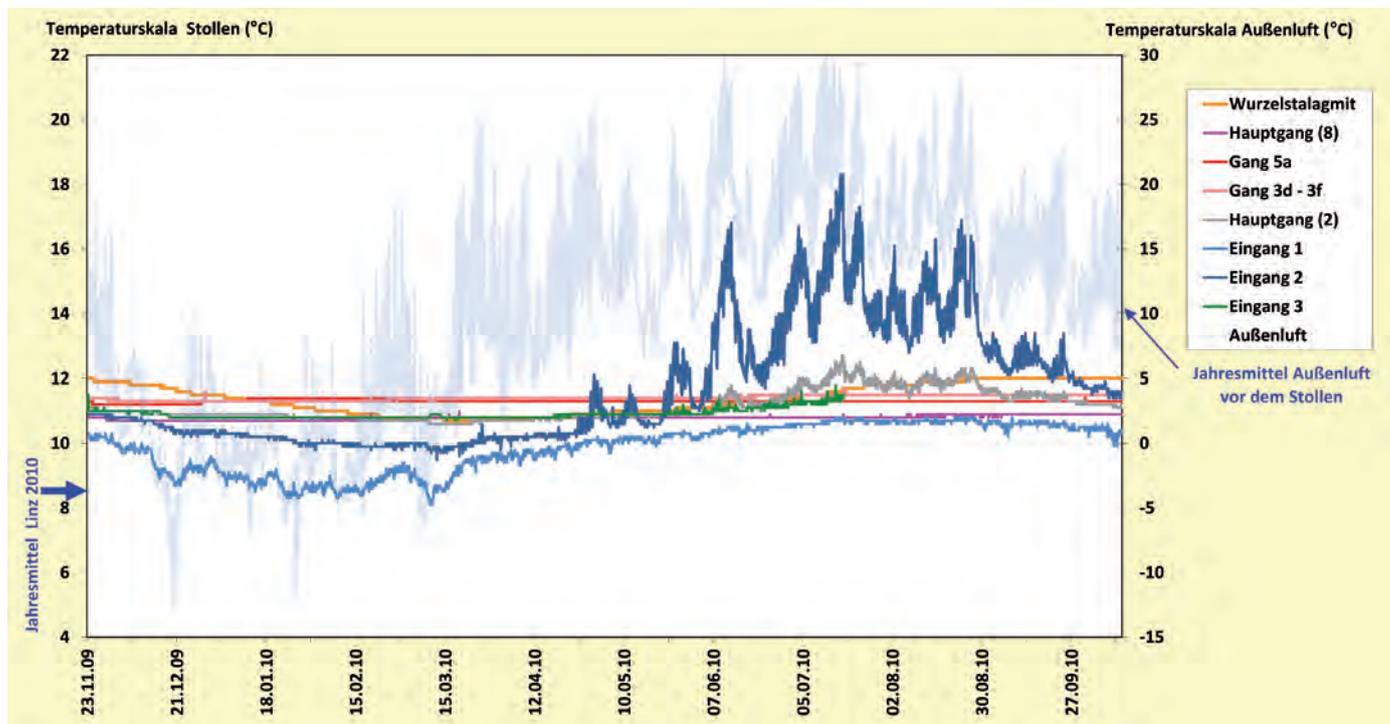


Abb. 51: Lufttemperaturen im Rudolfstollen (2009-2010, linke Skala) im Vergleich zur Außenluft (rechte Skala).

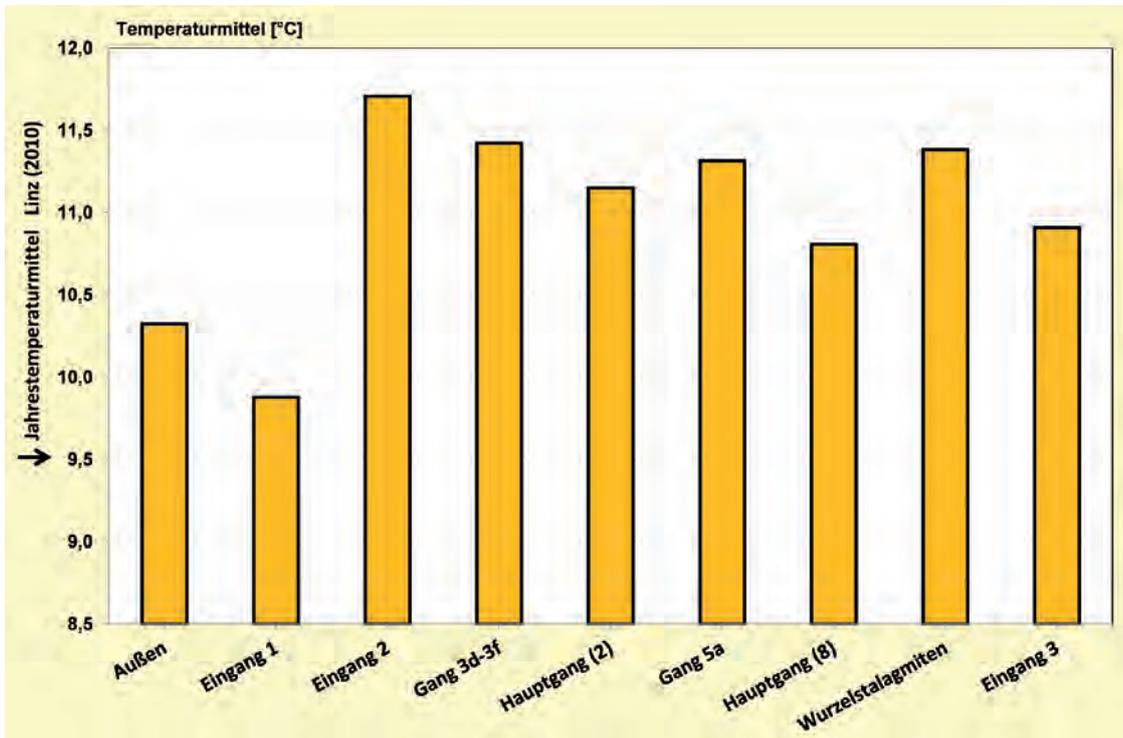


Abb. 52: Lufttemperatur-Mittelwerte an verschiedenen Stellen im Rudolfstollen (2009/2010) sowie Mittelwert für Linz (Pfeil).

Die insgesamt relativ hohen Lufttemperaturwerte im Rudolfstollen könnten auf eine quantitativ im Sommerhalbjahr etwas höhere Luftströmung als im Winterhalbjahr hindeuten, was sich in den Temperaturkurven in Abb. 51 auch anzudeuten scheint und längerfristig zu einer gewissen Erwärmung auch der inneren Stollenteile führen müsste. Doch könnte diese Temperaturanomalie, bedingt durch die Überlagerung von 30 – 60 m in den westlichen Stollenabschnitten und die derzeit nur sehr geringe Wetterführung, auch zum Teil auf den geothermalen Gradienten zurückgeführt werden (vgl. 4.3.1). Die Beobachtungen des Jahresganges von CO₂ im Sinterkammerl mit einem deutlichen Abfall im Winter (siehe 4.4.4) stützen eher die zweite These.

4.4.2 Bewetterung

Die Bewetterung im Stollen ist aufgrund der relativ dichten Türen und der sich daraus ergebenden sehr geringen Luftbewegungen direkt schwierig zu messen. Darüber hinaus fällt die durch die in den meisten Höhlen und vielen Stollen gegebenen Höhenunterschiede induzierte Luftbewegung („Kamineffekt“) im nahezu eben verlaufenden Rudolfstollen fast gänzlich weg. Dennoch sind schwache, jahreszeitlich wechselnde Luftbewegungen bereits in den Temperaturkurven der verschiedenen Stollenabschnitte sichtbar (Abb. 51). So ist ein schwaches winterliches Einströmen kalter Luft bei den Eingängen 1 und 2 noch einige Zehnermeter zu detektieren, im Stolleninneren verliert sich der Effekt. Gleichmaßen kann man ein geringfügiges Einströmen warmer Luft im Sommer beim Eingang 2 noch bis in den Hauptgang verfolgen.

Auch die Messungen von Radon in der Stollenluft (siehe 4.4.6) liefern Hinweise auf die Luftbewegungen.

4.4.3 Luftfeuchtigkeit

Messungen der Luftfeuchte in Höhlen und Stollen erweisen sich in vielfacher Hinsicht als messtechnische Herausforderung, da zumeist die relative Luftfeuchte nahezu 100 % beträgt und die handelsüblichen Messgeräte in Bereichen über 90 % nur unzuverlässige Werte liefern. Nur bei größeren Unterschieden – beim Einströmen im Vergleich zur Stollentemperatur deutlich kälter, trockener Winterluft sowie feuchtwarmer Sommerluft – sind Auswirkungen auf das Stollenklima in Form lokaler Auftrocknung feuchter Bereiche bzw. Nebelbildung zu erwarten. Grund dafür ist das unterschiedliche Aufnahmevermögen von Luft für Wasser in Abhängigkeit von der Temperatur: bei 20 °C kann die Luft fast doppelt so viel H₂O aufnehmen wie bei 10 °C.

Im Rudolfstollen konnte verschiedentlich – vor allem im östlichen Stollenbereich unweit der Eingänge – Nebelbildung beobachtet werden. Sie kann dabei sowohl im Sommer durch Übersättigung bei der Abkühlung während des Einströmens, als auch im Winter in jenen Bereichen, wo warme, gesättigte Stollenluft auf einströmende Kaltluft trifft, auftreten.

4.4.4 Kohlendioxidgehalt

Im Rudolfstollen wurden bei allen Beprobungsterminen in den Jahren 2010 bis 2014 die CO₂-Gehalte der Stollenluft sowie der Außenluft vor dem Eingang gemessen. CO₂ war im Gesamtdurchschnitt bereichsweise fast

Abb. 53: Mittelwerte von CO₂ in der Stollenluft im Zeitraum 2010-2014.

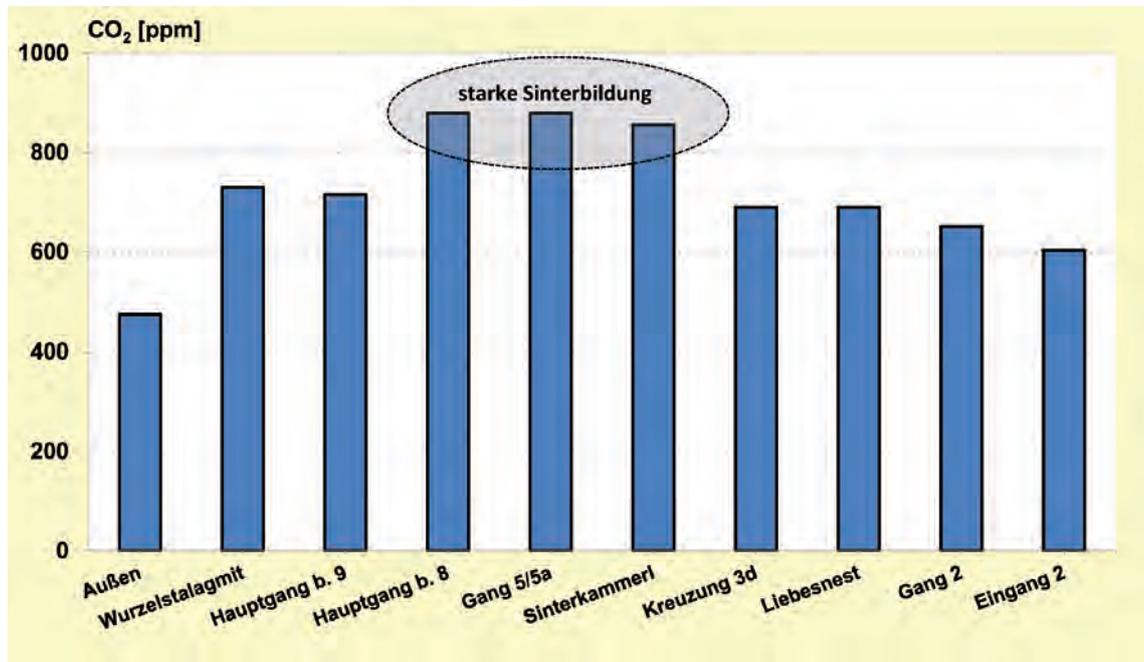
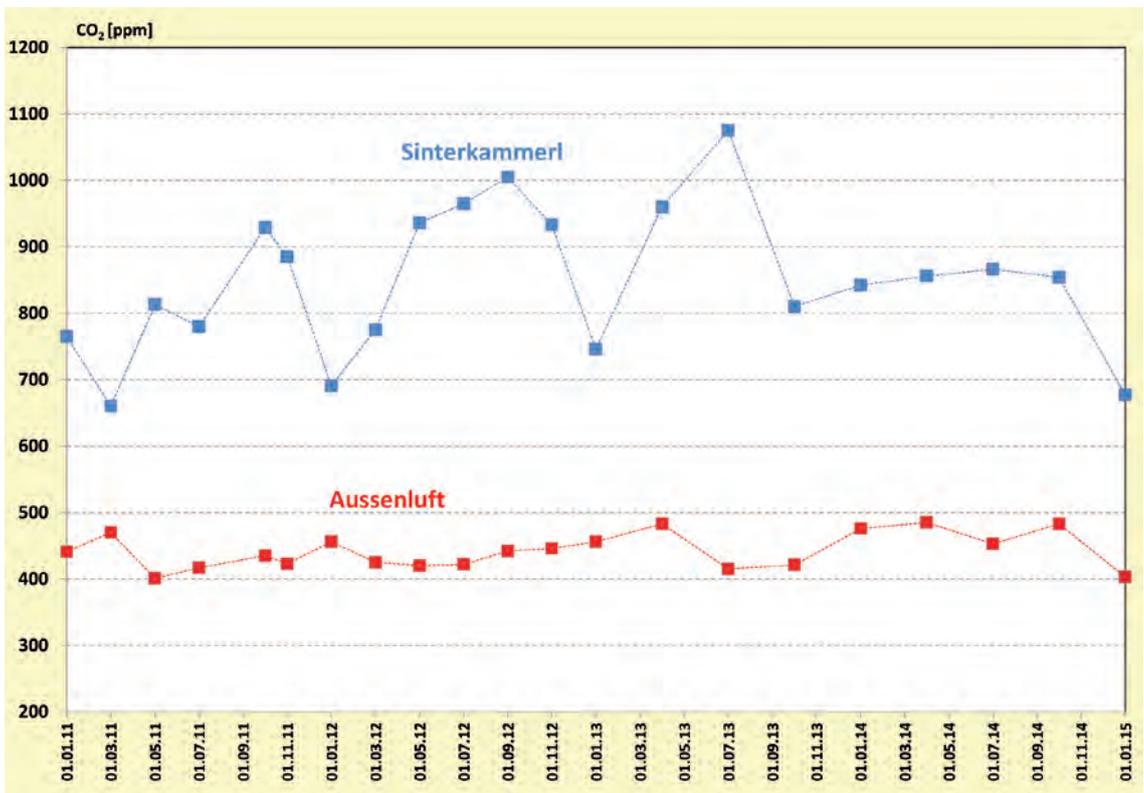


Abb. 54: CO₂-Gehalte im Sinterkammerl in Relation zur Außenluft (2011-2015).



doppelt so hoch wie in der Außenluft (880 versus 470 ppm = 0,088 % bzw. 0,047 %), doch sind dies im Vergleich zu den meisten alpinen Höhlen und Stollen immer noch relativ geringe und für den Besucher unkritische Werte. Bezeichnend ist indessen, dass die höchsten Werte in jenen Bereichen auftreten, wo auch die meisten Sinterbildungen zu beobachten sind (Abb. 53). Bei deren Bildung an den Stollenwänden entsteht CO₂, das durch die sehr geringe Bewetterung in den meisten

Stollenabschnitten eine gewisse Anreicherung erfährt.

Der Jahresgang des CO₂ ist an der Messstelle im Sinterkammerl gut erkennbar (Abb. 54), wobei in fast allen Jahren die Maximalwerte in den Sommermonaten und Minimalwerte im Winter auftraten. Nachdem im Sinterkammerl die verschiedenen Parameter für das Tropfwasser im Jahreslauf nicht nennenswert variieren, hängt die beobachtete Variation des CO₂-Gehaltes der Luft – analog jener bei den Radonwerten – vornehmlich

von der jahreszeitlich unterschiedlichen Bewetterung ab. Dabei erweisen sich sowohl Radon als auch CO_2 als erheblich sensitiver als die Lufttemperatur, die offenbar bei den gegebenen Luftwegen eine fast vollständige Anpassung an die Gesteinstemperatur erfährt.

Eine Momentaufnahme der CO_2 -Gehalte im Sommer 2014 (Abb. 55) zeigt ebenfalls etwas erhöhte Gehalte in den stärker versinterten Bereichen sowie den Unterschied zur Außenluft.

4.4.5 Radioaktivität

Die Messung der Radioaktivität mittels Geigerzähler liefert die Hintergrundstrahlung – hauptsächlich handelt es sich dabei um Gammastrahlung –, die sich aus einem terrestrischen sowie einem kosmischen Anteil zusammensetzt. Referenzwerte, die auch eine gewisse einfache Kalibrierung der verwendeten Messgeräte (meist einfache, handelsübliche Geigerzähler) ermöglichen, sind durch das Strahlenmessnetz des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft (<http://sfws.lfrz.at/>) gegeben, dessen aktuelle Werte online, aber auch über den ORF-Teletext abgerufen werden können.

Aufgrund eigener langjähriger Erfahrungen in Höhlen tritt beim Eintritt in unterirdische Räume (Höhlen und Stollen) der kosmische Anteil der Strahlung bereits nach wenigen Metern in den Hintergrund und der geogene Anteil dominiert die Messwerte. In alpinen Karst-

höhlen manifestiert sich dies in den meisten Fällen durch einen signifikanten Rückgang der Strahlung (angegeben in nSv/h – Nano-Sievert pro Stunde), in einigen Fällen sogar bis auf die Hälfte jenes Wertes, der vor der Höhle im Freien gemessen wird. Nur in Höhlen in Kristallingesteinen sowie auch in metamorphen Karbonaten (Marmor) und – selten – in Karsthöhlen, in denen kristallreiche allochthone Höhlensedimente vorliegen, übersteigen die Werte im Höhlenraum jene der Oberfläche.

Im Rudolfstollen, der im Gneis angelegt wurde, liegen die Messwerte erwartungsgemäß über jenen vor dem Stollen, wobei sich unter Tage eine beträchtliche Variabilität abzeichnet (Abb. 56). Vor allem in den nordwestlichen Abschnitten treten dabei höhere Werte auf als im Osten des Stollensystems. Möglicherweise widerspiegeln diese Werte die Variabilität des Gneises (siehe 4.2.). Der gemessene Außenwert korrelierte gut mit den Werten für Linz im Frühwarnsystem. Eine Gefährdung allfälliger Besucher ist bei den gemessenen Werten übrigens nicht gegeben.

4.4.6 Radon und Radonfolgeprodukte

Längerfristige Radonmessungen – als Durchschnittswert über den Messzeitraum – sowie Radonfolgeprodukt-Messungen (EEC) wurden mittels Kodapha-Dosimetern (Fa. GT-Analytic, Lambesc, Frankreich), die die Spaltspuren des radioaktiven Zerfalles an speziell-

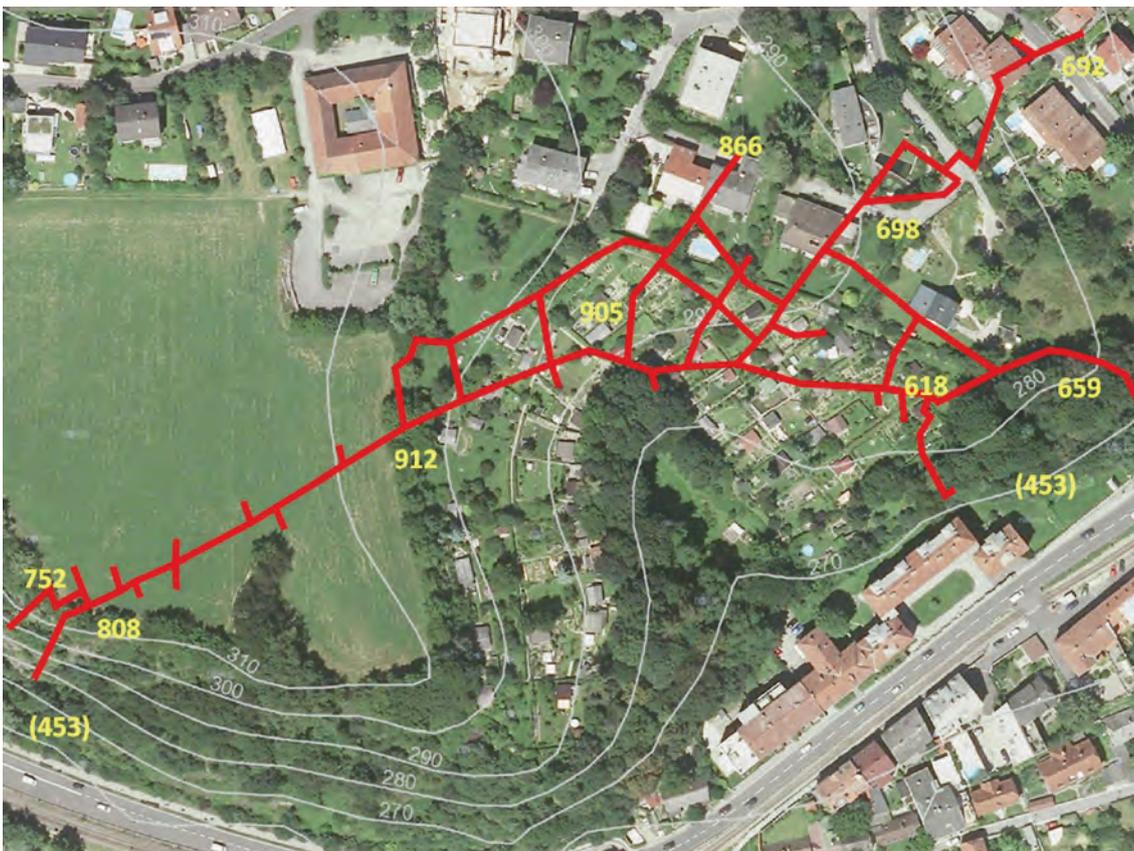


Abb. 55: CO_2 -Gehalte der Stollenluft (in ppm) im Rudolfstollen am 2.7.2014 (Werte für die Außenluft in Klammer).

len Polyester/Cellulosenitrat-Folien auswerten, durchgeführt. Einzelmessungen von Radon und EEC erfolgten mit DOSEman und DOSEman Pro von Sarad (Dresden, Deutschland) sowie Radim 5 und Radim 3W (Rn in Wasser) von GT-Analytic (Lambesc, Frankreich).

Wie in allen natürlichen und künstlichen unterirdischen Räumen (Höhlen, Stollen, Tunnel, Keller) ist die Radonaktivität in der Luft auch im Rudolfstollen erhöht. Die entsprechenden Werte stehen in Zusammenhang mit dem Gehalt an Mutternukliden des Radon (^{238}U für ^{222}Rn bzw. ^{232}Th für ^{220}Rn) im Gestein, gegebenenfalls auch im zutretenden unterirdischen Wasser, freilich aber auch mit der Intensität der Bewetterung und dem damit verbundenen Luftaustausch. In Höhlen können auch allochthone Sedimente bei entsprechender Zusammensetzung zur Radonneubildung beitragen. Generell ist der Gehalt an den genannten Mutternukliden in Kristallingesteinen deutlich höher als in den meisten Sedimentgesteinen. Die Unterschiede in den Radonaktivitäten in Höhlen sind aber schon deshalb weniger gravierend, da die Höhlensysteme in den Kalkalpen beispielsweise erheblich größer sind als ihre Gegenstücke etwa im Südböhmischen Kristallin (Mühlviertel, Waldviertel), und in den letztgenannten daher der Luftaustausch und damit die Radon-Abreicherung entsprechend stärker wirksam ist.

Im Rudolfstollen mit seiner nicht unerheblichen Länge von über 1 km, der aktuell geringen Bewetterung und seiner Anlage im Gneis ist a priori mit vergleichsweise höheren Werten zu rechnen als in den meisten kalkalpinen Höhlen. Dennoch sind die gemessenen Radonwerte im Ganzen trotz bereichsweise sehr geringer Wetterführung niedrig, überschreiten nur kurzzeitig und bereichsweise 1000 Bq/m^3 und stehen somit in deutlichem Gegensatz zu Messungen in anderen künstlichen Objekten im weiteren Umfeld von Linz, wie zum Beispiel der sogenannten Steyreggerhöhle (vulgo Große Höllweizen 6843/1), einer in tertiären, kristallreichen Linzer Sanden angelegten unterirdischen Produktionsstätte, wo wir am 19.3.2010 einen ^{222}Rn -Wert von $25\,000 \text{ Bq/m}^3$ messen konnten. Radonwerte aus den anderen Stollensystemen in Linz sind uns hingegen nicht bekannt.

Im Sommer 2014 wurden mittels Radon-Dosimetern (Kodalpa, Fa. GT-Analytic) mittlere Werte für ^{222}Rn an insgesamt 11 Stellen ermittelt (Abb. 57). In den meist einige hundert Bq/m^3 betragenden Werten spiegelt sich die – schwache – westwärts gerichtete Wetterführung größtenteils wider, alleine im östlichsten, von der Bewetterung nicht betroffenen Abschnitt, der überdies nicht mehr im Gneis situiert ist, zeigte sich ein merklich höherer Wert $> 1000 \text{ Bq/m}^3$.

Dies dürfte mit einem im Vergleich zu den benachbarten Weinsberger Graniten des südböhmischen Kristallins deutlich geringeren Gehalt an radioaktiven Mutternukliden zusammenhängen, wie sich aus einer Vergleichsmessung mit einem Großflächen-Geigerzähler (RM-90, Aware Electronic) ergab (siehe 4.5.3.2, Abb. 106). Interessant mögen in diesem Zusammenhang auch Literaturangaben über durchschnittliche Gehalte an ^{232}Th im Granit und im Gneis sein (120 bzw. 45 Bq/kg), für das ^{238}U Tochternuklid ^{226}Ra werden indessen Werte von 100 bzw. 75 Bq/kg angegeben (VOLKMER 2012).

Gammaspektrometrische Gesteinsanalysen auf radioaktive Isotope (Labor für Radioisotope des Büsingen-Instituts der Georg-August-Universität Göttingen, Tab. 5) ergaben für zwei Proben aus dem Rudolfstollen keine auffallend hohen Gehalte an Uran und Thorium, größtenteils dürfte die an den Gesteinsproben sowie im Stollen gemessene Gammastrahlung vornehmlich den – geochemisch bedingt – etwas höheren Aktivitäten von ^{40}K zuzuordnen sein.

Auch bei der österreichweiten Übersicht über Radionuklide in der Umwelt (BERKA et al. 2014) sind im Umfeld des Rudolfstollens keine erhöhten Gehalte an natürlichen radioaktiven Isotopen im Gestein und in Bachsedimenten gefunden worden.

Zu bedenken ist im Zusammenhang mit den Variationen im Stollen die Halbwertszeit des ^{222}Rn von 3,8 Tagen (das zweite Isotop ^{220}Rn ist mit einer Halbwertszeit von knapp unter 1 Minute nur sehr nahe seiner Quelle nachweisbar). Auch bei der sehr geringen Luftströmung im Hauptgang des Rudolfstollens wird selbst bei einer Luftströmung von nur $0,1 \text{ m/s}$ der rund 400 m lange Hauptgang des Stollens in nur etwas mehr als 1 Stunde durchströmt – hier war im Messintervall 2.Juni bis 2.Juli 2014 bei einer überwiegenden Wetterführung von E nach W ein Ansteigen der mittleren Werte (Abb. 57) zu konstatieren. Lediglich knapp vor dem Westausgang beim Steinbruch war ein etwas niedrigerer Wert zu beobachten, ohne dass der Temperaturgang des hier registrierenden Datenloggers irgendwelche Hinweise auf einen Außenluft-Zutritt ergeben hätte.

Als Radonquelle kommt unter Tage auch eintretendes Wasser mit potentiell erhöhtem Gehalt an Radon in Frage, das beim Übertritt in den Luftraum entgast und so lokal die Radonaktivität erhöhen kann. Bei geringer Wetterführung sollte sich dies jedoch in Form einer Anomalie zeigen bzw. sollten sich Variationen im Gehalt an physikalisch gelöstem ^{222}Rn im Wasser auch in den Gehalten der Stollenluft widerspiegeln. Im Rudolfstollen ist dies allerdings nicht der Fall, selbst große Änderungen im Radongehalt des Tropfwassers bedingen keine gleichlaufenden Änderungen im Radongehalt der Stoll-

Tab. 5: Aktivitäten von U, Th und K in Pergneisen des Rudolfstollens (in Bq/kg).

Lokation	^{238}U (aus ^{234}Th)	^{238}U (aus $^{214}\text{Pb}/^{214}\text{Bi}$)	^{232}Th (aus ^{228}Th)	^{232}Th (aus $^{212}\text{Pb}/^{212}\text{Bi}$)	^{40}K
Sinterkammerl	49,06	55,53	115,10	86,50	1093
Hauptgang bei 8	46,08	68,85	178,90	111,35	1106

Tab. 6: Radonmessungen in der Stollenluft sowie in einem Bohrloch im Rudolfstollen.

19.03.2010 – 26.05.2010	^{222}Rn [Bq/m ³]
Hauptgang bei Gang 8	831
Sinterkammerl	853
Sinterkammerl Bohrloch	1137

lenluft im Sinterkammerl (Abb. 58).

Die direkte Anreicherung aus dem umgebenden Gestein, die somit der maßgebende Faktor – beeinflusst von der Wetterführung – sein muss, ist durch relativ auf-

wändige Exhalationsmessungen und Modellrechnungen erfassbar. Dies war im Zuge der bisherigen Untersuchungen vom Aufwand her nicht realisierbar. Ein relativ einfacher Versuch zeigte jedoch den grundsätzlichen Anreicherungsmechanismus gut: Es wurden mittels Kernspurdosimeter (Typ Kodalpha, GT-Analytic) Messungen der mittleren Radonaktivität im Hauptgang (beim Seitengang 8, Hauptwetterweg), im Sinterkammerl sowie in einem dort befindlichen Bohrloch (ca. 3 cm Durchmesser, ca. 15 cm Tiefe) gemessen. In letzterem zeigte sich ein markant erhöhter Wert in Relation

Abb. 58: Radon im Tropfwasser und in der Stollenluft im Sinterkammerl (2008-2015).

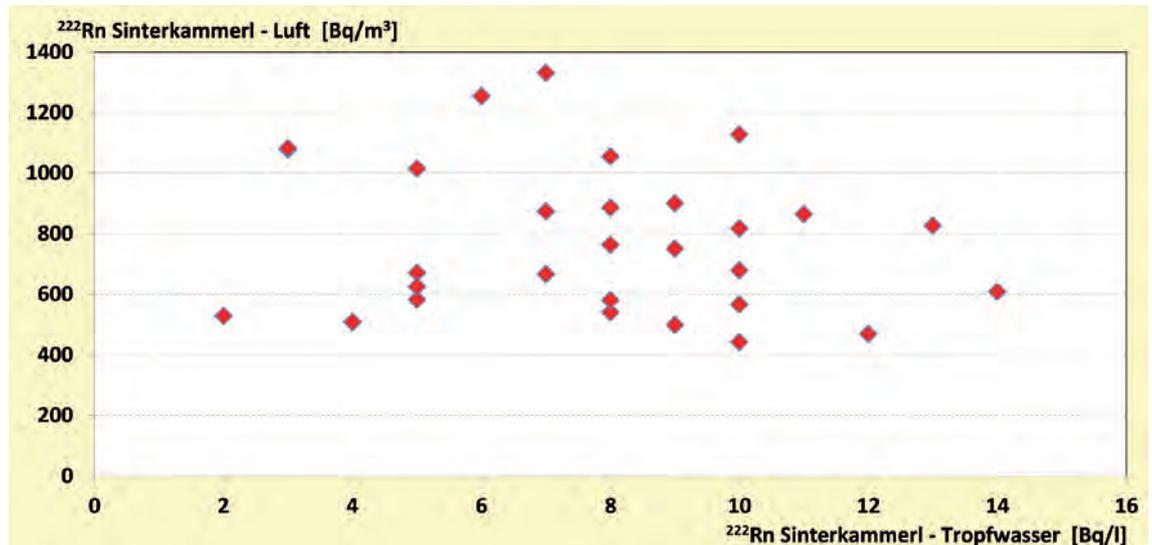
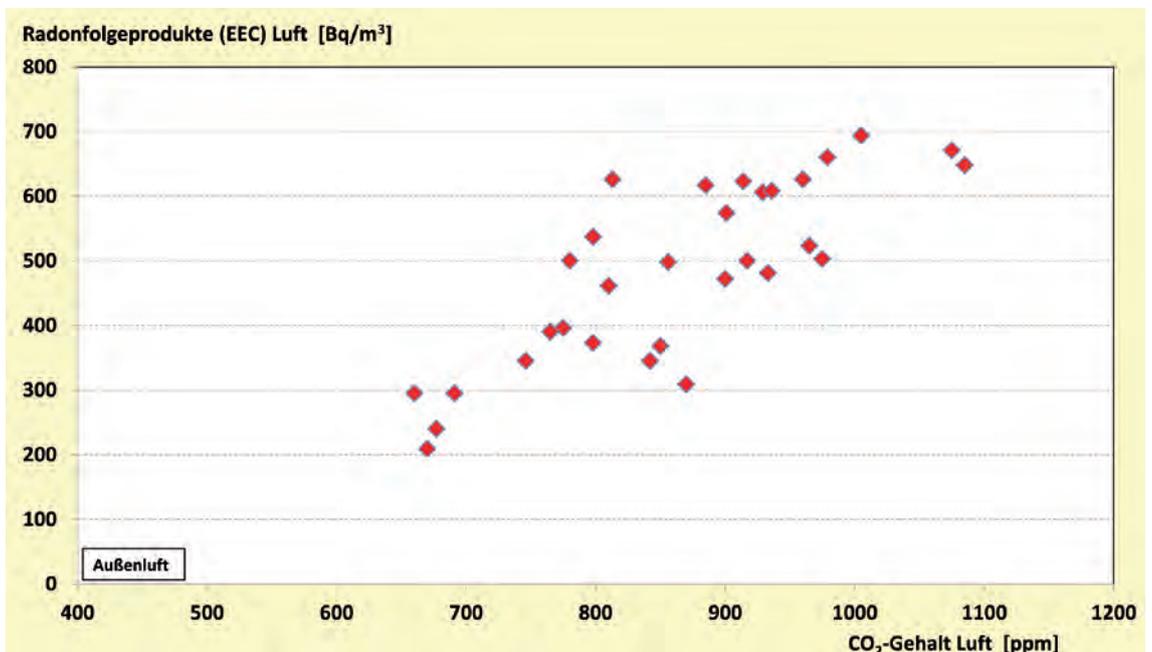


Abb. 59: Zusammenhang zwischen CO₂-Gehalt und Gehalt an Radonfolgeprodukten im Sinterkammerl (2008-2015).



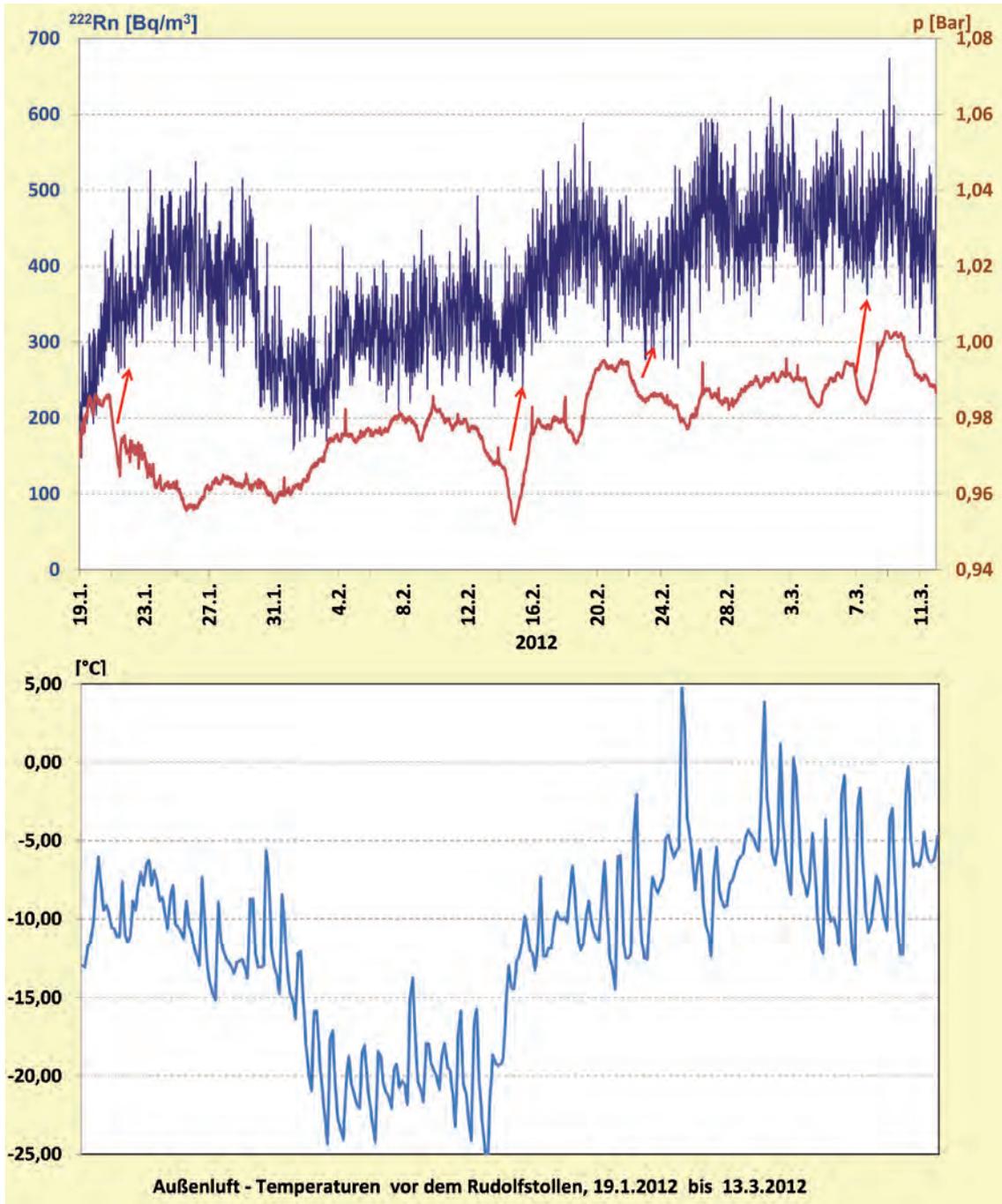


Abb. 60: Möglicher Zusammenhang zwischen Luftdruck und Radongehalt im Sinterkammerl im Winter 2012 sowie mit der Außentemperatur (unterer Abschnitt).

zu den beiden anderen Werten im freien Stollenraum (Tab. 6). Die Exhalation aus dem Gestein findet also offenbar in merklichem Ausmaß statt.

Die Anreicherung in den Bereichen mit relativ stationärer Bewetterung – wie etwa im Sinterkammerl – ist jahreszeitlich unterschiedlich. Es zeigt sich dabei auch ein deutlicher Zusammenhang der voneinander ursächlich unabhängigen Höhlenluftparameter, nämlich Radonfolgeprodukte-Aktivität (EEC) und CO₂-Gehalt (Abb. 59), was auf die weitgehende Abhängigkeit vom Luftaustausch hindeutet und nicht auf temporär verstärkte Bildung von Radon und CO₂ aus anderen Gründen.

Die Exhalation aus dem Gestein, die sich in den Daten andeutet, kann nun einerseits direkt von der Gesteinsoberfläche im Stollen, aber auch über Trennflächen und somit auch aus stollenferneren Gesteinspartien erfolgen. Letzteres sollte einen gewissen Zusammenhang mit Luftdruckschwankungen zeigen, da bei fallendem Luftdruck eine verstärkte Exhalation in den Stollen erfolgt. Es zeichneten sich bei einer Messung zwischen Jänner und März 2012 einige Zeitabschnitte ab, bei denen Druckabfälle mit stärkerem Gradienten eine Exhalation von Radon in den Stollen induziert haben könnten, doch sind in der Radon-Ganglinie auch weitere Variationen zu erkennen, die

Abb. 61: Temperaturentwicklung in der Tropfstelle Sinterkammerl im Winter (mit logarithmischer Trendlinie).

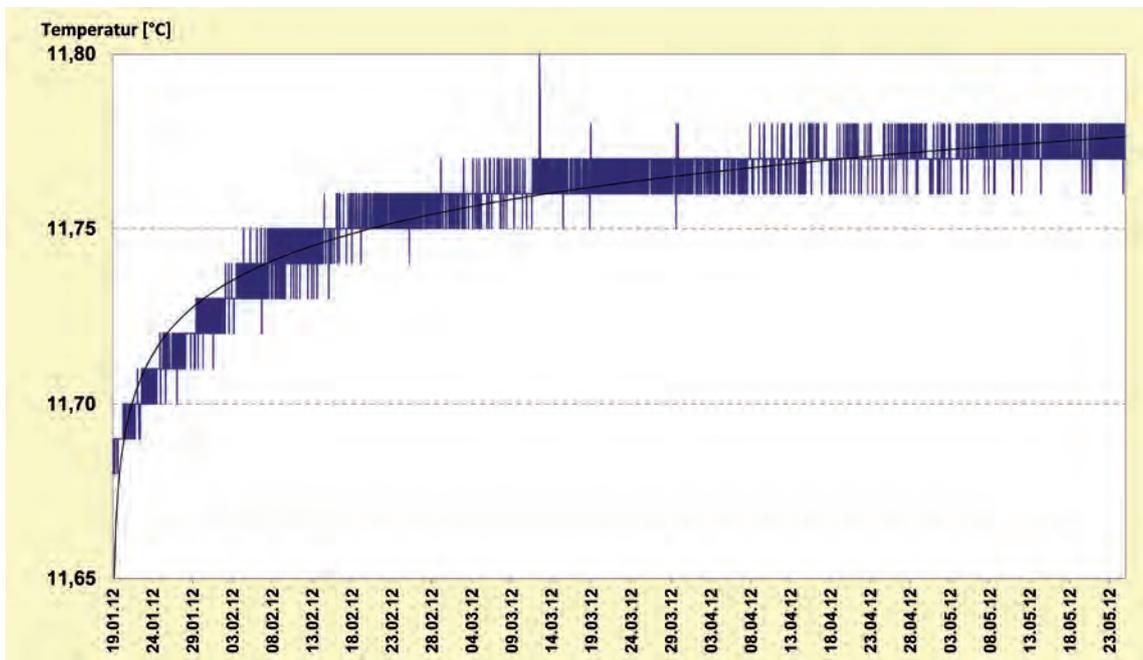
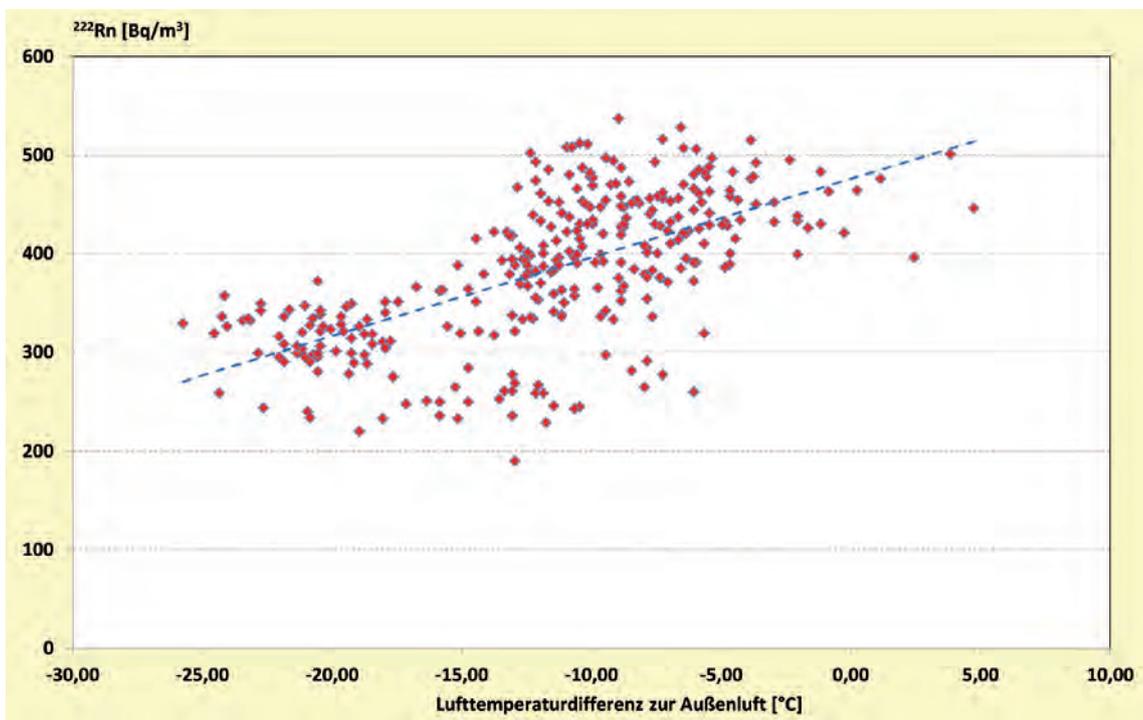


Abb. 62: Zusammenhang zwischen der Temperaturdifferenz von Stollen- und Außenluft und Radongehalt im Sinterkammerl (Jänner bis März 2012).



nicht den Druckschwankungen zugeordnet werden können (Abb. 60).

Auch fallen die niedrigeren Werte mit sehr niedrigen Außentemperaturen (bis -20 °C im Februar 2012) zusammen (Abb. 60 – unterer Abschnitt), obgleich im Sinterkammerl in diesem Zeitraum keine Temperaturänderungen registriert wurden.

Im Messzeitraum Jänner bis März 2012 zeigte der Datenlogger mit einer Auflösung von $0,15\text{ °C}$ im Sinterkammerl keine Variation, die Werte pendelten statistisch zwischen $11,35$ und $11,5\text{ °C}$. Auch der zweite Log-

ger ($0,1\text{ °C}$ Auflösung), der näher bei der Tropfstelle situiert war, erbrachte ein analoges Resultat (statistisches Pendeln zwischen $11,5$ und $11,6\text{ °C}$). Schließlich kann noch jener Logger mit $0,01\text{ °C}$ Auflösung herangezogen werden, der im Tropfenfall der Tropfstelle situiert war und immerhin die jeweiligen Stollenbesucher (zumeist die Autoren selbst) im Zuge der Messkampagnen stets deutlich registrierte (Abb. 61). Auch dieser hochempfindliche Logger detektierte die Außenluftschwankungen nicht, der Anstieg zu Beginn der Messperiode ist alleine aufgrund seiner fast perfekt logarithmischen Kurvenform einer – sogar der exogenen

Abkühlung entgegenlaufenden – Temperaturänderung im Aquifer zuzuordnen.

Im betreffenden Zeitabschnitt im Februar 2012, wo deutlich verringerte Radongehalte zu konstatieren waren, die nicht auf Luftdruckschwankungen zurückgeführt werden können, zeigen sich somit zwar keine Temperaturänderungen im Sinterkammerl, wohl aber Einflüsse der Außenluft auf den Radongehalt.

Die Korrelation des Temperaturunterschiedes zwischen Außenluft und Lufttemperatur im Sinterkammerl und der Radongehalte im Sinterkammerl (jeweils 4-Stunden-Mittelwerte) ergibt überdies einen statistisch gesicherten Zusammenhang, wobei bei größeren Temperaturunterschieden die Radonwerte rückläufig sind (Abb. 62). Aufgrund der geringen Niveauunterschiede sowie der derzeit zum größten Teil gering wetterwegsamem Eingänge ist jedoch die Bewetterung im Rudolfstollen stets recht gering.

4.4.7 Luftionen

Messungen der Luftionen haben eine lange Tradition, doch erst in jüngerer Zeit wurde der Zusammenhang hoher Luftionenkonzentrationen einerseits mit stark bewegtem Wasser – zum Beispiel bei Wasserfällen (http://www.hohe-tauern-health.at/uploads/media/Studie_Krimmler_Wasserf%C3%A4lle.pdf) sowie andererseits (unter Tage) mit dem Gehalt an Radon in der Luft genauer untersucht (z.B. SAS et al. 2006). Es ergab sich bei diesen Studien ein positiver Zusammenhang zwischen Radon bzw. Radonfolgeprodukten und dem Gehalt an Luftionen, wobei unter Tage generell negativ geladene Ionen überwiegen.

Im Rudolfstollen kam ein „Air Ion Counter“ von AlphaLab Inc., Modell AIC, zum Einsatz. Durch die hohe Luftfeuchtigkeit war aber die Verlässlichkeit des Gerätes nicht dauerhaft gegeben, extrem hohe, wenig glaubhafte Werte waren dann die Folge. In der folgenden Tabelle sind die Daten von zwei Messungen, bei denen dieser Effekt nicht beobachtet wurde, den in der Literatur angegebenen Werten bei vergleichbaren Radongehalten gegenübergestellt (Tab. 7).

Bei den bisherigen Messungen im Rudolfstollen lagen die Werte im Bereich der in der Literatur angeführten Größenordnung, und auch im Rudolfstollen waren mehr negative als positive Ionen vorhanden, ebenso zeichnete sich der positive Zusammenhang zwischen Radon bzw. Radonfolgeprodukten (EEC) und dem Gehalt an Luftionen ab.

4.4.8 Aerobe Keime und Schimmelpilze in der Stollenluft

Ähnlich wie bei der mikrobiologischen Untersuchung der Tropfwässer erfolgten lediglich orientierende

Tab. 7: Messung der Ionengehalte der Stollenluft (Sinterkammerl) im Vergleich zu Radon und Radonfolgeprodukten (EEC).

Datum	²²² Rn	EEC	Σ Ionen/cm ³	„+“/cm ³	„-“/cm ³	Σ (Lit.)
10.11.2011	1127	617	14500	6400	8100	30000
12.03.2012	498	396	8000	2200	5800	10000

Tab. 8: Aerobe Bakterien und Pilze in der Stollenluft des Rudolfstollens (5.10.2011 bzw. 18.7.2012).

Aerobe Bakterien (5.10.11)	„Impaktor“ [cfu/m ³]	„Schwerkraft“ [cfu/cm ² /h]	Pilze (18.7.12)	„Schwerkraft“ [cfu/cm ² /h]
Hauptgang bei Gang 5	28	0.6		0.04
Sinterkammerl	11	0.3		0.05

Untersuchungen in Form einer jeweils einmaligen Erfassung der Gesamtkeimzahl in der Luft befindlicher (Schimmel)pilze und aerober heterotropher Bakterien an zwei verschiedenen Stellen in den Jahren 2011 und 2012. Nebst methodologischen Fragestellungen interessierte vor allem, ob es Unterschiede im mikrobiellen Besatz der Luft zwischen den Durchgangsstrecken und den abgelegenen und nicht nach allen Seiten offenen Teilen des Stollens gibt. Daher wurden exemplarisch im Hauptgang beim Seitengang 5 und im Sinterkammerl Messungen durchgeführt.

Die Erfassung der Gesamtkeimzahlen aerober Bakterien erfolgte:

a) mittels eines Runddüsenimpaktors LKS 30 („Impaktor“), indem 1 m³ Raumluft durch ein sterilisiertes Sieb direkt auf sterile Petrischalen mit Nährboden (Merck-Standard-Agar für aerobe Gesamtkeimzahl) eingeblasen, die Schalen danach zugedeckelt und bei 22 °C Temperatur 120 Stunden lang bebrütet wurden,

b) mittels steriler Petrischalen mit Nährböden (siehe a), die 1,5 Stunden lang offen der Raumluft exponiert, dann zugedeckelt und (siehe a) bei 22 °C Temperatur 120 Stunden lang bebrütet wurden („Schwerkraft“).

Die Erfassung der GKZ der in der Luft befindlichen (Schimmel)pilze erfolgte ausschließlich mit Methode b („Schwerkraft“) und entsprechenden, für Pilze spezifischen Nährböden (Sabouraud-Agar und Dichloran-Glycerin-Agar DG 18), jeweils unter Zusatz eines Antibiotikums zur Hemmung bakteriellen Wachstums).

Die Auszählung sämtlicher Proben erfolgte nach 48 Stunden und nach 120 Stunden; die Auszählungsergebnisse der drei Wiederholungen wurden auf Ausreißer getestet und zum Endwert gemittelt (Tab. 8).

Allen Methoden liegt die Überlegung zugrunde, dass sich die meisten Mikroorganismen, die – durch Einatmen (Methode a) oder durch die Schwerkraftwirkung (Methode b) – auf die Petrischalen auftreffen und vor-

teilhafte Wachstumsbedingungen auf dem entsprechenden Nährboden vorfinden, im Laufe der Bebrütungszeit so sehr vermehren, dass sie nach spätestens einer Woche makroskopisch sichtbare Kolonien oder Myzelien bilden. Diese stellen die Basis für die Auszählung dar. Der gemessene Wert entspricht somit der Anzahl der ursprünglich aufgefangenen Kolonien bildenden Einheiten (Zellen, Sporen etc.), die a) sich in 1 m³ Luft befanden (cfu/m³), oder b) pro cm² Nährbodenfläche in 1 Stunde aufgrund der Schwerkraftwirkung in die Schale gesunken sind (cfu/cm²/h).

Die Zahlenwerte beider Methoden lassen sich nicht direkt in Beziehung zueinander setzen, da sie sich einerseits auf das Luftvolumen, andererseits auf Eintrag pro Fläche pro Zeiteinheit beziehen. Beide Methoden haben eigene Vor- und Nachteile, die ihre ausschließliche Verwendung nicht geraten sein lassen. Methode a) (Impaktor) ist aufwändig und leidet unter der geringen Schalengröße und der damit verbundenen Störanfälligkeit der Bakterienkulturen durch einzelne hineingeratene Pilze, die das Bakterienwachstum überproportional hemmen; aufgrund der geringen Schalengröße ist sie auch für Pilzproben weniger geeignet. Methode b) (Schwerkraft) ist einfach durchzuführen und erlaubt beliebige Schalengrößen, wird jedoch möglicherweise durch den hohen Aerosolgehalt feuchter Stollen und Höhlen beeinträchtigt, der Mikroorganismen so in Schwebelage halten kann, dass sie in weit geringerem Maße auf die Schalen absinken als z.B. in trockener Außenluft. Daher ist ein direkter Vergleich von Höhlen-/Stollen- mit Außenluft mit dieser Methode nur begrenzt aussagekräftig.

Beide Methoden zeigen, dass zum Zeitpunkt der Untersuchung der Gehalt an aeroben Bakterien in der Stollenluft des Hauptganges, obzwar im Ganzen gesehen niedrig, jedoch doppelt so hoch wie im abgelegenen und unbewetterten Sinterkammerl war. Das durch eine provisorische Absperrung eher vor Begehung geschützte Sinterkammerl wies sehr niedrige Bakterienzahlen auf. Der Hauptgang des Stollens ist zwar schwach, aber doch bewettert, wodurch eine Verfrachtung der Luftinhalte nicht ausgeschlossen werden kann. Das Sinterkammerl ist abseits gelegen, eine „Sackgasse“ ohne Luftbewegungen oder Bewetterung.

Die Befruchtung der Luft mit Pilzsporen war extrem gering und variierte zwischen den beiden Messpunkten kaum. Im Gegensatz dazu fallen an vielen Stellen des Stollensystems (Felswände, Holzreste, Überreste elektrischer Leitungen) Pilzmyzelien auf, die z.T. große Flächen fächerartig überziehen und sogar auf der Wasseroberfläche Kalk abscheiden, meist jedoch keine Fruchtkörper bilden. Pilze sind also sehr wohl im Stollen vorhanden und bilden einen Teil des biotischen Inventars.

Die Stollenluft stellte sich diesbezüglich zum Zeitpunkt der Beprobung jedoch als gering befrachtet dar.

Zum Vergleich: In der durch Besucherströme, Stollenbahn- und Führungsbetrieb gekennzeichneten Postojnska jama (Adelsberger Grotte) in Slowenien konnten mehr als 700 cfu/m³ Mikroorganismen, in der Mehrzahl Pilze, in der Luft gemessen werden, selbst in tiefen, von den Führungen nicht betroffenen Teilen – dank Verfrachtung – immerhin noch 137 cfu/m³ (MULEC et al. 2014).

Eine Messung der Pilze in der Außenluft (vor dem Stolleneingang) ergab einen Messwert von 0,9 cfu/cm²/h. Bemerkenswert ist die Dominanz von Pilzen des Typs Cladosporium gegenüber Aspergillus und Penicillium in der Außenluft, während in der Stollenluft Pilze der Typen Aspergillus, Penicillium und Cladosporium gleichmäßig vertreten waren.

Punktförmige Einzelmessungen liefern jedoch letztlich Werte, die nur sehr bedingt zeitlich und räumlich verallgemeinert werden können. Zu den beiden Messzeitpunkten, i.e. am 5.10.2011 und am 18.7.2012, waren die messbaren Keimgehalte der Luft an den Messstellen jedenfalls gering. Unterschiede in den Messwerten könnten auf eine Abhängigkeit der Luftkeimgehalte u.a. von Bewetterung der Messlokalität hinweisen. Die extrem niedrigen Werte für Pilzsporen in der Luft stehen in Kontrast zur durchaus auffälligen Existenz von Pilzmyzelien an den Felsoberflächen sowie an Holzresten im Stollen. Diese bilden jedoch kaum Fruchtkörper, sodass nur in geringem Ausmaß Verbreitungseinheiten der Pilze in die Luft gelangen, die durch Anzucht auf Nährmedien detektierbar wären.

4.5 Sinterbildungen

Die auffallenden Sinterbildungen des Rudolfstollens sind schon länger bekannt, bei der ersten Befahrung durch Höhlenforscher Ende der 1960er Jahre wurde bereits eine beträchtliche Versinterung konstatiert, in Mineraliensammlerkreisen dürfte der Stollen auch nicht unbekannt gewesen sein (HUBER 1977).

4.5.1 Sinterformen

Im Rudolfstollen findet sich eine überraschende Vielfalt von Mineralneubildungen (Abb. 63 bis 99 sowie im Bildanhang) hauptsächlich in Form verschiedener Stalaktiten und Stalagmiten (ihren analogen Formen aus Karsthöhlen äußerlich weitgehend entsprechend), weiters Wand- und Bodensinterdecken und Sinterbecken, Höhlenperlen sowie verschiedene, teilweise exotische Kristallbildungen und Sinterhäutchen auf Wasseroberflächen, allesamt zumeist von weißlich bis weißlich-gelblicher Farbe. Daneben gibt es – haupt-

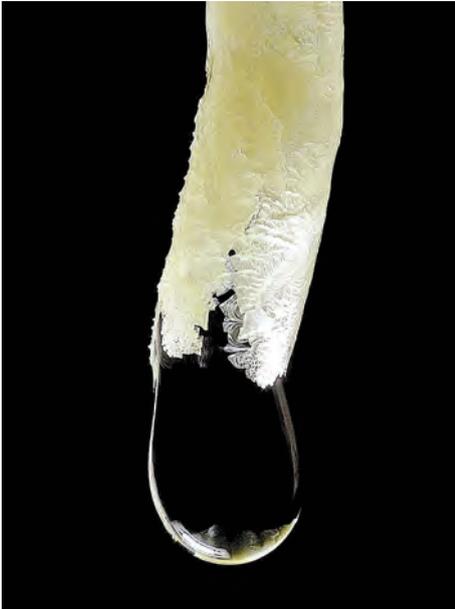


Abb. 63: Durch Spuren von Eisen braun gefärbtes Sinterröhrchen im Gangabschnitt MP 3A – MP 5A. (Foto: H. Thaler).



Abb. 64: Sinterröhrchen (ca. 5 mm Durchmesser) mit Calcitkristallen, Bereich MP 3A – MP 5A. (Foto: H. Thaler).



Abb. 65: Sinterröhrchen mit lateralen Anwachszone, MP 3A – MP 5A. (Foto: H. Thaler).

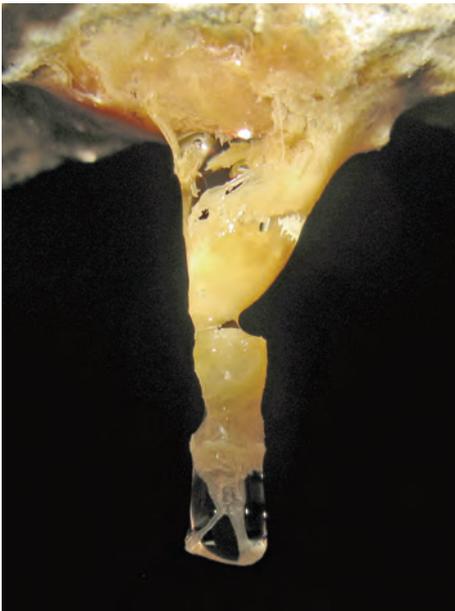


Abb. 66: Teilweise korrodiertes Sinterröhrchen aus Calcit mit Beimengungen von Fe im NE-Abschnitt des Stollens. (Foto: R. Pavuza).



Abb. 67: Sinterröhrchen aus manganhaltigen Fe-Oxihydraten, Gangabschnitt 9'. (Foto: H. Thaler).



Abb. 68: Aberrante Sinterform (Länge 2 cm) bei MP 5. (Foto: H. Thaler).

Abb. 69: Calcit-Kristalle am Ende eines Tropfröhrchens, MP 3A – MP 5A. (Foto: H. Thaler).





Abb. 70: Für den Rudolfstollen typische Gruppe von Sinterröhrchen, Bildausschnitt 100 x 50 cm. (Foto: H. Thaler).



Abb. 71: Calcitischer Sinter, ca. 5 cm lang, Bereich MP 5A. (Foto: H. Thaler).



Abb. 72: Stalagmit (Höhe ca. 5 cm), Bereich MP 5A. (Foto: H. Thaler).



Abb. 73: Sinterbecken, durch Eisen braunefärbt, Bildausschnitt ca. 100 x 50 cm, MP 6. (Foto: H. Thaler).



Abb. 74: Sinterneubildung (weißer Bereich in Bildmitte, ca. 8 cm Durchmesser) unter Tropfstelle (siehe Abb. 75) im Sinterkammerl. (Foto: H. Thaler).



Abb. 75: Tropfstelle in Sinterbecken im Sinterkammerl, Bildbreite ca. 50 cm. (Foto: R. Pavuza).

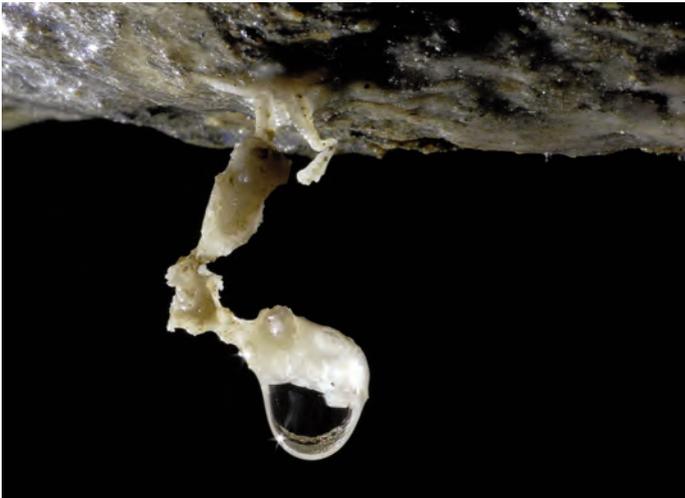


Abb. 76: Calcitische Sinterbildung (ca. 4 cm Länge), MP 3A. (Foto: H. Thaler).



Abb. 77: Calcitische Sinterbildung, Bildausschnitt 3x2 cm, MP 4A. (Foto: H. Thaler).



Abb. 78, 79: Mikro-Excentriques aus Aragonit, Durchmesser jeweils 2-4 cm, MP 5. (Fotos: H. Thaler).



Abb. 80: Sinterfahnen im Bereich MP 5A – MP 5B, Bildbreite 100 cm. (Foto: H. Thaler).



Abb. 81: Sinterfahnen im Bereich MP 5A – MP 5B, Bildbreite ca. 30 cm. (Foto: H. Thaler).



Abb. 82: Braunschwarze Sinterfahnen aus manganhaltigen Eisenoxihydraten, Bildausschnitt 6x4 cm, MP 7A. (Foto: H. Thaler).



Abb. 83: Speläotheme aus Eisenoxid im Bereich 9', Bildbreite ca. 15 cm. (Foto: R. Pavuza).



Abb. 86: Calcitplättchen im Gerinne des Hauptganges bei MP 7, Breite des Gerinnes ca. 50 cm. (Foto: H. Thaler).



Abb. 84, 85: Ausfällungen aus eisen- und manganhaltigen sowie calcitischen Sinterwässern im Bereich MP 7A – MP 8, Bildbreite ca. 0,5-1,5 m. (Fotos: H. Thaler).

Abb. 87: Sinterbecken im Sinterkammerl, Bildbreite ca. 90 cm. (Foto: R. Pavuza).



Abb. 88: Unechte Sinterperlen im Hauptgang bei MP 2 – MP 3, Bildbreite 10 cm. (Foto: H. Thaler).

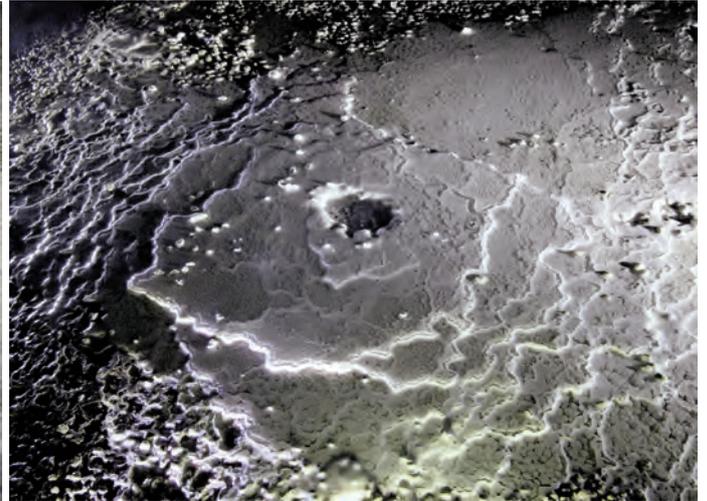


Abb. 89: Plattig aufgebauter, flacher Sinterhügel unter Tropfstelle im Hauptgang bei MP 2 – MP 3, Bildbreite ca. 1 m. (Foto: H. Thaler).



Abb. 90: Höhlenperlen (Detail aus Abb. 91), der Durchmesser der Höhlenperlen beträgt nur wenige mm. (Foto: H. Thaler).

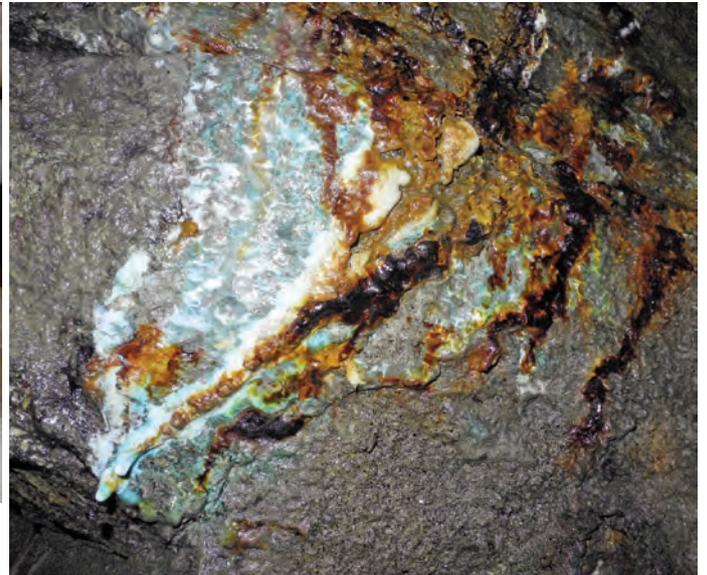


Abb. 91: Sinterbecken mit Höhlenperlen im Sinterkammerl. (Foto: H. Thaler).

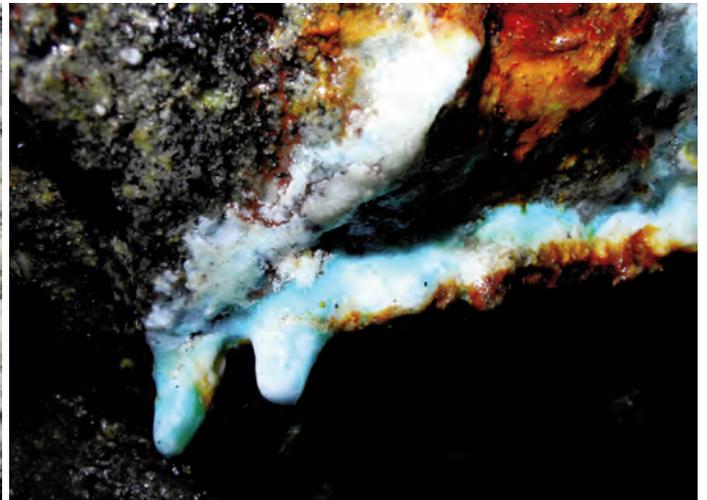


Abb. 92, 93: Kupferhältige Sinterleisten und Sinterröhrchen im Bereich MP 7 – MP 8, Länge der Tropfröhrchen ca. 2 cm. (Fotos: H. Thaler).

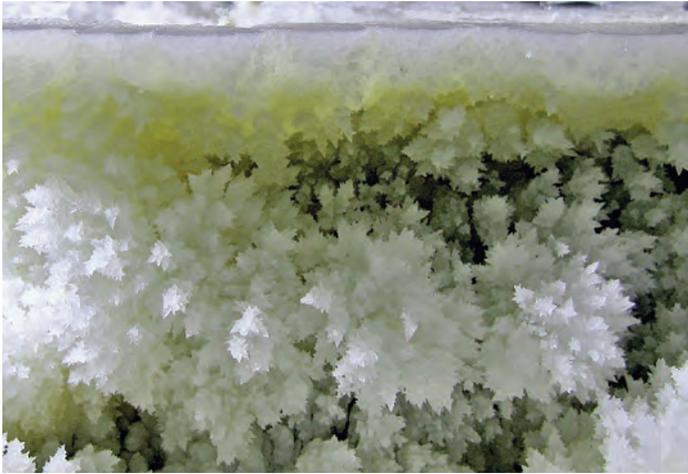


Abb. 94: Calcitkristalle in einem trockengefallenen Sinterbecken (Seitenansicht) im Bereich MP 5 – MP 5A, Bildhöhe ca. 8 cm. (Foto R. Pavuza).



Abb. 95: Anwachssäume aus Calcitkristallen im Gerinne bei MP 6 – MP 7, Bildbreite ca. 30 cm. (Foto: H. Thaler).



Abb. 96: Gipskristalle, ca. 1,5 bis 2 mm groß (Detail aus Abb. 97). (Foto: H. Thaler).

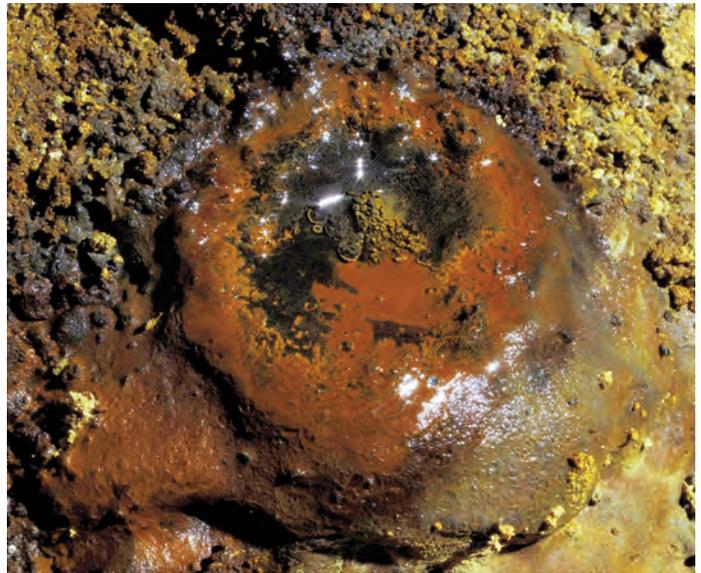


Abb. 97: Gipskristalle aus dem Seitengang bei 9', Bildausschnitt: 8x5 cm. (Foto: H. Thaler).

Abb. 98, 99: „Sintervulkane“ (Breite: 3 bis 5 cm) – Bildung durch aufdringende Wässer aus dem Sediment, wobei Eisenoxihydrate ausfallen, MP 6 – MP 7. (Fotos: H. Thaler).

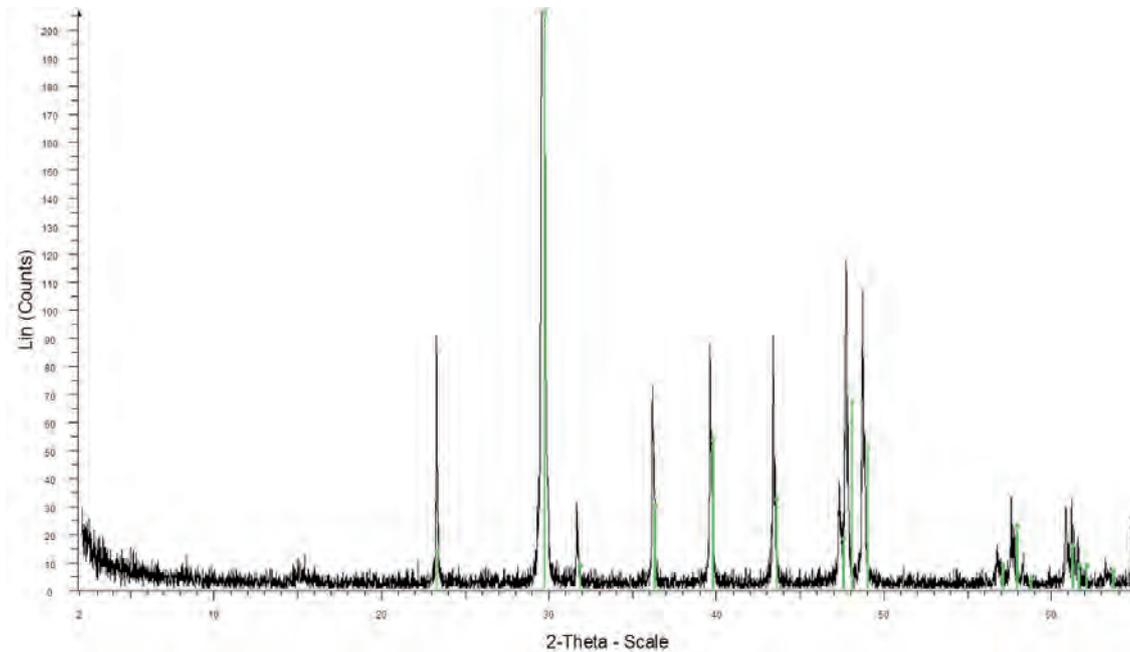


Abb. 100: Röntgen-diffraktometrische Aufnahme des weißen Sinters im Sinterkammerl (Aufnahme durch V. Hammer, NHM-Wien), alle Peaks sind dem Mg-Calcit (grüne Marker) zuzuordnen.

sächlich im mittleren und im westlichen Abschnitt des Stollengebäudes – hell- bis dunkelbraune, teilweise weiche Massen von Mineralneubildungen, einen halbmeterhohen braunen Stalagmiten und sogar dunkelbraunschwäzliche Sinterröhrchen und Sinterüberzüge sowie Gipsausblühungen. Schließlich sind jene aus den Betonfugen der gezielten Stollenbereiche sehr rasch wachsenden, feinen Sinterröhrchen vor allem im Ostabschnitt des Stollens zu erwähnen, die von vielen Gebäuden – z.B. auch von Brückenunterseiten – bekannt sind und an jenen Stellen auftreten, wo ein (oftmals unerwünschter) Wasserdurchsatz die Betonzuschlagsstoffe auflöst.

Die weißen Sinter, die sich direkt auf dem Gneis entwickeln, setzen sich aus Calcit mit merklichen Gehalten an Mg zusammen. Dies zeigte sich in der komplexometrischen Analyse eines in verdünnter HCl aufgelösten Bruchstückes einer Sinterfahne aus dem Sinterkammerl, die einen Mg-Anteil von 9 Mol% erbrachte, sowie auch bei einer röntgendiffraktometrischen Untersuchung (Abb. 100). Die Mg-Gehalte könnten eventuell aus dem Cordierit oder auch aus der Verwitterung von Glimmer (v.a. Biotit) stammen.

Während sich an der Decke – abgesehen von selteneren Sonderformen – meist dünne Sinterröhrchen und Sinterleisten finden, bilden sich am Boden neben flächigem Sinter und kleinen Sinterbecken auch immer wieder flache Stalagmiten, die aber selten eine massive, auffallende Größe erreichen (siehe Abb. 63 bis 99). Ein Schnitt durch einen Stalagmiten – aufgewachsen auf einem Gneisblock – zeigt indessen gut die typischen Anwachszonen und den bereichsweise grobkristallinen Aufbau, mitunter auch Inhomogenitäten, die in ihrer

Gesamtheit auf eine variable Tropfintensität im Verlauf der Sinterbildung hinweisen (Abb. 101).

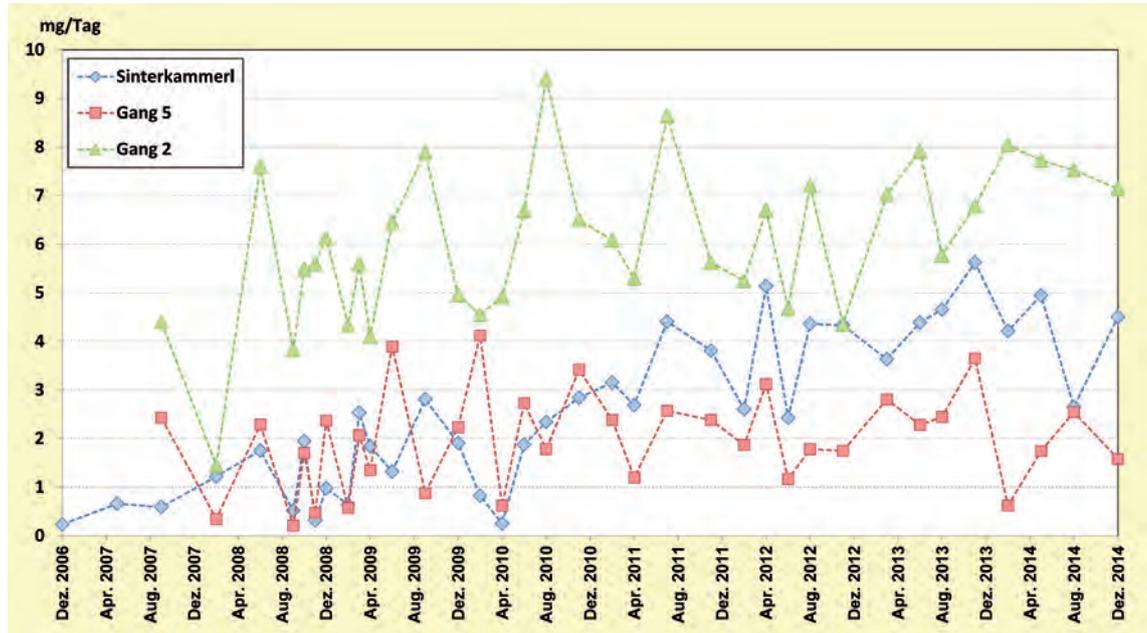
4.5.2 Messungen der aktuellen Sinterneubildung

Zwischen 2006 und 2015 wurde an drei vom Typ her sehr unterschiedlichen Stellen mittels Kalkplättchen (5x5 cm) der Zuwachs an Kalk in ein- bis dreimonatigen Abständen gemessen. Die stärkste Tropfstelle war jene im Sinterkammerl (im Gesamtschnitt ca. 1 Tr/s), im Gang 2 lag die durchschnittliche Tropfrate bei 1 Tr/min und im Gang 5 wurde das Kalkplättchen in einem Sinterbecken mit variablem Wasserstand deponiert. In allen drei Fällen war die Gewichtszunahme bereits im Monatsintervall eindeutig messbar – die tägliche Zunahme lag zwischen 0,3 und 9,5 mg.



Abb. 101: Schnitt durch einen Stalagmiten, aufgewachsen auf einem Gneisbrocken aus dem Bereich Sinterkammerl. (Foto: R. Pavuza).

Abb. 102: Durchschnittliche Calcitneubildung an drei Stellen im Stollen (Mittelwert über jeweils mehrere Monate) zwischen 2006 und 2015.



Für die Tropfstelle im Sinterkammerl lässt sich aus der mittleren Tropf- und Ablagerungsrate berechnen, dass im Durchschnitt eine Abscheidung von 3 mg Kalk pro Liter an dieser Stelle erfolgt, an der um ein bis zwei Zehnerpotenzen schwächeren Tropfstelle im Gang 2 indessen 300 mg Kalk pro Liter Tropfwasser.

Tendenziell nimmt die Kalkabscheidung im Laufe der Jahre zu, obgleich die Tropfrate im selben Zeitraum zurückgeht (siehe Abb. 102).

Die Messungen bestätigten die ersten Tests (siehe 3.4) und führen vor Augen, dass bei der derzeitigen Kalkabscheidungsrate Tropfsteine jener Größe entstehen, wie sie in der Tat im Rudolfstollen vorliegen, dass weiters die Kalkabscheidung offensichtlich unmittelbar nach Errichtung des Stollens begann und sich seither mehr oder weniger kontinuierlich fortgesetzt hat. Immerhin wurden bereits 1969 ausgedehnte Sinterbildungen beobachtet (Abb. 103).

4.5.3 Zur Entstehung der Sinterformen

4.5.3.1 Weiße Sinterbildungen

Bei der Entstehung der weißen, calcitischen Sinterbildungen stellt sich naturgemäß die Frage, woher in einem Gneisgebiet erhöhte Ca-Gehalte in Sickerwässern stammen, die zu einem derartig intensiven und raschen Sinterwachstum führen.

Grundsätzlich ist es denkbar, dass Ca aus den überlagernden jüngeren sedimentären Schichten – Linzer Sande und/oder Löss – stammen könnte; eventuell könnte es auch noch durch die gelegentliche Verwendung von Kalk zur Moosbekämpfung im Bereich der Gartensiedlung über dem Ostteil des Stollens zu einem Calciumeintrag kommen. Die Verbreitung der kalkreichen jüngeren Sedimente über dem Stollen ist jedoch sehr lückenhaft, in den zugänglichen Bereichen über dem Stollen konnten sie nicht lokalisiert werden. Die allfällige Verwendung von Streukalk dürfte hingegen quantitativ nicht ausreichen, um die massive, langjährige Sinterbildung zu erklären.

Weiters sprechen verschiedene hydrologische Indizien für eine Herkunft der Wässer – und damit auch ihres Ca-Gehaltes – aus entfernteren grundwasserstrom-

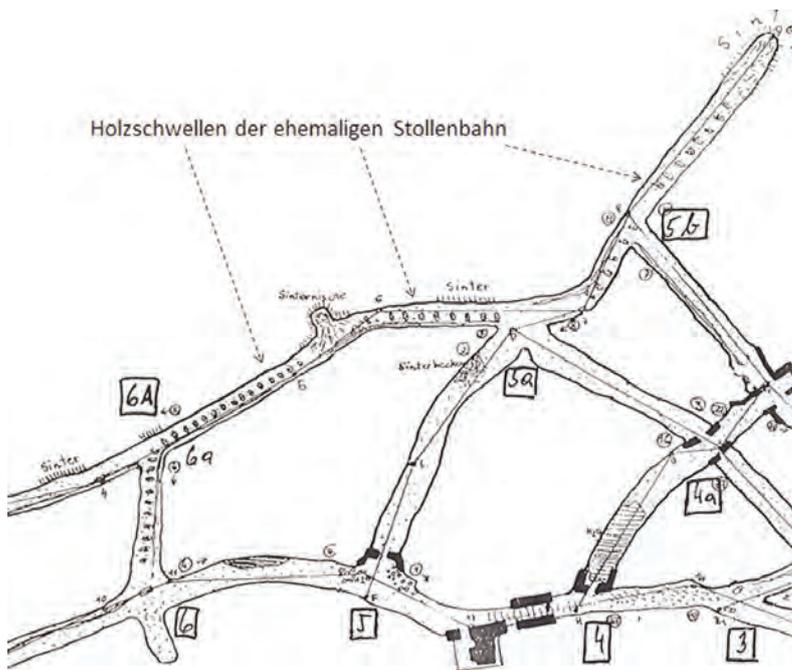
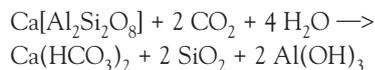


Abb. 103: Ausschnitt aus dem Stollenplan nach der Vermessung durch Mitglieder des LVH-OÖ aus dem Jahr 1969 (mittlerer Stollenabschnitt), mit Eintragung besonders sinterreicher Abschnitte. Damals – noch vor der Schotterung – waren auch noch Reste des Bahnunterbaues (Holzschwellen) erkennbar (siehe dazu auch 3.3).

aufwärtigen Einzugsgebieten, in denen Ca-reiche Überdeckungen nicht mehr auftreten (s.a. 4.3.5).

Diskussionen mit Prof. Dr. Mebus A. Geyh, dem vormaligen Leiter der Sektion Altersbestimmung und Isotopenhydrologie des GGA in Hannover führten zur Idee, dass Ca eventuell durch Hydrolyse Ca-hältiger Feldspäte (z.B. Plagioklase) mobilisiert wird. Dieser Vorgang impliziert, dass – im Gegensatz zur Kalklösung in Karstgebieten – der beteiligte Kohlenstoff zur Gänze aus Luft und Boden stammt.

Die folgende schematische Reaktionsgleichung geht vom Ca-Feldspat (Anorthit) aus:



Eine allfällige Beteiligung von Huminsäuren an der Reaktion haben wir in dieser vereinfachten Reaktionsgleichung nicht berücksichtigt. Im Zuge der Hydrolyse bildet sich auch Kieselsäure sowie (vermutlich stark wasserhaltiges) Aluminiumhydroxid, in der Folge wohl auch verschiedene Tonminerale. Beide Verbindungen sind unter den zu erwartenden pH-Werten (4-7) nur gering bis schwer löslich. De facto sind im Bereich der weißen Sinterbildungen im Rudolfstollen zwar merkliche, doch keinesfalls extrem hohe Werte an SiO_2 (rund 10 mg/l) und nur sehr geringe Al-Gehalte im Tropfwasser festzustellen (siehe 4.3.2), ganz im Gegensatz zu den Tropfwässern an den bunten und braunschwarzen Sinterbildungen (siehe 4.5.3.2).

Für Albit, das andere Endglied der Plagioklasreihe, verläuft die Hydrolyse analog, tatsächlich sind im Tropfwasser des Sinterkammerls auch merkliche Gehalte von Na festzustellen. Demnach dürfte im Perlgneis des Einzugsgebietes „Ca-reicher Plagioklas“ durch Hydrolyse in Lösung gehen.

Um die Bildungshypothese der weißen Sinter zu überprüfen, wurden zwei Bestimmungen von ^{14}C an weißen Sintern aus dem Bereich „Sinterkammerl“ im Rudolfstollen durchgeführt – freilich nicht zum Zwecke der Altersbestimmung, sondern zur Ermittlung des Anteiles an „modernem“ ^{14}C . Die Untersuchungen wurden im Laboratorium Datowań Bezwozłędnych Warszawa (Polen, www.c14.pl) durchgeführt und erbrachten Werte von $97,8 \pm 1,6$ pMC bzw. $99,2 \pm 1,6$ pMC (Labornummern MKL-1280 und 1281), die zeigen, dass es sich praktisch zur Gänze um rezenten Kohlenstoff handelt, also weder Löss, Linzer Sande oder Streukalk in nennenswertem Ausmaß beteiligt sein können, da in diesem Fall durch die Miteinbeziehung von Kohlenstoff aus diesen Sedimenten, deren Alter einige Zehntausend bis fast 30 Millionen Jahre beträgt, die Werte für pMC signifikant geringer sein müssten.

Tab. 10: Stabile Isotope $\delta^{18}\text{O}$ und $\delta^{13}\text{C}$ eines Stalagmiten aus dem Sinterkammerl.

mm von Basis	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{18}\text{O}$
1	-10,17	-8,51
2	-10,93	-8,18
3	-10,13	-8,87
4	-10,68	-8,74
5	-10,71	-8,36
6	-9,37	-8,36
7	-10,15	-8,87
8	-10,14	-8,64
9	-9,43	-8,28
10	-8,01	-8,54
11	-9,36	-8,41
12	-8,92	-7,86

Die Gehalte an Mg sowie Cl im Tropfwasser im Bereich der weißen Sinter können durch Glimmerverwitterung erklärt werden, wobei auch hier Al und Si als nur gering lösliche Bestandteile in Form ihrer Oxide, Hydroxide sowie als Tonminerale bei der Hydrolyse zurückgeblieben sind.

Schließlich wurde eine Bestimmung der stabilen Isotope von $\delta^{18}\text{O}$ und $\delta^{13}\text{C}$ eines Tropfsteines aus dem Bereich Sinterkammerl (siehe Abb. 101) durch Dr. C. Spötl, Univ. Innsbruck durchgeführt (Tab. 10).

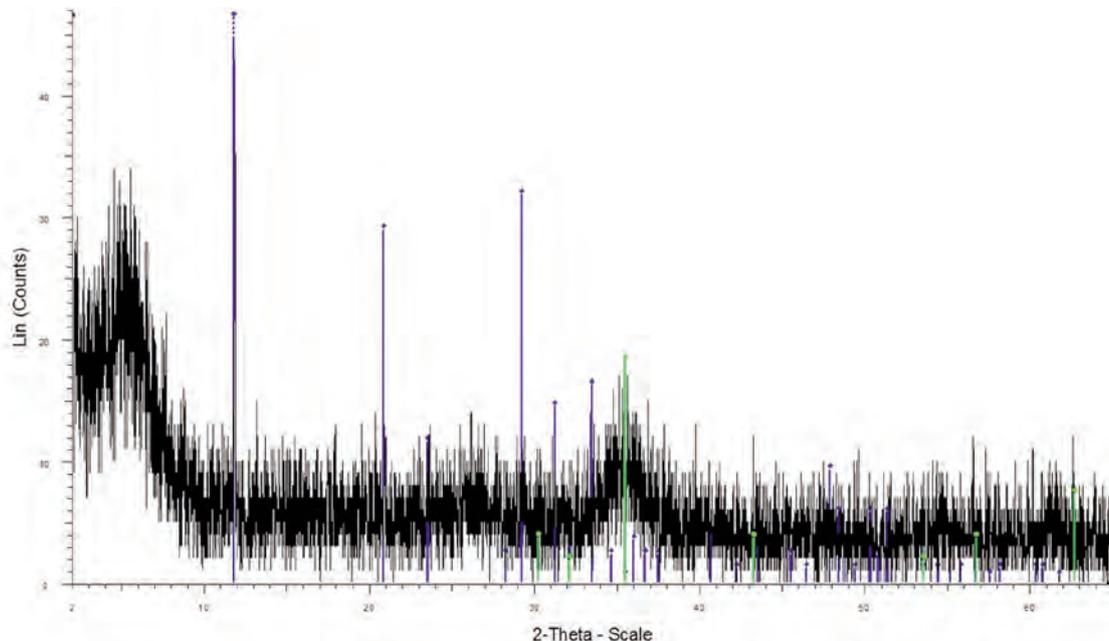
Die Werte für $\delta^{18}\text{O}$ – ein Spiegelbild der Bildungstemperaturen – sind im Gesamten gesehen wenig variabel, jedenfalls ist kein eindeutiger Trend zu erkennen.

Bezüglich $\delta^{13}\text{C}$ liegen die Werte des Tropfsteines im Mittel (-9,83) etwas niedriger als die Außenluft (-9,22), jedoch deutlich höher als die Luft im Sinterkammerl (-17,48). Für Bodenluft wird generell ein Wert von -25 angegeben. $\delta^{13}\text{C}$ von Sedimentgesteinen weisen indessen generell deutlich positivere Werte (≈ 0) auf. Die relativ niedrigen Werte des Sinters alleine wären allerdings aufgrund mannigfaltiger Möglichkeiten der Beeinflussung durch biogene Prozesse, Fraktionierung etc. (die vergleichbare Werte im Sinter auch auf andere Weise möglich machen) wohl ein Indiz, aber noch kein hinreichender Beweis der exogenen Herkunft des Kohlenstoffs. In Kombination mit dem extrem hohen Wert für pMC erscheint jedoch die angeführte Hypothese der Feldspatverwitterung unter Beteiligung von CO_2 aus der Luft und aus den oberen Bodenbereichen als derzeit wahrscheinlichstes Modell zur Genese der weißen Sinter im Rudolfstollen.

4.5.3.2 Bunte und schwarze Sinterbildungen

Im westlichen Bereich des Stollens in den Gängen 8 und 9' – beim Aufstieg zum ehemaligen Notausgang – mehren sich Mineralneubildungen von hellbrauner bis schwärzlich brauner Farbe, die aus teilweise manganhäll-

Abb. 104: Röntgen-
diffraktometrische
Aufnahme des
schwarzen Sinters im
Gang 9' (blaue Peaks:
Gips, grüne Peaks:
Magnetit).



tigen Eisenoxihydraten und Gesteinsresten, v.a. Glimmer zusammengesetzt sind.

Röntgenographisch sind darüber hinaus Gips und Magnetit nachzuweisen, die Analytik wird jedoch aufgrund des durch die röntgenamorphen Fe-Oxihydrate bedingten Rauschens sehr erschwert (Abb. 104).

Das Tropfwasser in diesem Abschnitt (Gang 9') ist extrem sauer (pH 2,6) und reich an Sulfat, Eisen und Aluminium (siehe 4.3.2).

Zur Frage dieser eisenreicheren und möglicherweise auf Pyritverwitterung (als Erz-Akzessorium des Pergneises) hindeutenden, dunkelbraunen bis schwarzen Sinterbildungen im Westteil gibt es möglicherweise Hinweise

auf laterale Änderungen in der Granitzusammensetzung im Hinblick auf Erzakzessorien aufgrund von Testmessungen der Vertikalintensität des Erdmagnetfeldes an 8 Punkten im Stollen (Teslameter FM-GEO/Projekt Elektronik, Berlin). In diesem westlichen Bereich wurden die höchsten Werte, deutlich abweichend von der Schwankungsbreite im mittleren und östlichen Teil des Stollens, festgestellt (Abb. 105). Statistisch gesehen (Dean-Dixon-Test) ist dieser höhere Wert allerdings aufgrund der geringen Gesamtzahl an Messungen erst ab einem geringen Signifikanzniveau = 0,1 ausreißerverdächtig.

Eine Korrektur der Werte infolge der tageszeitlichen Variationen erfolgte nicht, eine solche dürfte aber aufgrund der gemessenen Tagesvariationen der Vertikalintensität im Conrad-Observatorium der ZAMG (<http://www.conrad-observatory.at/cmsjoomla/de/magnetik-ueberblick/daily-magnetogram>), die im Bereich von 30 nT liegen, für die gegenständliche Fragestellung nicht relevant sein.

Neben dieser und der bereits beschriebenen hydrochemischen Eigenart dieses Stollenabschnittes fällt aber auch auf, dass die terrestrische Gammastrahlung in diesem westlichen Abschnitt ebenfalls den höchsten Wert erreicht (siehe 4.4.5).

Schließlich zeigten vergleichende Radioaktivitätsmessungen (GM-Großflächenzählrohr RM-90; Aware Electronics, USA) direkt an Gneisproben aus dem kurzen Seitengang bei 9', dem bedeutendsten Bereich mit schwarzen Sinterröhren im Westabschnitt, einen statistisch hochsignifikanten Unterschied zu Gneisproben aus dem Sinterkammerl (Abb. 106).

Die Radioaktivität des Pergneises aus dem Rudolfstollen ist im Ganzen jedoch immer noch erheblich

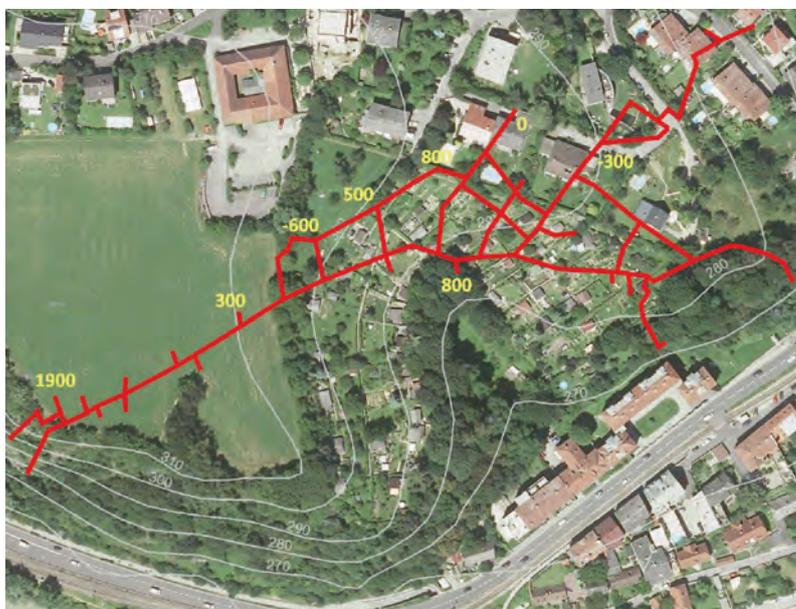


Abb. 105: Variation der Vertikalintensität des Erdmagnetfeldes, Relativwerte zum Bezugspunkt „Sinterkammerl“ am 29.1.2015 (Werte in NanoTesla).

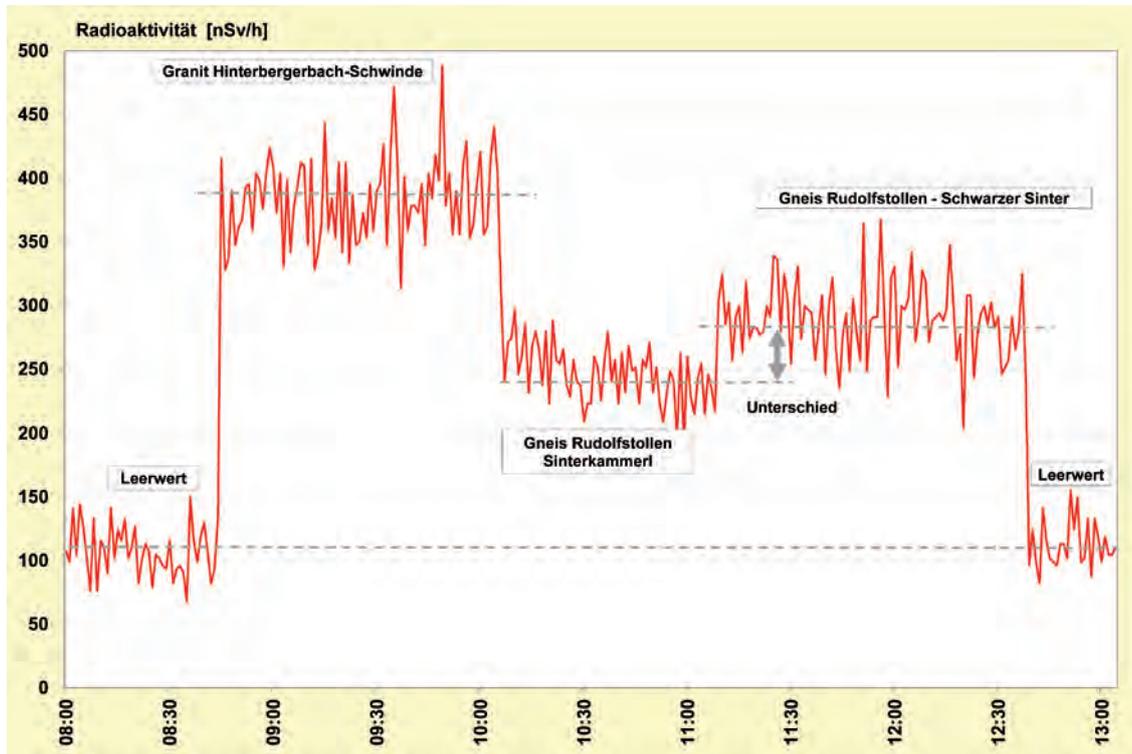


Abb. 106: Radioaktivität von Gneis aus dem Rudolfstollen sowie von Granit aus dem südöstlichen Mühlviertel, Messung mit RM-90 Großflächen - geigerzähler (Aware Electronics, USA).

geringer als jene des vergleichsweise in die Untersuchung einbezogenen Weinsberger Granits aus dem benachbarten südöstlichen Mühlviertel.

Die Tropfwässer im Westabschnitt weisen schließlich einen signifikant höheren Gehalt an gelöstem Uran auf als jene im Sinterkammerl (23 gegenüber 2 µg/l), doch ist dies vermutlich vor allem auf den niedrigen pH-Wert der Sickerwässer (2,6 gegenüber 7,6) zurückzuführen (siehe 4.3.2), der für die Mobilisierung von Uran verantwortlich sein dürfte.

4.6 Botanik

4.6.1 Wurzelstalagmiten

Am 28.11.2007 wurde im westlichen Abschnitt des Rudolfstollens, im vermauerten Fluchtstollen neben dem Eingang im Steinbruch, ein „Wurzelstalagmit“ durch C. Pfarr und E. Fritsch entdeckt (Abb. 107). Es war dies der zweite Nachweis dieser seltenen Formen in Österreich überhaupt (PAVUZA & PFARR 2008 sowie PAVUZA & CECH 2013).

Wurzelstalagmiten sind organische Bildungen, die, von Bodenwurzeln in unterirdischen Räumen (Höhlen, Stollen, Keller) ausgehend, kegel- bis säulenförmige Formen mit Haarwurzeln ausbilden. Letztgenannte sind im aktiven Zustand weiß-gelblich, in inaktivem jedoch dunkelbraun-schwärzlich. Die in der Tat oft – aber nicht immer – stalagmitenähnlichen Bildungen wachsen dabei ausschließlich dort, wo die Wurzeln unterhalb von Tropfstellen verlaufen. Sie können bei günstigen

Bedingungen – wie sie in einigen Höhlen in der Tschechischen Republik offenbar gegeben sind – eine Höhe von bis zu einem halben Meter erreichen. Sie sind vor allem gefährdet durch Ausfall der Tropfstellen, Insektenfraß (z.B. durch Asseln oder Käfer, siehe Abb. 108) und auch durch Unachtsamkeit von Besuchern.

Das Vorkommen solcher Formen ist auf eine ganz spezifische Konstellation, beginnend mit geeigneten Mutterpflanzen, Entfernung vom Eingang, entsprechenden Sedimenten und Wasserführung beschränkt, was



Abb. 107: Erster Wurzelstalagmit am 28.1.2008, Höhe des Exemplars ca. 6 cm. (Foto W. Greger)



Abb. 108: Erster Wurzelstalagmit am 25.5.2012, mit Käfer (?), indet. (Foto: R. Pavuza).



Abb. 109: Erster Wurzelstalagmit am 22.11.2012. (Foto: R. Pavuza).



Abb. 110: Größte Wurzelstalagmiten der zentralen Gruppe am 25.05.2009. (Foto R. Pavuza).

deren relative Seltenheit erklärt.

Im Rudolfstollen wachsen im Steinbruchbereich vor dem vermauerten Fluchtstollen eine Reihe potentieller Pflanzen (Brombeeren, Holunder, Heckenrosen, Weißdorn, Esche, Liguster, Waldrebe, Efeu, Birke – Aufnahme am 6.4.2009), wobei die Birke aufgrund ihrer Position als wahrscheinlichste Mutterpflanze gelten kann. Sicherheit könnte nur eine DNA-Bestimmung geben, die aber im Zuge unserer Untersuchungen nicht realisiert werden konnte. Die Wurzeln dürften bereits vor der Verschließung des Stollens im Bodensediment den Stollenraum erreicht haben, späterhin kam es zur zufälligen Koinzidenz von Wurzelverlauf und Tropfstellen – letztere sind in der Zwischenzeit teilweise wieder inaktiv geworden – und die Entwicklung der Wurzelstalagmiten konnte beginnen. Die Leitfähigkeit des Tropfwassers betrug bei einer Messung am 10.4.2008 lediglich $250 \mu\text{S}/\text{cm}$ (Tropfrate ca. 1/min) und lag damit deutlich unter den Werten der verschiedenen Tropfstellen im Stollenbereich, vor allem aber um eineinhalb Zehnerpotenzen unter jenen im nur rund 25 m entfernten kurzen Blindstollen 9, wo die auffallenden schwarzen Tropfröhren auftreten. Derartig stark mineralisierte und saure, aber auch stark kalkhaltige Wässer wie im Sinterkammerl würden die Ausbildung der für den Wurzelstalagmiten offenbar essentiellen Haarwurzeln mit Sicherheit verhindern.

Im Rudolfstollen konnten seit dem ersten Auffinden des ursprünglichen, einzelnen Exemplars im Jahre 2007 insgesamt 9 Wurzelstalagmiten beobachtet werden, wobei im Vergleich zu anderen Vorkommen in Österreich – z.B. in der Güntherhöhle in den Hainburger Bergen im äußersten Osten Österreichs (2921/2), dem ersten Fundpunkt von Wurzelstalagmiten in Österreich – die Fluktuation sehr stark war und ist.

Zuerst bildete sich dieser im Randbereich des Stollens wachsende, keulenförmige Stalagmit bis zu einer Höhe von 6 cm aus, entwickelte späterhin eine sekundäre Form (Abb. 108), stellte indessen gegen Ende 2012 sein Wachstum ein und kippte um (Abb. 109).

Ab 2008 bildete sich unweit davon im zentraleren Gangbereich eine Gruppe von zeitweise bis zu 6 Formen, von denen allerdings nur zwei eine größere Höhe (maximal 8 cm) erreichten (Abb. 110).

Offenbar aufgrund der größeren Fallhöhe der Tropfen im Vergleich zum vorgenannten Exemplar am Stollenrand (1,5 m gegenüber 0,4 m) bildeten sich bei allen Formen markante „Tropflöcher“ aus (Abb. 111).

Nur zwei der hier wachsenden Exemplare waren persistent, das größte Objekt erreichte eine Höhe von 8 cm und zeigte fast alljährlich einen Neuwuchs in Form

weißlich-gelber Haarwurzeln und war auch bis zuletzt noch aktiv (Abb. 112).

Die inaktiven, älteren Wurzelteile werden im Laufe der Zeit immer dunkler und verdichten sich bei günstigen Verhältnissen zu stalagmitenähnlichen Stümpfen (Abb. 113).

Ab 2009 bildeten sich schließlich im westlichen Wandbereich zwei weitere kleinere Wurzelformen, von denen eine infolge der sich an diese Stelle verlagernden Tropftätigkeit im September 2015 das aktivste Wachstum zeigte (Abb. 114).

Unseren Versuchen, die inaktiven Wurzelstalagmiten durch monatelanges künstliches Betropfen zu reaktivieren, war übrigens kein nachhaltiger Erfolg beschieden.

Der ehemalige Fluchtstollen mit den Wurzelstalagmitenbildungen ist jener Stollenabschnitt im Rudolfstollen, der bei den Baumaßnahmen im Zuge der geplanten Errichtung der A26 (Donaubrücke und Abfahrtstunnel) am meisten gefährdet wäre. Ob nun der Stollen direkt beeinträchtigt wird oder sich durch die Bauarbeiten eventuell auch nur die hydrologischen Verhältnisse dermaßen ändern, dass sich im Bereich der Wurzelstalagmiten die Tropftätigkeit entscheidend und nachhaltig ändert, kann im Moment nicht beurteilt werden.

4.6.2 Pilze

Pilze sind ein prominenter, teilweise sogar spektakulärer Bestandteil der unterirdischen Biozönose Rudolfstollen. Die stabilen klimatischen Verhältnisse im Stollen – ständige hohe Feuchtigkeit, moderate kühle und kaum variierende Temperaturen – stellen günstige Bedingungen für Pilzwachstum dar. Licht ist für die Ernährung der Pilze nicht erforderlich, an Nährstoffen und an Eintrag von Pilzsporen und Myzelstücken von außen mangelt es auch unter Tage zumeist nicht. Daher können sich Myzelien unterirdisch an Oberflächen (Fels, Wasser) oft großflächig ausbreiten (Abb. 115), sogar z.T. auf der von hauchdünnen Kalkhäutchen überzogenen Wasseroberfläche wachsen (Abb. 116, 117).

Zugleich stellen Pilze selbst ein wichtiges Glied der Nahrungskette in unterirdischen Ökosystemen dar, indem sie Höhlentieren wie Collembolen, Spinnen oder Käfern als Nahrung dienen. Allerdings bilden die Myzelien vieler Pilzarten in unterirdischen Objekten nur schwer vollständige Fruchtkörper aus, da für deren normale Entwicklung der Mangel bzw. das Fehlen von Licht einen limitierenden Faktor darstellt. Ohne zumin-



Abb. 111: Tropflöcher in den Wurzelstalagmiten der zentralen Gruppe am 02.05.2011. (Foto: H. Thaler).



Abb. 112: Neue Haarwurzeln an einem Wurzelstalagmiten der zentralen Gruppe, Höhe (inkl. Haarwurzeln) ca. 8 cm, 02.03.2011. (Foto: R. Pavuza).



Abb. 113: Inaktiver Stumpf eines Wurzelstalagmiten der zentralen Gruppe, 26.5.2010. (Foto: R. Pavuza).



Abb. 114: Wurzelstalagmiten am westlichen Randbereich am 5.9.2015. (Foto: H. Thaler).

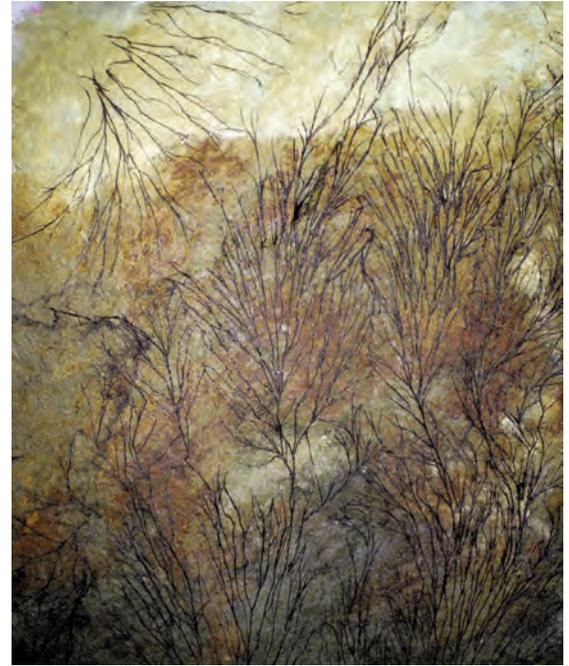


Abb. 115: (cf.) Braunsporrindenpilz-Myzel im Wandbereich bei 7a am 2.3.2011. (Foto: E. Fritsch).



Abb. 116: Pilzmyzel im Stollengerinne am 10.11.2006. (Foto: H. Thaler).



Abb. 117: Pilzmyzel im Stollengerinne am 25.05.2009. (Foto: H. Thaler).

dest geringes Licht können sich z.B. die primordiales Pilzhütchen nicht weiterentwickeln und keine Pigmente gebildet werden. Aufgrund des Lichtmangels sind also auch bei allfälligen Fruchtkörpern eigenartige Strukturausprägungen zu erwarten. Daher hätte die detaillierte Bearbeitung bzw. Bestimmung der Pilzmyzelien den Rahmen der möglichen Untersuchungen im Rudolfstollen bei weitem gesprengt.



Abb. 118: (cf.) Braunsporrindenpilz-Myzel bei und in einer Stollenquelle in der Nähe von MP 3D, 29.1.2015. (Foto: R. Pavuza).



Abb. 119: Fruchtkörper eines Ständerpilzes bei MP 6 – MP 6A am 22.1.2014. (Foto: H. Thaler).



Abb. 120: Fruchtkörper eines Schlauchpilzes bei MP 7A – MP 8 am 2.3.2011. (Foto: H. Thaler).



Abb. 121: Köpfchenschimmel auf einem wenige mm messenden Schleimtropfen in der Nähe des Eingangs 2 am 22.11.2012. (Foto: R. Pavuza).



Abb. 122: *Beauveria* sp., eine Schlauchpilzgattung, spinnenparasitierend (det. C. Tkaczuk), beim Eingang 2, 25.9.2012. (Foto: E. Fritsch).



Abb. 123: *Beauveria* sp., parasitierend auf *Amaurobius ferox* beim Eingang 3, 26.5.2010. (Foto: E. Fritsch).

Dennoch lassen sich einige grobe Zuordnungen der dokumentierten Pilze treffen. Auffällig sind die weitverzweigten Strangmyzelien von Ständerpilzen, die oft große Flächen überziehen und möglicherweise der Familie der Braunsporrindenpilze zuzuordnen sind. Diese Familie umfasst die Haus- und Kellerschwämme, die zwar saprophytisch auf Holz leben, aber mit ihren Myzelien auch Gestein überwinden können, um neue Nahrungsquellen zu erschließen (Abb. 118).

Der bunte, gefächerte Fruchtkörper in Abb. 119 gehört ebenfalls zur Klasse der Ständerpilze, möglicherweise zu den Zitterlingsverwandten. Diese Familie ist insofern bemerkenswert, als sie ihrerseits auf anderen Pilzen parasitiert. Im Rudolfstollen ist dieses komplexe Gefüge jedoch nicht zu erkennen.

Zu den Schlauchpilzen (Ascomyceten) gehört der helotiale Fruchtkörper in Abb. 120.

Die Abb. 121 zeigt die hauchdünnen Fäden eines Köpfchenschimmels, ausgehend von einem eigentümlichen, nur wenige Millimeter großen Schleimtropfen, in dem winzige, rein makroskopisch nicht bestimmbare wurmartige Organismen zu erkennen sind.

Einen Spezialfall stellen jene sehr auffälligen Pilze dar, die die im Stollen lebenden Spinnen befallen. Diese

Parasiten befallen ihre lebenden Wirte, die in der Folge an den durch den Pilz produzierten Toxinen zugrunde gehen. Der Pilz bildet Fruchtkörper aus, die den Chitinpanzer der Wirtstiere durchstoßen und auf diese Weise nach außen gelangen. Im Rudolfstollen wurden wiederholt pilzparasitierte Spinnen (Abb. 122, 123) geborgen, einer der Pilze konnte als *Beauveria* sp. (det. C. Tkaczuk, Siedlce University of Natural Sciences and Humanities) identifiziert werden.

4.7 Zoologie

4.7.1 Einleitung

Dass in einem erst 1944 fertig gestellten, 1,3 km langen Stollensystem, das überwiegend im Perlgneis angelegt wurde, keine troglobionten Arten zu erwarten sind, ist einleuchtend. Der Zoologe wird aber trotzdem auch in diesen den Naturhöhlen vielfach ähnlichen Biotopen immer wieder fündig, wobei wir letztlich erstaunt waren, welche Artenfülle im Rudolfstollen zwischen 2007 und 2015 festgestellt werden konnte. Mit zumindest 74 Taxa übertrifft er in Oberösterreich bei weitem sämtliche Karsthöhlen, wobei allerdings auch die leichte Erreichbarkeit am Stadtrand von Linz und die langjährige, gründliche Durchforschung als wesentlicher Faktor zu berücksichtigen ist.

Im Vergleich mit den Naturhöhlen Österreichs wird die Artenzahl des Rudolfstollens lediglich von drei unterirdischen Fundplätzen übertroffen, allen voran liegt die Hermannshöhle (2871/7) bei Kirchberg am Wechsel mit ca. 120 Taxa (CHRISTIAN 1997). Gleichfalls mehr als 100 Arten (108) wurden bereits 1975 aus der Lurhöhle (2836/1) bei Peggau-Semriach dokumentiert, und zumindest 91 waren es im Eggerloch (3742/2) bei Warmbad Villach. Nur sehr wenige Höhlen in Österreich kommen auf annähernd 60 Arten (vgl. STROUHAL & VORNATSCHE 1975).

Allein diese kurze Gegenüberstellung vermittelt schon eine grobe Vorstellung vom leider meist unbeachteten, dennoch aber fast überall in irgendeiner Form existenten Tierleben unter Tag. Dabei sind selbstverständlich die Bestimmungen des Natur- bzw. Höhlenschutzes zu berücksichtigen.

4.7.2 Faunistische Charakteristik

Im Rudolfstollen am artenreichsten vertreten waren erwartungsgemäß die Insekten mit 26 Taxa, darunter allein 13 verschiedene Käfer (Coleoptera). Es folgten dann die Schnecken (Gastropoda) mit 14 Spezies. An Spinnentieren (Arachnida) fanden sich 11 Formen, davon 8 Webspinnen (Araneae). Aus der paraphyletischen Gruppe der Tausendfüßer (Myriapoda) konnten 9 Arten (darunter 5 Diplopoden/Doppelfüßer) festgestellt

werden und die Krebstiere (Crustacea) schlugen mit 6 Arten (davon 5 Asseln) zu Buche.

Im Frühjahr 2007 wurde von uns die nach dem Abschluss der Bohrarbeiten für die geplante A26 Linzer Autobahn (Westring) offene Tür im Steinbruch (Eingang 3) wieder mit den dafür vorgesehenen vor Ort herumliegenden Querbalken von innen verriegelt. Der Wasserstand des Stollengerinnes, das bisher mehr oder weniger hindernislos ausfließen konnte, stieg daraufhin stark an; der Rückstau reichte bald bis vor die betonierte Gasschleuse, wo bislang nur die trocken gefallenen Kalkplättchen auf eine frühere Wasserbedeckung hindeuteten. Um bis zur Eingangstür vorzudringen, sind jetzt erneut Gummistiefel unerlässlich.

Durch diese nicht nur aus Sicherheitsgründen unbedingt notwendige Absperurmaßnahme (es gab bereits Zerstörungen an Sinterbildungen) blieben allerdings die üblichen größeren Überwinterer wie *Scoliopteryx*, *Triphosa* oder Trichopteren aus. Im darauffolgenden Jahr waren selbst die vorher sehr häufigen Zweiflüger der Gattungen *Limonia* kaum noch anzutreffen, haben sich aber inzwischen (wie auch die Stechmücken der Gattung *Culex*) doch wieder vermehrt eingefunden. Für Fledermäuse war der Rudolfstollen ohnehin nie eine Option zur Überwinterung, denn mit Ausnahme jener relativ kurzen Zeitspanne, in der im Steinbruch Bohrproben entnommen wurden (2006) und der Eingang 3 offen stand, gab es nie eine geeignete Einflugmöglichkeit.

Die in den Anfangsjahren unserer Forschung sehr häufig im Inneren vorkommenden Flohkrebse (*Gammarus* sp.) sind leider längst völlig verschwunden, auch die Egel der Fam. Erpobdellidae findet man nur noch ganz vereinzelt. Die nun auch in Bodennähe ziemlich dicht schließende Tür verhindert offenbar weitgehend eine Zuwanderung von außen. Die Stollenwände rund um die „Steinbruch-Tür“ werden gegenwärtig insbesondere von Asseln bevölkert, die den gleichfalls anwesenden Spinnen (*Meta menardi*, *Tegenaria atrica* und *Amaurobius ferox*) nicht selten als willkommene Beute dienen.

Zwischen Ende Mai und Ende Juni 2010 wurde hier vor allem *Amaurobius* (*Meta menardi* dürfte nicht betroffen worden sein) von einem in dieser Form im Rudolfstollen bisher noch nie beobachteten Pilz befallen, der den Tieren durch seinen weißen, dicht mit Stacheln bewehrten Überzug innerhalb kurzer Zeit ein exotisches Aussehen verlieh (siehe 4.6.2). An den Spitzen dieser Auswüchse bildeten sich schließlich längliche blassviolette „Köpfchen“, worauf sich die betroffenen Spinnkörper alsbald fast völlig auflösten; ein weiterer Befall konnte bis 2015 nicht mehr festgestellt werden.

Ein stets buntes Tierleben herrscht vor allem beim Eingang 2 hinter dem Haus Rudolfstraße 86. Durch

einige kleine Lüftungslöcher im gemauerten Stollenvor-
bau verirren sich immer wieder völlig unerwartete Tier-
arten ins Innere. Dieser im Sommer stark von der Sonne
beschienene Eingangsteil bildet gleichzeitig ein will-
kommenes Refugium für feuchtigkeitsliebende Arten;
die großen gelbrotten Nacktschnecken (wohl *Arion vul-*
garis) versuchen dann vermehrt, durch allerlei Ritzen
einzudringen, und selbst Weinbergschnecken (*Helix*
pomatia) schaffen dies bisweilen.

Der Tigerschneigel *Limax maximus*, eine imposante,
üblicherweise schwarz-weiß marmorierte Nacktschne-
cke, gehört schon seit Jahren praktisch zum „Inventar“,
genauso wie *Cepaea hortensis*, die Weißmündige Bänder-
schnecke, *Oxychilus cellarius* (Kellerglanzschnecke), die
schmalen, unverkennbaren Gehäuse der Schließmund-
schnecken (Fam. Clausiliidae) und die weit verbreitete
Arianta arbustorum (Gefleckte Schnirkelschnecke);
abgesehen von lebenden Tieren zeugen immer wieder
leere Schalen von ihrer Anwesenheit. Weshalb überdies
eine Reihe von ehemals häufig anzutreffenden Arten
mittlerweile aus dem Rudolfstollen gänzlich verschwun-
den ist, oder 2015 nur noch sehr selten gefunden wer-

den konnte, erscheint – von Ausnahmen abgesehen –
vorerst unklar. Der gegenwärtige Status wird in der
Fundliste genannt.

Im Bereich der Stollendecke dominiert beim Ein-
gang 2 eindeutig die Spinne *Meta menardi* mit ihren auf-
fälligen tropfenförmigen Kokons – ein begehrtes Foto-
motiv, vor allem wenn das dickleibige Weibchen direkt
darauf sitzt und ihren Nachwuchs fürsorglich bewacht.
An den Wänden stetzt nicht selten die langbeinige
Tegenaria atrica umher, die sich neben *Amaurobius ferox*
auch gerne in Türnähe aufhält. Gelegentlich finden wir
noch Zitterspinnen (*Pholcus phalangioides*) und, eher
sporadisch, auch die Höhlenspinne *Nesticus cellulanus*.

Die Lage der in nachstehender Artenliste zur
genaueren Lokalisierung der Fundstelle fallweise ange-
führten Markierungspunkt-Nummern (kurz MP) kann
dem in der Rundgang-Beschreibung enthaltenen sche-
matischen Übersichtsplan entnommen werden; die
Zahlen stimmen mit den im Stollen deutlich sichtbar
angebrachten Markierungen überein. Wenn nicht
anders angegeben, erfolgte die Determination durch
den Verfasser.

4.7.3 Artenliste

N e m a t o m o r p h a (Saitenwürmer)

Gordius cf. *aquaticus*, Fam. Gordiidae, Wasserkalb, im Stollengerinne nahe Steinbruch-Eingang am 10.11.2006,
kein weiterer Fund.

G a s t r o p o d a (Schnecken)

Discus rotundatus (MÜLLER, 1774), Gefleckte Schüsselschnecke, Fam. Endodontidae, 3.10.2013, im Hauptgang bei
MP 1 auf feuchten modrigen Holzbrettern nicht selten.

Arion cf. *vulgaris* MABILLE, 1855, Fam. Arionidae (Wegschnecken), meist orangerot (bis bräunlichgelb) gefärbte
große Nacktschnecken, die besonders im Sommer nahe Eingang 2 häufig am Boden und an den Mauern herumkrie-
chen.

Arion cf. *distinctus* MABILLE, 1868, Fam. Arionidae (Wegschnecken), 28.6.2007, unweit von Eingang 2 an der Stol-
lenwand.

Aegopinella cf. *nitens* (MICHAUD, 1831), Weitmündige Glanzschnecke, Fam. Zonitidae, 1 Ex. leg. R. Pavuza 2014
beim Eing. 2, det. Helmut Sattmann, III. Zool. Abt., NHM-Wien.

Oxychilus cellarius (O.F. MÜLLER, 1774), Kellerglanzschnecke, Fam. Zonitidae, nahe Eingang 2 meist zahlreich, 14
Ex. leg. R. Pavuza 2014, det. H. Sattmann, III. Zool. Abt., NHM-Wien.

Limax maximus LINNAEUS, 1758, Tigerschneigel, Fam. Limacidae (Schwarzer Schneigel), 28.6.2007, 16.7.2008, 2009
usw., vor allem im Sommer (besonders 2015) zahlreich an den Wänden nahe Eingang 2 anzutreffen.

Limax cinereoniger WOLF, 1803, Fam. Limacidae, 15.9.2010, 2 Ex. kurz hinter Eingang 2.

Boettgerilla pallens SIMROTH, 1912, Fam. Boettgerillidae (Wurmnacktschnecken), 1 Ex. 2008 unter der hölzernen
Kanalabdeckung bei MP 2 im Hauptgang, kein weiterer Fund.

Cochlodina laminata (MONTAGU, 1803), Glatte Schließmundschnecke, Fam. Clausiliidae, 2 Ex. am 26.5.2010 an
der Stollenwand nahe Eingang 2. Fotos von stärker gerippten Tieren legen den Verdacht nahe, dass fallweise noch
eine weitere Clausiliiden-Art im Rudolfstollen anzutreffen ist.

Monachoides incarnatus (O.F. MÜLLER, 1774), Rötliche Laubschnecke, Fam. Helicidae, 4 Ex. nahe Eing. 2, leg. R. Pavuza 2014, det. H. Sattmann, III. Zool. Abt., NHM-Wien.

Helicodonta obvoluta (O.F. MÜLLER, 1774), Riemenschnecke, Fam. Helicidae, 1 Ex. am 22.9.2008, die Art besitzt ein dicht mit Haaren besetztes scheibenförmiges Gehäuse.

Arianta arbustorum (LINNAEUS, 1758), Gefleckte Schnirkelschnecke, Fam. Helicidae, 5 Ex. leg. R. Pavuza 2014 nahe Eingang 2, det. H. Sattmann, III. Zool. Abt., NHM-Wien.

Cepaea hortensis (O.F. MÜLLER, 1774), Weißmündige Bänderschnecke, Fam. Helicidae, nahe Eingang 2, u. a. am 8.1.2009; 2 Ex. leg. R. Pavuza 2014, det. Helmut Sattmann, III. Zool. Abt., NHM-Wien.

Helix pomatia LINNAEUS, 1758, Weinbergschnecke, Fam. Helicidae, 28.6.2007 beim Eingang 2, wo sie vor allem im Sommer im Inneren Schutz suchen.

O l i g o c h a e t a (Wenigborster)

Erpobdella cf. *octoculata* (LINNAEUS, 1758), Hundegel, Fam. Erpobdellidae, am 30.5.2007 mehrfach im Gerinne nahe Steinbruch-Eingang. Am 20.8.2007 dort ein weiteres Ex. leg. E. Fritsch. Auch später immer wieder zu finden, so am 30.3. und 22.9.2008. Inzwischen nur noch sehr sporadisches Vorkommen.

Fam. Lumbricidae (Regenwürmer), mehrfach im vermoderten Holztürstock bei MP 1A und fast immer unter den feuchten Brettern im Hauptgang bei MP 1; bis 2015 stets nur unreife (und somit nicht bestimmbar) Exemplare angetroffen.

A r a n e a e (Webspinnen)

Amaurobius ferox (WALCKENAER, 1830), Fam. Amaurobiidae (Finsterspinnen), 2 ♂, leg. E. Fritsch, 27.9.2006, weiters 20.10.2009, 30.4.2010 usw., dauerhafte Population bei allen Eingängen.

Pholcus phalangioides (FUESSLIN, 1775), Fam. Pholcidae (Zitterspinnen), 1 ♀ am 27.9.2006, beim Eing. 2 vereinzelt immer wieder zu finden.

Meta menardi (LATREILLE, 1804), Fam. Metidae (Herbstspinnen), 1 ♂, 1 ♀ leg. E. Fritsch 13.4.2007. Ganzjährig samt den typischen Kokons nahe den Eingängen 1 und 2.

Metellina merianae (SCOPOLI, 1763), Fam. Metidae (Herbstspinnen), 3 ♂ am 13.4.2007 und 1 ♀ am 18.7.2012 beim Keller-Eingang.

Nesticus cellulanus (CLERCK, 1757), Fam. Nesticidae (Höhlenspinnen), 1 ♂ leg. E. Fritsch, 27.9.2006.

Porrhomma cf. *convexum* (WESTRING, 1851), Fam. Linyphiidae (Baldachinspinnen), 1 ♀ zwischen den feuchten Holzbrettern bei MP 1 im Hauptgang.

Steatoda triangulosa (WALCKENAER, 1802), Fam. Theridiidae (Kugelspinnen), 1 ♀, nahe beim Eingang 2, bisher kein weiterer Fund.

Tegenaria atrica C.L. KOCH, 1843, Winkelspinne, Fam. Agelenidae (Trichternetzspinnen), 2 ♀, leg. E. Fritsch 27.9.2006; weiters 13.4.2007 und 20.10.2009, Dauerbewohner im Bereich der Eingänge 1 (Keller) und 2 (Rudolfstraße 86).

O p i l i o n e s (Weberknechte)

Leiobunum limbatum C. L. KOCH, 1861, Ziegelrückenkanker, Fam. Phalangidae, ♂ und ♀ im Bereich hinter Eingang 2 (beim Haus Rudolfstraße 86), leg. E. Fritsch, 29.12.2009.

A c a r i (Milben)

Oribatida (Cryptostigmata), Hornmilben, gelegentlich zwischen den alten verpilzten Holzbrettern bei MP 1 zu beobachten.

Eine andere Milben-Art vor Jahren parasitisch auf der Kopf-Unterseite der Tausendfüßer *Proteroiulus fuscus* und *Cylindroiulus vulnerarius* festgestellt.

I s o p o d a (Asseln)

Fam. Trichoniscidae, nach 2007 waren die kleinen weißen Tierchen (cf. *Haplophthalmus danicus* BUDDÉ-LUND, 1880) auf dem weitgehend vermoderten Türstock bei MP 1A immer wieder anzutreffen. Die Population ist inzwischen erloschen.

Oniscus asellus LINNAEUS, 1758, Mauerasse, Fam. Oniscidae, 18.7.2012, sehr häufig beim Eingang 1 (Keller) und oft auch beim Eingang 3 (Steinbruch).

Cylisticus convexus (DE GEER, 1778), Fam. Cylisticidae, 1 Ex. vom Keller-Eingang

Porcellio scaber LATREILLE, 1804, Kellerasse, Fam. Porcellionidae, beim Eingang 1 (Keller) oft zusammen mit *Oniscus asellus*.

Armadillidium vulgare LATREILLE, 1804, Rollasse, Fam. Armadillidiidae, 1 Ex. 18.7.2012 beim Eingang 1 (Keller).

A m p h i p o d a (Flohkrebse)

Gammarus cf. *pulex*, Fam. Gammaridae, ehemals sehr häufig im Gerinne beim Steinbruch-Eingang. Seit Verriegelung der dortigen Tür (2007) zunehmend seltener (bis 2012), Vorkommen inzwischen erloschen (Fangversuch zwischen Oktober 2013 und Jänner 2014 negativ, Mitt. R. Pavuza).

S y m p h y l a (Zwergfüßer)

Scutigerebella cf. *immaculata* (NEWPORT, 1845), Fam. Scutigerebellidae, im Hauptstollen am feuchten steinigen Boden, leg. E. Fritsch, 20.8.2007, dort 2 weitere Ex. am 29.10. und 30.11.2008 neben dem Rinnsal. Am 2.5.2011 in großer Zahl lebend im Gerinne des Hauptstollens tagwärts treibend angetroffen, Herkunft unklar.

D i p l o p o d a (Doppelfüßer)

Glomeris sp., Fam. Glomeridae, 1 Ex. am 16.3.2010 nahe Eingang 3 (Steinbruch) unter einem nassen, von Unbekannten deponierten alten T-Shirt.

Polydesmus angustus LATZEL, 1884, Fam. Polydesmidae, unter einem weggeworfenen nassen T-Shirt am Beginn des Wasserstaues beim Steinbruch-Eingang, 1 ♂ leg. E. Fritsch, 30.11.2008; ein weiterer *Polydesmus* sp. am 22.2.2009 im Hauptgang auf dem Holzbalken unterhalb der Stollendecke schräg gegenüber der einstigen Toilettenanlage (bei MP 2) beobachtet (durch Flucht auf die hochgelegene Oberseite nicht mehr greifbar).

Proteroiulus fuscus (AM STEIN, 1857), Fam. Blaniulidae (Kielaugen-Schnurfüßer), 2 ♀, 2 juv. am 29.5.2007 (bei den unreifen Tieren das schwarze Augenfeld nur undeutlich zweireihig bzw. noch einreihig). Die Art hat lateral je eine auffällige gelbrote Fleckenreihe. Im morschen hölzernen Türstock bei Markierungspunkt 1A (zwischen Eingang 1 und 2) unterschiedlich häufig, ♂ eher selten; weitere Ex. am 20.8.2007 beobachtet. Am 30.3.2008 zahlreich vorhanden, inzwischen (2015) nur noch sporadisch zu finden.

Cylindroiulus vulnerarius (BERLESE, 1888), Fam. Julidae, 2 ♂, 2 ♀, vereinzelt zwischen den alten verfaulten Holzbrettern, die im „Hauptgang“ an der Abzweigung zu Eingang 2 (bei MP 1) lagern. Es handelt sich um eine interessante, völlig augenlose Art, die (nach SCHUBART 1934) aus dem nördlichen Mittelitalien stammt, „wo sie in der Umgebung von Florenz und im Mündungsgebiet des Frigido [bei Massa am Ligurischen Meer, Toskana] in alten Stubben auftritt“, und von Hans Lohmander (1896-1961) schon in den 1920er-Jahren sogar im schwedischen Göteborg in einem Gewächshaus gesammelt wurde. Inzwischen ist das Tier auch aus Großbritannien (1975), Irland (1978), Frankreich, Deutschland (Berlin), Belgien, den Niederlanden und neuerdings aus Luxemburg (Fort Berlaimont) gemeldet worden (WEBER 2013). Dass nun, offenbar erstmals in Österreich, auch im Rudolfstollen am Stadtrand von Urfahr Exemplare nachgewiesen werden konnten (die Untersuchung der Gonopoden ließ keine Zweifel aufkommen), erscheint nicht unbedingt überraschend, deckt sich doch die Beschaffenheit unseres Fundortes weitgehend mit dem genannten Habitat in Luxemburg oder den synanthropen Vorkommen um Berlin.

Ommatoiulus sabulosus (LINNAEUS, 1758), Syn. *Schizophyllum sabulosum*, Fam. Julidae, bisher nur 1 ♀ gefunden (13.7.2011), die Determination beruht daher notgedrungen auf ekto skelettalen sowie farblichen Merkmalen (zwei scharf begrenzte gelbrote Parallelstreifen am Rücken und schwarze Rumpfseiten). Obwohl auch die Weibchen von *Megaphyllum projectum* (VERHOEFF, 1907), Syn. *Chromatoiulus projectus*, meist ähnlich gezeichnet sind, erscheint die oben genannte Zuordnung dennoch gerechtfertigt.

C h i l o p o d a (Hundertfüßer)

Geophilus cf. *flavus* (DE GEER, 1778), Fam. Geophilidae, Erdläufer, erstmals am 27.2.2013 nahe Eingang 2 gefunden.

Lithobius forficatus LINNAEUS, 1758, Fam. Lithobiidae, Steinläufer, 2 Ex. nördlich Eingang 2 unterhalb des heute verschlossenen Lüftungsschachtes.

Lithobius lucifugus C.L. KOCH, 1862, im Hauptgang bei MP 1 zwischen morschen Brettern (3 ♀) sowie gelegentlich unterhalb des nahen, oben abgedeckten Lüftungsschachtes.

D i p l u r a (Doppelschwänze)

Fam. Campodeidae, 1 Ex auf dem morschem Holztürstock bei MP 1A am 30.5.2007, dort auch am 30.3.2008 1 Ex. beobachtet.

C o l l e m b o l a (Springschwänze)

Tomocerus vulgaris (TULLBERG, 1871), Fam. Tomoceridae, eine „nahezu überall vorkommende“ meist schwarzviolett schimmernde bis ca. 4 mm große epigäische Art mit fast körperlangen Fühlern. 1 Ex. leg. E. Fritsch, 27.7.2009, auf alten, teilweise verschimmelten Holzbrettern, det. E. Christian (Mail vom 17.8.2009 an R. Pavuza), wurde bereits mehrfach beobachtet.

Deuteraphorura austriaria (GISIN, 1962), Fam. Onychiuridae, eine in Österreich weit verbreitete troglophile Art, die bisher nur unterirdisch gefunden wurde („wäre sie nicht so verbreitet und käme sie nicht auch in jungen künstlichen Subterrarräumen vor, würde man sie als troglobiont bezeichnen“, so E. Christian). 5 Ex. leg. E. Fritsch und R. Pavuza, 27.7.2009, auf einer tagfernen Wasserlacke (bei MP 3C) zahlreich vertreten, det. E. Christian (Mail vom 17.8.2009 an R. Pavuza) und konnten danach (zuletzt Jänner 2015) immer wieder beobachtet werden.

C o l e o p t e r a (Käfer)

Carabus scheidleri PANZER, 1799, Fam. Carabidae (Laufkäfer), jeweils Reste (Flügeldecken) am 28.6.2007, 2.5.2011 und 2.7.2013 nahe Eingang 2.

Carabus intricatus LINNAEUS, 1761, Fam. Carabidae, am 22.12.2008 Flügeldecken unterhalb des heute abgedeckten Lüftungsschachtes nördlich von Eingang 2.

Carabus coriaceus LINNAEUS, 1758, Lederlaufkäfer, Fam. Carabidae, übersinterte Flügeldecke im hintersten Wasserbecken in der Seitenkammer mit den Betonfundamenten zwischen MP 4 und 5, 29.8.2006. Nahe beim Eingang 2 ein lebendes Ex. (20.8.2007) beobachtet und wieder in Freiheit gesetzt. Ebenso am 25.5.2012.

Nebria brevicollis (FABRICIUS, 1792), Fam. Carabidae (Laufkäfer), 5.10.2011, nahe Eing. 3 am Rande des Wasserstaues.

Pterostichus sp., Fam. Carabidae (Laufkäfer), Flügeldecken am 9.4.2012, nahe Eing. 2.

Phosphuga atrata (LINNAEUS, 1758), Fam. Silphidae (Aaskäfer), Überreste am 20.10.2009 unweit von Eingang 2.

Ptomaphagus varicornis (ROSENHAUER, 1847), Fam. Cholevidae [Catopidae], aus einem Schneckenhaus, in dem sich noch verwesende Körperteile befanden (24.6.2010).

Catops picipes (FABRICIUS, 1787), Fam. Cholevidae [Catopidae], 1 ♀ leg. 2.5.2011.

Proteinus cf. *brachypterus* (FABRICIUS, 1792), Fam. Staphylinidae (Kurzflügler), Ufam. Proteininae, 1 ♂ am 1.10.2010 neben dem Gerinne unweit des Steinbruch-Eingangs aufgesammelt.

Ocypus brunripes (FABRICIUS, 1781), Fam. Staphylinidae (Kurzflügler), Ufam. Staphylininae, 1 Ex. am 22.7.2015 aufgesammelt (lebend im Gerinne Richtung Eingang 3/Steinbruch treibend).

Margarinotus brunneus (FABRICIUS, 1775) [*Hister cadaverinus* HOFFMANN], Fam. Histeridae (Stutzkäfer), 1 Ex. leg. P. Cech im Hauptgang bei Op. 4 am 2.7.2013.

Cetonia aurata (LINNAEUS, 1761), Rosenkäfer, Fam. Scarabaeidae, Flügeldecken, 14.3.2008, unweit von Eingang 2.

Simo hirticornis (HERBST, 1795) [*Homorhythmus hirticornis*], Fam. Curculionidae (Rüsselkäfer), 1 Ex. am 2.5.2011 beim ehemaligen Eing. 4 (Berggasse) aufgesammelt.

H y m e n o p t e r a (Hautflügler)

Diphyus quadripunctorius (MÜLLER, 1776), Fam. Ichneumonidae (Echte Schlupfwespen), 1 Ex. am 20.8.2007 unweit des verschlossenen Steinbruch-Einganges an der Seitenwand, dort weitere Ex. am 12.3.2012 z. T. tot im Sohlengerinne treibend.

Trichoptera (Köcherfliegen)

Stenophylax permistus MCLACHLAN, 1895, Fam. Limnephilidae, im Winterhalbjahr mehrfach im Bereich hinter dem Eing. 3 (Steinbruch) bis zur ersten nördlichen Abzweigung (MP 9), dort am 30.5.2007 nur mehr 2 Ex.; am 24.6.2009 1 Ex. im Notausstieg hinter dem Keller-Eingang oberhalb der ersten Leiter. Seither kein weiteres Vorkommen.

Lepidoptera (Schmetterlinge)

Inachis io (LINNAEUS, 1758), Tagpfauenauge, Fam. Nymphalidae, je 1 Ex. am 20.10.2009 und 25.9.2012 beim Eing. 2 beobachtet.

Triphosa dubitata LINNAEUS, 1758, Wegdornspanner, Fam. Geometridae, mehrere Ex. nahe Steinbruch-Eingang überwintert (2006). Später aufgrund des dichten Verschlusses nicht mehr beobachtet.

Scoliopteryx libatrix LINNAEUS, 1758, Zackeneule, Fam. Noctuidae, mehrere Ex. beim Steinbruch-Eingang überwintert (2006). Später, wie auch *Triphosa*, nicht mehr aufgetreten.

Agrochola circellaris (HUFNAGEL, 1766), Ulmen-Herbsteule, Fam. Noctuidae, 1 Ex. am 22.9.2008 beim Eingang 2 (Rudolfstraße 86).

Diptera (Zweiflügler)

Limonia nubeculosa MEIGEN, 1804, Fam. Limoniidae (Stelmücken), gelegentlich beim Eing. 3 (Steinbruch) anwesend.

Tipula sp., Fam. Tipulidae (Schnaken), beobachtet am 30.5.2007, unweit Eingang 2.

Culex cf. *pipiens* LINNAEUS, 1758, Fam. Culicidae (Stechmücken), besonders beim Eingang 3 (Steinbruch) nicht selten an den Stollenwänden.

Fam. Heleomyzidae, Scheufliegen, 2 Ex. am 18.7.2011 nahe Eingang 3 (Steinbruch).

Anura (Froschlurche)

Bufo bufo (LINNAEUS, 1758), Erdkröte, Fam. Bufonidae, beim Steinbruch-Eingang, 1 juv. Ex. (max. 3 cm Körperlänge) am 30.5.2007, ein weiteres ähnlich kleines Tier am 20.8.2007 ebenfalls im Inneren unweit Eingang 3 (Steinbruch); 1 Ex. am 28.6.2007 beim Eingang 2, Länge ca. 10 cm. Alle Tiere wurden im Steinbruch beim Gerinne in Freiheit gesetzt.

Squamata (Schuppenkriechtiere)

Anguis fragilis LINNAEUS, 1758, Blindschleiche, Fam. Anguidae, Jungtier am 2.7.2013 im Inneren nahe Eingang 2 angetroffen und in geeignetem Gelände ausgesetzt.

Chiroptera (Fledermäuse)

1 Ex., im Herbst 2006 bei der ersten Abzweigung (MP 9) hinter dem damals noch offenen Steinbruch-Eingang im Flug gesichtet. Keine weiteren Beobachtungen, weil kurz danach alle Eingänge fest verschlossen wurden.

Rodentia (Nagetiere)

Rattus norvegicus (BERKENHOUT, 1769), Wanderratte, Fam. Muridae (Echte Mäuse), vollständiges Skelett in einer Wasseransammlung im tagfernen Stollenteil bei MP 3C, Schädel aufgesammelt.

Apodemus flavicollis (MELCHIOR, 1834), Gelbhalsmaus, Fam. Muridae, Kadaver am 12.3.2012 beim Holz-Türstock (nahe MP 1A). Ein weiterer Totfund, vermutlich der gleichen Art, am 27.2.2013 im hintersten Abschnitt der Gewölbeausmauerung (beim ehemaligen Eingang 4). Am 22.12.2008 ein lebendes Ex. bei MP 2A beobachtet, Art nicht feststellbar. Wie im August 2010 zahllose Spuren in einer frischen großflächigen Lehmeinschwemmung nordöstlich von MP 3D gezeigt haben, dürften sich Mäuse relativ oft selbst in tagfernen Teilen des Rudolfstollens herumtreiben, fallweise aber nicht mehr ans Tageslicht zurückfinden, wie anhand der eingangs genannten Überreste zu vermuten ist. Am 22.7.2015 gelang es Erhard Fritsch und Erna Eichbauer östlich von MP 1A, erstmals im Rudolfstollen eine lebende Gelbhalsmaus zu fotografieren.



Abb. 124: *Apodemus flavicollis*, Gelbhalsmaus. (Foto: E. Fritsch).



Abb. 125: *Nesticus cellulanus*, Höhlenspinne. (Foto: H. Thaler).



Abb. 126: *Proteroiulus fuscus*, Fam. Blaniulidae, Kielaugen-Schnurfüßer. (Foto: H. Thaler).



Abb. 127: *Carabus coriaceus*, Lederlaufkäfer. (Foto: E. Fritsch).



Abb. 128: *Meta menardi*, Herbstspinne. (Foto: E. Fritsch).



Abb. 129: *Cepaea hortensis*, Weißmündige Bänderschnecke. (Foto: E. Fritsch).



Abb. 130: *Stenophylax permistus*, Köcherfliege.
(Foto: E. Fritsch).



Abb. 131: *Limax cinereoniger*, Schwarzer Schneigel.
(Foto: E. Fritsch).



Abb. 132: *Tegenaria atrica*, Winkelspinne. (Foto: H. Thaler).



Abb. 133: *Leioleobunum limbatum*, Weberknecht. (Foto: E. Fritsch).



Abb. 134: *Carabus intricatus*, Blauer Laufkäfer (Foto: E. Fritsch).



Abb. 135: Scheufliege, Fam. Heleomyzidae. (Foto: E. Fritsch).

Abb. 136: *Pholcus phalangioides*,
Zitterspinnen. (Foto:
E. Fritsch).



Abb. 138:
Deuteraphorura austriaria, Spring-
schwanz.
(Foto: E. Christian).

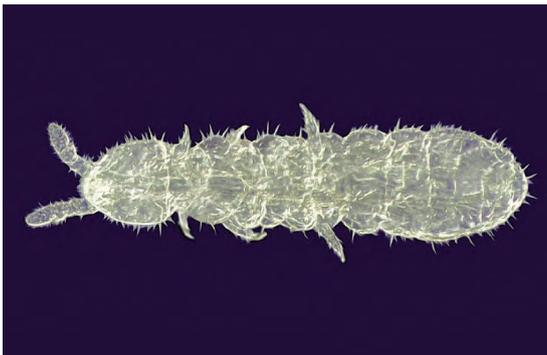


Abb. 139:
Scoliopteryx libatrix,
Zackeneule.
(Foto: E. Fritsch).



Abb. 137: *Diphyus* sp., Schlupfwespe. (Foto: E.
Fritsch).

5 Nutzungsaspekte

5.1 Touristische Optionen

Die denkwürdige Historie des Rudolfstollens, aber auch seine in der weiteren Folge von natürlichen Vorgängen dominierte Entwicklung mit teilweise außergewöhnlichen Erscheinungen (extrem schnell wachsende Tropfsteine mit seltenen Bildungsmechanismen, Wurzelstalagmiten, überraschend reichhaltige Fauna), würden auch eine touristische Nutzung des Stollens rechtfertigen. Die dafür erforderlichen Vorarbeiten wären vom logistisch-finanziellen Aufwand her überschaubar.

In einem – freilich nur virtuellen – Durchgang durch den Stollen“ (siehe Kapitel 3) kann eine solche touristische Begehung des Stollens nachvollzogen werden.

Ein gewisses Interesse der Stadt Linz am Rudolfstollen – wohl auch im Lichte der Führungen in den anderen, jedoch weniger tropfsteinreichen Objekten südlich der Donau – dürfte es zumindest zeitweise gegeben haben. So ist im Jahresbericht 2009 des Tourismus Service der Stadt Linz/Tourismusverband Linz unter der Rubrik „Mitgliederbetreuung“ der Hinweis auf eine „Besichtigung des Rudolfstollens in Urfahrt“ zu finden.

5.2 Wissenschaftliche Optionen

Die Funktion des Rudolfstollens als „Untertagelabor“ zwischen 2007 und 2015 sollte aus Sicht der Autoren fortgeführt werden. Dabei bieten sich neben der weiteren Dokumentation der Stollenfauna auch die Entwicklung der Wurzelstalagmiten inklusive DNA-Untersuchungen sowie die exotischen, rasch wachsenden Sinterbildungen und deren Zusammenhang mit der exogenen Klimaentwicklung an. In diesem Zusammenhang könnten sich auch weitere Hinweise betreffs der auffallend hohen Stollentemperatur ergeben. Eingehendere mineralogische Untersuchungen an den unterschiedlich braun gefärbten Sinterbildungen und Ausfällungsprodukten sowie an den exotischen weißen Sinterbildungen wären ebenfalls aussichtsreich. Auch tiefergehende, freilich auch kostspieligere Untersuchungen zur Herkunft des Stollenwassers (etwa über Tritium-Zeitreihen sowie Helium-Untersuchungen) wären wünschenswert. Die Untersuchungen könnten dabei direkt an die vorliegende Arbeit anknüpfen. Mit den anderen genannten Nutzungsoptionen wären wissenschaftliche Forschungsarbeiten jedenfalls weitgehend problemlos kombinierbar.

Auch eine Beweissicherung im Zuge der Baumaßnahmen zur A26 erscheint aus naturwissenschaftlicher Sicht erforderlich.

5.3 Fledermausschutz

Obgleich nur eine einzige Fledermausbeobachtung (ein Individuum unbekannter Art im Flug im Herbst 2006) vorliegt – wohl nicht zuletzt deshalb, da der Stollen seit einigen Jahren durch die eingebauten Türen und den Verschluss offener Felsbereiche für Fledermäuse nur sehr schwierig erreichbar sein dürfte, ist dennoch unter bestimmten Voraussetzungen der Einbau einer „fledermausfreundlichen“ Türe am Eingang im Steinbruchbereich denkbar, um den Tieren im erweiterten Stadtbereich ein Quartier anzubieten. Keinesfalls sollten zwei Eingänge in dieser Art gestaltet werden, da die sich ergebende verstärkte Wetterführung die Verhältnisse des Untertageklimas grundlegend beeinflussen würde – was außer für die Tropfsteinbildung letztlich auch wenig vorteilhaft für die Fledermäuse wäre.

Die derzeitigen Temperatur-Jahresgänge mit geringen Amplituden in den meisten Bereichen des Stollens und die Jahresdurchschnittstemperatur von über 10 °C sollten jedenfalls für die meisten der im westlichen Stadtgebiet von Linz vorkommenden Fledermausarten günstige Bedingungen bieten.

Mit der Nutzungsoption „Untertagelabor“ wäre diese Option gut, mit der touristischen Option bedingt und jahreszeitlich limitiert kombinierbar.

Eine gleichzeitige Nutzung des Stollens im Sinne

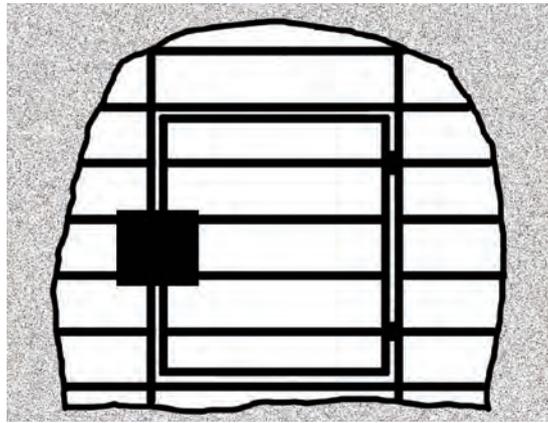


Abb. 140: Beispiel für eine Variante einer „fledermausfreundlichen“ Versperung eines Höhlen-/Stolleneingangs.

von Wellness-Applikationen (bzw. Speläotherapie) ist indessen nicht zu empfehlen: eine allfällige Frequentierung durch Fledermäuse würde einerseits fraglos die Keimbelastung in den entsprechenden Stollenabschnitten erhöhen, andererseits wären – so der Rudolfstollen in der Folge auch als Winterquartier von den Fledermäusen angenommen würde – Wellness-Applikationen während des Winterschlafes der Tiere nicht tragbar.

Ein Beispiel für eine fledermausfreundliche, das Flugverhalten berücksichtigende Absperrung (<http://members.chello.at/ekeck/page25.htm>) ist der Abb. 140 zu entnehmen, zu überlegen wäre aber freilich auch nur eine dem Schema in Abb. 140 entsprechende Teilvergitterung einer festen Türe, um die Störungen des Höhlenklimas und damit des Tropfsteinwachstums zu minimieren.

5.4 „Wellness“-Applikationen

Die Wirkung des stabilen, vergleichsweise keimarmen Untertageklimas auf den Organismus ist schon lange bekannt und hat zu einer eigenen alternativmedizinischen Sparte, der „Speläotherapie“ geführt (siehe auch BENGESSER & PAVUZA 2004). Diese entwickelte sich vornehmlich in Mittel- und Osteuropa und ist gegenwärtig in Österreich durch 4 Speläotherapiestationen (Gasteiner Heilstollen, Oberzeiring, Bad Bleiberg und Dellach im Drautal) vertreten, im Deutschen Heilstollenverband sind 10 unterirdische Therapiestätten verzeichnet. Abgesehen von der speziellen Wirkung der Speläotherapie im Gasteiner Heilstollen, die auf der Kombination hoher Radongehalte und Wärme beruht, liegt die Stärke der meisten Speläotherapie-Applikationen in der Behandlung asthmatischer Krankheiten sowie verschiedentlich auch im Wellness-Bereich (Stressabbau etc.). Die Wirkung auf den Atmungstrakt besteht in der Temperaturdifferenz zwischen der Stollenluft, die durch die hohe Luftfeuchte primär keim- und partikelärmer ist als die Außenluft, und dem Atmungstrakt, da beim Einatmen und Erwärmen der Luft diese in der Folge sehr trockene Luft dem Gewebe

im Atmungsstrakt Feuchtigkeit entzieht und letztlich dadurch eine Atmungserleichterung eintritt. Dieser Effekt ist Höhlenforschern längst bekannt, es wurde immer wieder von merklichen Erleichterungen bei Atemwegserkrankungen während einer längeren Höhlentour berichtet.

Im Rudolfstollen beträgt beispielsweise der Temperaturunterschied zwischen der sehr keimarmen Luft (siehe 4.4.8) und dem Atmungsstrakt 25 °C, bei einem zweistündigen Aufenthalt im Stollen könnten dem Gewebe bis zu 30 ml Flüssigkeit entzogen werden. Diese Kalkulation bezieht sich auf die Atmung im Ruhezustand, bei Bewegung beträgt die potentielle Wasserabgabe entsprechend mehr. Die im Stollen gegenüber der Außenluft erhöhte Ionenzahl (siehe 4.4.7) kann – analog der durch die Paracelsus-Universität medizinisch und therapeutisch untersuchten erhöhten Ionenzahl im Umfeld von Wasserfällen (HARTL 2013) – ebenfalls als speläotherapeutisch relevant betrachtet werden.

Die ausgedehnten und einfach sowie barrierefrei zu begehenden Räume des Rudolfstollens erscheinen grundsätzlich gut für diese Applikation geeignet, wie auch für andere, mehr in den Wellness-Bereich fallende Anwendungen (Stressabbau etc.), da die gegebene Ruhe und das weitgehende Fehlen elektromagnetischer Felder (es gibt daher auch keinen Mobilfunkempfang) gute Voraussetzungen bieten. Entsprechende Investitionen wären vor allem für die externe Logistik (Wartebereich, Sanitär, Betreuungspersonal) erforderlich. Aufgrund der Lage am Rande einer Großstadt mit 200 000 Einwohnern wäre mit einiger Wahrscheinlichkeit indessen ein entsprechendes Besucherpotential vorhanden.

6 Das Umfeld des Rudolfstollens aus historischer Sicht

Die 1944 fertiggestellte Luftschutzanlage des Rudolfstollens liegt am westlichen Ende von Alt-Urfahr am Ausgang der sog. „Linzer Pforte“, einem Engtal der Donau zwischen den Höhenzügen Freinberg – Kürnbergerwald und den wärmebegünstigten, von Felsen durchsetzten südlichsten Abhängen des Pöstlingberges (537 m), die schon seit altersher als „Wänd“ bezeichnet wurden. Um ortsunkundigen Lesern auch von der Umgebung des Urfahrer Rudolfstollens eine Vorstellung zu vermitteln, werden nachstehend einige ausgewählte Örtlichkeiten und lokalgeschichtlich bedeutsame Ereignisse beschrieben.

6.1 Die Urfahrwänd, der alte Königsweg und der Tiergarten

Die südexponierten Urfahrwänd sind seit 1982 als Naturschutzgebiet ausgewiesen, die Grenzen wurden

aber 2008 im Hinblick auf die geplante Linzer Autobahn A 26 (Westring) neu verordnet (LGBl. Nr. 49/2008), indem man den Bereich um das künftige Tunnelportal im Steinbruch am nördlichen Ende der geplanten Donaubrücke einfach aus dem bisher bestehenden Naturschutzgebiet herauslöste, obwohl es sich um einen zusammenhängenden, naturräumlich sehr sensiblen Bereich handelt, wie zahlreiche zoologische und botanische Untersuchungen bewiesen haben.

Westlich vom Steinbruch konnte man früher auf dem schon seit altersher benützten Urfahrer Königsweg von der Berggasse durch die steil abfallenden Hänge der Urfahrwände hinunter ins Donautal kurz vor Puchenau gelangen. Es gab dort am Fuß der schon im 17. Jh. kurz „Wänd“ oder auch „Steinwänd“ genannten Felsflanke (Sh 260 m) rund 30 zum Teil schon im 18. Jh. nachweisbare Wohnhäuser und eine seit 1902 verkehrende Rollfahre ans südliche Donauufer bei St. Margarethen. Sie musste 1945 wegen der Demarkationslinie zwischen dem russisch besetzten Mühlviertel und der amerikanischen Zone im Süden eingestellt werden, verkehrte dann aber laut Dr. Hans Grohs (Autorenkollektiv 1975, S. 4) neuerlich zwischen 1954/55 und 1963. Von den Urfahrwänd-Häusern war vor allem das Gasthaus „Zur Schiffmühle“ (Josef Kollbauer, Urfahrwänd 28) bekannt, das an eine hier verankerte, aber bereits 1908 aufgelassene Schiffmühle erinnerte. Aufgrund der sonstigen Lage gab es auch acht Kleinwäschereien. Die gesamte Häuserzeile am Bergfuß fiel Ende der 1970er-Jahre dem Ausbau der Rohrbacher Straße (B 127) zum Opfer; sie steht seit 1. April 2002 unter Landesverwaltung.

Im Zuge des geplanten Tiergartens auf der Windflach wurde der Urfahrer Königsweg mit zunächst elf Stationen als naturkundlicher Lehrpfad ausgestaltet und am 26.9.1975 (sowie – vermutlich im April 1976 – weiter ausgebaut) der Öffentlichkeit übergeben (AUTORENKOLLEKTIV 1975; STEIBLMÜLLNER 1976; PRÖLL 1976, 1977; LAISTER et al. 2003). Sein Bestand war jedoch nur von kurzer Dauer, die Verbreiterung der Rohrbacher Straße sowie die mögliche Steinschlaggefahr haben zu seiner Auflassung geführt. Heute ist diese historische Wegtrasse völlig verwildert und verliert sich im unteren Teil in einem nahezu undurchdringlichen Dornengestrüpp zwischen alten Stützmauern und Steinschlagzäunen. Darüber hinaus erinnern nur noch allenthalben an den Bäumen sichtbare Nistkästen an die einstige Anwesenheit des Menschen. Die von Christine Ruzicka, der damaligen Grafikerin der Naturkundlichen Station (bis 1998 im Botanischen Garten, Roseggerstraße, angesiedelt) für den Lehrpfad in Form von bemalten keramischen Kacheln gestalteten, zuletzt mehr als 20 Schautafeln befinden sich heute im Gelände des Linzer Tiergar-

tens. Der im felsdurchsetzten Steilhangbereich angelegte, rund 400 Meter lange Königsweg begann zwischen den Häusern Urfahrwänd 19 und 20 (die Nummerierung verlief aufsteigend in Richtung Puchenau) und führte empor zur Berggasse, in die er nordwestlich vom Spatzenbauer einmündete. Dieser oberste Teil (1954 offiziell Urfahrer Königsweg benannt) bildet heute eine kurze Sackgasse, die beim Haus Nr. 9 am Beginn des bewaldeten Steilabfalls endet (Sh 310 m). Der Weiterweg hinab zur Donau ist dort durch ein Gittertor versperrt, das sich zwar rechter Hand mit wenigen Schritten auf einem Schrebergarten-Zustieg umgehen lässt, doch bereits nach rund 200 m wird das Fortkommen im Dickicht zunehmend schwieriger; wie zum Hohn kündigt schon weit davor eine verrostete windschiefe Bannwald-Tafel beim Verlassen des öffentlichen Weges strenge Strafen durch den Magistrat an. Ein fast nicht zu erkennendes Steiglein zweigt dort vom Königsweg ab und führt knapp unterhalb der Kleingarten-Siedlung offenbar in Richtung des heutigen Tiergartens aufwärts. Dieses weiter bergwärts liegende Areal ist aber weitgehend abgezäunt, so dass es nur schwer möglich sein dürfte, die zum Pöstlingberg führende Straße zu erreichen.

Auf der alsbald kaum noch erkennbaren alten Königsweg-Trasse können sich Unentwegte letztlich noch bis knapp 15 m oberhalb der Rohrbacher Straße vorkämpfen, doch einen Abstiegsversuch dorthin sollte man vorsichtshalber besser unterlassen, weil allenfalls losgetretene Steine die Benutzer des stark befahrenen Radweges am Hangfuß gefährden könnten. Angesichts der völlig mit Dornengestrüpp überwucherten steilen Flanke fällt der Entschluss zur Umkehr ohnehin nicht schwer (Zustand am 10.3.2015). Es ist schade, dass dieser alte und später mit viel Enthusiasmus (sogar unter Mithilfe einer Gruppe des Panzer-Pionierbataillons Ebelsberg) zum Lehrpfad umgewandelte Weg heute nicht mehr begangen werden kann.

Der Tiergarten auf der sog. Windflach (Windflachweg 1) im unteren Teil der Straße zum Pöstlingberg ist auf eine Initiative des 1964 gegründeten Vereins „zur Schaffung naturkundlicher Einrichtungen in Linz“ unter Leitung von Dr. Hans Grohs zurückzuführen. Nach ersten Projekten, wie der Sternwarte und dem leider nicht mehr existierenden „Naturlehrpfad Urfahrwänd“, wurde 1980 in zunächst bescheidenem Rahmen ein Tiergarten eröffnet. Inzwischen beherbergt er bereits 110 verschiedene Arten (ca. 600 Individuen), angefangen von Vogelspinnen über Reptilien und Vögel bis hin zu verschiedenen Säugetieren (Erdmännchen, Kattas, Roter Panda, Zebra u. a.). Im Rekordjahr 2014 konnten 132.000 Besucher gezählt werden.

6.2 Der Spatzenbauer, das einstige Schloss Hagen und die Bruckner-Universität

Markantestes Bauwerk auf der Geländeverebnung oberhalb des Rudolfstollens ist nach wie vor der traditionsreiche Gasthof Spatzenbauer (Berggasse 39). Der Spatzenbauerhof wurde erstmals 1477 als starhemberg'sches „Gut auf der purgk herderhalb der Tunar gegen dem Geschloß zu Lynnz über“ beurkundet. Unter dem kaiserlichen Salzherrn Losy von Losenau, der den Besitz 1673 kaufte, erlangte das Gut die Freyung von den herrschaftlichen Abgaben. Die Linzer Bildhauerfamilie Spatz (Spätz), die den Hof bis 1721 besaß, gab ihm den Namen. 1782 kaufte der starhemberg'sche Pfleger Eustachius Möcke das Haus, zu dem damals noch 21 Joch Grund gehörten. Aus dem Jahr 1862 ist ein Besitzwert von 14.500 fl. (Florin, Gulden) überliefert; ab 1857 war 1 Gulden gleich 100 Kreuzer (KRECZI 1951, S. 214-215; ZIEGLER 1920; SCHIFFKORN o. Jg., vermutl. 2011).

Doch schon bedeutend früher, im Neolithikum (Jüngere Steinzeit, ca. 5000 bis 2200 v. Chr.), hat der Mensch auf den Feldern des Spatzenbauern seine Spuren hinterlassen – im August 1953 wurde dort ein beschädigtes Flachbeil aus Serpentin (Länge 6,2 cm) gefunden und 1952 im Garten des Hauses Spazgasse 7 ein nur wenig größeres aus Hornfels (Reitinger 1968, S. 240).

Bei alten Häusern oder Burgen finden sich häufig Geschichten von angeblichen Flucht- oder Geheimgängen. Davon sind auch der Spatzenbauerhof und das nahe Schloss Hagen nicht ausgenommen. Der Sage nach soll einst von einem Keller bei der Linzer Wasserstiege ein Stollen unter der Donau hindurch zum Spatzenbauer und weiter zum Schloss Hagen geführt haben. Wenn beim Spatzenbauern ein Fuhrwerk durch den Hof fuhr, habe es gedöhnt, als wäre der Boden darunter hohl, erzählten noch die Eltern des heutigen Besitzers (Schiffkorn 2011, S. 152). Dieser angebliche Gang zählt zweifellos zu den kühnsten Produkten einer in diesem Zusammenhang seit jeher blühenden Volksphantasie, denn erst seit Mitte der 1970er-Jahre ist es möglich, bei Stromkilometer 2130,5 (unweit des Pleschinger Sees) durch den rund 375 Meter langen Donaudüker, ca. 25 Meter unter dem Fluss, auf die Linzer Seite zu gelangen. Bei einer (vermutlich nur selten angebotenen) Führungstour ist jedoch dort kein Ausstieg vorgesehen, man kehrt wieder nach Urfahr zurück. Seit 1976 werden im Donaudüker Abwässer zum etwas höher liegenden südlichen Ufer gepumpt und der Klärung zugeführt.

Nur rund 350 m nordwestlich des Spatzenbauerhofes befand sich ehemals das Schloss Hagen, das 1609 zum Edelsitz erhoben wurde. Nach schweren Bomben-

schäden im Zweiten Weltkrieg wurde das Gebäude an die Merkur-Versicherung verkauft und bedauerlicherweise 1963 abgerissen. Hernach lag das Gelände fast fünf Jahrzehnte lang brach, erst zwischen 2011 und 2015 wurde dann auf den ehemaligen Hagengründen die Anton-Bruckner-Privatuniversität mit ihrer überhängenden, durch Lamellen gegliederten Außenfassade gebaut. Bemerkenswert ist, dass beim Aushub der Baugrube in deren steiler südlicher Flanke ein alter, zunächst nach Süden und dann gegen Südosten schwenkender Abwasserkanal angeschnitten wurde, den Erhard Fritsch am 12.9.2011 zusammen mit Josef Weichenberger, trotz schlechter Luftverhältnisse im Inneren, auf eine Länge von 37,4 m vermessen konnte; nach rund 10 m war er dann endgültig verschlammte und unpassierbar. Er dürfte an der südöstlichen Ecke des ehemaligen Schlossgebäudes seinen Anfang genommen haben.

In Zusammenhang mit dem Schloss Hagen muss gleichzeitig noch erwähnt werden, dass im Februar 1998 nur ca. 250 m Luftlinie nordwestlich vom oben genannten Einstieg im Grünbereich am westlichen Rand der Urbanskistraße (vermutlich etwa gegenüber den Häusern Nr. 6 oder 8) eine 8 m tiefe Öffnung einbrach und zunächst aus Sicherheitsgründen abgedeckt wurde. Wie Christian Schädel in den OÖ. Nachrichten vom 8. April 1998 auf Seite 18 berichtete, ließen sich am Vortag sechs Mitglieder der Linzer Berufsfeuerwehr und der Naturfilmer Erich Pröll in die Tiefe abseilen. Wieder zurück an der Oberfläche, erzählten sie von einem „weitverzweigten Stollensystem“, das teilweise eingestürzt war, möglicherweise aber zum Teil auch absichtlich zugeschüttet worden ist. Dieter Jonas von der Feuerwehr schätzte die begehbare unterirdische Fläche auf knapp 200 m², „ursprünglich dürften es aber weit mehr gewesen sein“, so seine Meinung. Da noch das altösterreichische Ziegelformat angetroffen wurde (dieses wurde erst 1938 durch das deutsche ersetzt), ist zu vermuten, dass es sich um einen Teil des Kellers der 1906 stillgelegten Hagenbrauerei handelt. Die wenigen Fundstücke (ein Schuh, eine rostige Kaffeemühle sowie einige Flaschen und Töpfe) wurden einem Archäologen übergeben. Eine Vermessung oder Anfertigung einer Planskizze des Objekts entstand bei dieser Begehung, die ohne die Beteiligung von Höhlenforschern stattfand, bedauerlicherweise nicht.

6.3 Der Pöstlingberg und das ehemalige Höhlenmuseum

Die Gipfelkuppe des 537 m hohen Pöstlingberges ist von einem mit sechs Verteidigungswerken bestückten polygonalen Fort umgeben, das zum 1838 fertig gestellten Maximilianischen Befestigungsring mit ehemals 32

weiteren Türmen gehörte. Erhalten sind davon nur noch 11 nebst einigen zugehörigen Bauten, die überwiegend in den westlichen Linzer Randgemeinden Puchenu und Leonding liegen. Der am nordöstlichen Rand des Gipfelforts liegende Turm IV (Maria) bildet heute die Bergstation der Pöstlingbergbahn.

Inmitten des alten Verteidigungsringes steht als weithin sichtbares Wahrzeichen die Wallfahrtskirche Sieben Schmerzen Mariae (Baubeginn 1742, Gesamweihe 1786). Das prachtvolle Gotteshaus blieb jedoch später von schweren Schicksalsschlägen nicht verschont. Am 17. Mai 1919, nachdem gegen 19.25 Uhr zunächst ein Blitz in den Pfarrhof eingeschlagen hatte, setzte ein weiterer Blitzstrahl das Schindeldach, den Dachstuhl und den linken Turm der Kirche in Brand. Der gerade erst von der Linzer Elektrizitätsgesellschaft installierte Blitzableiter war wirkungslos. Obwohl die Löscharbeiten bis 1 Uhr nachts dauerten – die zur Unterstützung angeforderte Linzer Feuerwehr musste mangels Auto ihre Ausrüstung (Schläuche sowie Dampf- und Handdruckspritzen) erst mit der Pöstlingbergbahn auf den Berg befördern –, konnten das Kircheninnere und die Seitenkapelle gerettet werden. Nur die letzte, von der Metallsammlung des Ersten Weltkrieges verschont gebliebene Glocke war geschmolzen und wie das ganze Dach zerstört. Bereits 44 Jahre später, am 31. Mai 1963, kam es erneut zu einer Feuersbrunst. Bei unsachgemäß durchgeführten Lötarbeiten fing das Turmdach erneut Feuer; das Dach des Mittelschiffs brannte völlig aus und auch die Türme wurden zerstört.

Im Obergeschoß des am weitesten westlich gelegenen Befestigungsturmes II (Beatrix) dreht seit 6.8.1906 die bei Alt und Jung gleichermaßen beliebte Grottenbahn ihre Runden, geschaffen von Ing. Franz Scheinig (1860-1923), dem Betriebsleiter der Linzer Straßenbahn und späteren Betriebsdirektor der ESG. Im Frühjahr 1945 wurde die Anlage von einer amerikanischen Fliegerbombe zerstört und – von der Bildhauerin Prof. Friederike Stolz (1913-1989) völlig neu gestaltet – im Mai 1948 wiedereröffnet. Der Drachenzug durchfährt das kreisförmige Zwergerleirich dreimal und legt dabei insgesamt 270 Meter zurück. 2015 besuchten laut Linz AG insgesamt 138.690 Personen die Grottenbahn, davon 61.252 Kinder.

Bereits weitgehend in Vergessenheit geraten ist die Tatsache, dass vor nunmehr rund 100 Jahren im Bereich des Forts kurzzeitig auch das erste österreichische Museum für Höhlenkunde eingerichtet war. Es ist aber nicht eindeutig überliefert, in welchem Teil es etabliert war; unter den Nachbildungen im Untergeschoß der Turmbahn sollen sich noch einige Original-Tropfsteine befinden. Schon 1911 hatte der Linzer Höhlenforscher Georg Lahner (21.1.1873 – 17.5.1963) am Pöstlingberg

lebende Grottenolme (*Proteus anguinus* LAURENTI, 1768) in einem Aquarium zur Schau gestellt. Mit Unterstützung der „Tramway- und Elektrizitätsgesellschaft“, die sich dadurch natürlich eine Steigerung der Verkehrsfrequenz auf der Pöstlingbergbahn erhoffte, konnten schließlich Räumlichkeiten im alten Festungswerk kostenlos zu einem Museum adaptiert werden. Nach nur fünfmonatiger Vorbereitungszeit wurde es am Samstag, den 11. Mai 1912, um 4 Uhr Nachmittag in festlichem Rahmen eröffnet. Das Ereignis fand bei der in- und ausländischen Presse ein breites Echo (BOCK 1913; WEICHENBERGER 1986), doch der Ausbruch des Ersten Weltkrieges zwei Jahre später machte alle Zukunftshoffnungen zunichte. Bereits 1917 wurden die Schaustücke wieder entfernt und in Zusammenarbeit zwischen der Tramway-Gesellschaft sowie dem Kriegsfürsorgeamt entstand ein „Kriegsmuseum“ (HAGER 1997, S. 124), das kurz nach Ende des Krieges seine Pforten schloss.

Am 26.4.1919 anlässlich der ersten Nachkriegshauptversammlung der oberösterreichischen Sektion des „Vereins für Höhlenkunde in Österreich“ im damaligen Gasthof „Zur Stadt Meran“, Figulystraße 30, setzte sich Dr. Theodor Kerschner als wissenschaftlicher Leiter des ehemaligen Höhlenmuseums dafür ein, den inzwischen behelfsmäßig untergebrachten Exponaten in der geologischen Abteilung des Oberösterreichischen Landesmuseums einen „würdigen Platz“ einzuräumen. Wo die Exponate aber letztlich heute lagern, ist weitgehend unbekannt; eine zusammenhängende, für die Allgemeinheit zugängliche höhlenkundliche Sammlung gibt es jedenfalls nicht mehr.

Rund 400 m Luftlinie nordöstlich der Pöstlingbergkirche bzw. knapp 300 m nördlich des restaurierten, in Privatbesitz befindlichen Festungsturmes Nr. 19 (Dorothea; an der Ecke Matoschstraße/Kreuzweg) liegt in etwa 430 m Sh im Wald die kleine Marien- oder Pöstlingberggrotte, neben der am talseitigen Wegrand eine angeblich heilkräftige Quelle (siehe auch Wasseranalyse im Abschnitt 4.3.2) hervorsprudelt. Es handelt sich dabei um eine höhlenkundlich zwar unbedeutende, als Andachtsstätte aber nach wie vor gerne besuchte Felskluft, die mit einigen aufwärts führenden Steinstufen und zahlreichen Devotionalien ausgestattet ist. Hinweistafel gibt es überraschenderweise keine – man hält sich vom 19er-Turm in annähernd nördlicher Richtung leicht schräg abwärts über die Mayrwiese und trifft unterhalb eines höher oben am Waldrand stehenden Bungalows auf einen deutlichen Weg, der direkt zur Grotte führt. Die zahlreichen kleinen Löcher im umgebenden Fels, die zu allerlei Spekulationen geführt haben, dürften eher durch natürliche Auswitterung von Einschlüssen entstanden sein. Es gibt offenbar nur ein

einziges echtes Bohrloch, das vermutlich auf die Sprengung eines hinderlichen Felsvorsprungs bei der Anlage des vorbeiführenden Weges zurückzuführen ist.

Als Rückweg vom Pöstlingberg ins Urfahrer Zentrum bieten sich neben einer Talfahrt mit der am 29. Mai 1898 eröffneten, in den letzten Jahren modernisierten Pöstlingbergbahn auch mehrere Wandermöglichkeiten an. Wer z. B. bereits bis zur oben beschriebenen Grotte abgestiegen ist, gelangt über den Kreuzweg, vorbei am derzeit dicht verwachsenen Befestigungsturm Nr. 20 (Cäcilia) sowie entlang des kurz unterhalb im Wald angelegten Soldatenfriedhofes zum 1897 bezugsfertigen Kollegium Petrinum, von dem man über die Knabenseminar- und Hauptstraße geradewegs zur Nibelungenbrücke kommt.

Direkt vom Gipfelbereich, etwa nach einem Besuch der Wallfahrtskirche oder einer Fahrt mit der Grottenbahn, bietet sich auch noch ein zweiter Kreuzweg an – jener in südwestlicher Richtung nach Unterpuchenu, wobei man die sehenswerte Ruine des Turmes Nr. 16 (Serafina) mit der Anschlussmauer passiert und bald danach beim Rehgraben die B127 erreicht. Der noch rund 2,5 km lange Rückmarsch nach Urfahr entlang der stark frequentierten Straße ist allerdings trotz eines Rad-/Gehweges nur wenig erbaulich, bietet aber immerhin manch aufschlussreichen Einblick in die Steilflanke der Urfahrwände, wie etwa kurz vor Erreichen der Rudolfstraße in den alten Steinbruch mit dem (wegen des dichten Bewuchses von der Straße aus nicht sichtbaren) Eingang 3 des Rudolfstollens. Da hier in absehbarer Zeit eine Großbaustelle (A26) entstehen wird, empfiehlt sich dann vielleicht doch eher eine Rückfahrt von Puchenu mit der Mühlkreisbahn oder dem Bus.

6.4 Der Urfahrer Brückenkopf und Alt-Urfahr-West

Um zum Rudolfstollen zu gelangen, wird man nach dem Überqueren der Donau auf der Nibelungenbrücke üblicherweise die nach Westen führende, überaus stark befahrene Rudolfstraße benutzen. Von der gleichnamigen Straßenbahn-Haltestelle beim Hinsenkampplatz¹² bzw. bereits von der Nibelungenbrücke aus lohnt sich aber zumindest ein kurzer informativer Blick auf die nördliche Uferverbauung. Die westliche Seite wird durch den nach Plänen des Wiener Architektenteams Falkner/Fürstler zwischen 1981 und 1985 errichteten, durch seine eigenwillige, die Horizontale stark betonende Fassadengliederung alles rundum beherrschenden Bau des Neuen Rathauses geprägt. Gleich nördlich

¹² Vor 1889 hieß er Pferdeisenbahnplatz, 1889 Schulplatz, 1910 Kaiserplatz. 1921 benannt nach dem Rechtsanwalt und Landtagsabgeordneten sowie letzten Urfahrer Bürgermeister Heinrich Hinsenkamp (1862-1934)

anschließend, zwischen Fiedler- und Rudolfstraße, steht ein aus dem Jahr 1939 stammender großer Gebäudekomplex mit auffälligen Arkaden im Erdgeschoß.

Am östlichen Brückenkopf erhebt sich das Ars Electronica Center. Es wurde 1996 eröffnet und anlässlich des Kulturhauptstadtjahres 2009 nach Osten hin erweitert, dahinter lugt die 1702 geweihte Urfahrer Pfarrkirche hervor.

Etwas weiter nördlich, an der Ecke Hauptstraße 12/Friedrichstraße, steht als letzter erhaltener Rest der donaunahen ostseitigen Hauptstraßenfront das denkmalgeschützte, 1898 vom Nähmaschinenfabrikanten Johann Jax in Auftrag gegebene viergeschossige Landgraf-Haus (Architekt Raimund Jeblinger). Seine rötliche, mit einer großen Herz-Jesu-Figur gekrönte Sichtziegelfassade und die abgestuften Dachgiebel machen es unverkennbar. Seit den späten 1970er-Jahren war das dort etablierte Café Landgraf Treffpunkt für die junge Linzer Kulturszene und somit ein echtes Trendlokal. Später wurden die darüber liegenden Wohnungen zu einem Hotel umgebaut.

Die Ost-West-Verkehrsachse Urfahrs verlief einst näher am Donaustrom entlang – von der Kirchengasse über das „Platz“ (dem einstigen Marktplatz, wo sich heute das Neue Rathaus befindet) zur Ottensheimer Straße im Westen. Letztere hieß seit dem 16. Jh. „Am Gries“, im 19. Jh. Alte Ottensheimer Straße, ab 1875 Maximilianstraße¹³, ihren jetzigen Namen erhielt sie erst 1921 (KRECZI 1951, S. 176). Dieser als „Alt-Urfahr“ bezeichnete Stadtteil weist zahlreiche denkmalgeschützte Bauwerke auf, darunter den bedeutenden Jugendstilbau der 1912 errichteten Weberschule (Webergasse 1) oder die südlich des Neuen Rathauses (Hauptstraße 1-5) an der Donau liegende (und schon von der Nibelungenbrücke¹⁴ aus auffällige), 1894 von Baumeister Josef Keplinger für den Fotografen Adolf Nunwarz (1868 – 1931) erbaute Villa Nunwarz (Obere Donaustraße 4/Fischergasse 13).

An ihrer Ostfassade befindet sich seit 1986 eine bescheidene Gedenktafel für den bekannten deutschen Schriftsteller Karl May, die aber meist gar nicht wahrgenommen wird, weil der unmittelbar angrenzende überdachte Teil eines Gastgartens den direkten Zutritt verhindert und der Text aus größerer Distanz nicht mehr lesbar ist. Der Zusammenhang zwischen May und dem Fotoatelier Nunwarz ergab sich zunächst durch Bilder, die der Linzer Amateurfotograf Alois Schießler (1866-1945) im Jahr 1896 von Karl May im Kostüm von Old Shatterhand und Kara Ben Nemsis aufgenommen hatte. Die Vertriebsrechte übertrug May dem Fotoatelier Nunwarz, doch kam es aufgrund des Verkaufs unsignierter Bilder, wodurch sich May betrogen sah, allmählich zu

Streitigkeiten. Am 9. Oktober 1902 wurden 101 Fotoplatten von den Vertragspartnern gemeinsam in der Donau versenkt.

Nachstehend der Tafeltext:

Karl May 1842-1912 besuchte hier seine Photographen Alois Schiesser, Franz Nunwarz [richtig wäre Adolf!]. American Express, L. Bota, 1986.

Das Medaillon mit dem Porträt von Karl May stammt von dem in Linz ansässigen Bildhauer László Bota (geb. am 13.10.1941 in Eger/Erlau, Ungarn).

6.5 Die Rudolfstraße

Bereits 1845 als Neue Ottensheimer Straße projektiert (seit 1875 bzw. neuerlich 1934 Rudolfstraße¹⁵), schloss damals das 1850 erbaute ehemalige Urfahrer Rathaus (Rudolfstraße 18) am nördlichen Rand des Bernaschekplatzes¹⁶ das verbaute Gebiet Urfahrs gegen Westen ab. Der kleine Park davor (unter dem sich ein 500 m² bzw. 1425 m³ umfassender Bunker befindet) wurde 1905 geschaffen, der Platz selbst wechselte, den verschiedenen politischen Strömungen folgend, mehrfach seinen Namen (ab ca. 1861 Neuer Marktplatz, 1875 Rudolfsplatz¹⁷, 1921 Weigunyplatz¹⁸, 1934 Starhembergplatz¹⁹, 1938 Franz-Foisner-Platz²⁰ und ab 1945 Bernaschekplatz). Am südlichen Rand des Parks erinnert seit 1988 ein Mahnmal an die Opfer des NS-Regimes.

Auch entlang der Rudolfstraße finden wir zahlreiche historisch bemerkenswerte Gebäude (siehe u. a. Österreichische Kunsttopographie Bd. LV, 1999, oder Schultes, o. Jg. (ca. 2011)). Genannt sei hier (abgesehen vom schon erwähnten alten Urfahrer Rathaus) lediglich die schon von weitem ins Auge springende Villa Sailer (Rudolfstraße 72) knapp oberhalb der Kreuzung mit der am 17. Oktober 1888 eröffneten Mühlgreisbahn, von der ein kurzer Fußgängerweg die Verbin-

¹³ Benannt nach Erzherzog Maximilian d'Este (1782-1863), dem Erbauer der Linzer Befestigungstürme.

¹⁴ Nibelungenbrücke erbaut 1938-40 als Nachfolgerin einer 1870-72 errichteten eisernen Brücke; zu Beginn des 16. Jhdts. löste eine 21-jochige Holzkonstruktion die einstige Überfuhr ab, Neubauten samt Verbreiterung erfolgten 1820 und 1830, Einsturz am 5.5.1868 bei einem Schiffsunglück.

¹⁵ Dazwischen ab 1921 Karl-Marx-Straße nach dem deutschen Philosophen und Politiker Karl Marx (1818-1883).

¹⁶ Benannt nach Richard Bernaschek (1888-1945), dem Führer des Republikanischen Schutzbundes in Oberösterreich und des Aufstandsversuches vom Februar 1934; er wurde 1945 im KZ Mauthausen ermordet.

¹⁷ Nach Kronprinz Erzherzog Rudolf (1858-1889).

¹⁸ Benannt nach dem sozialdemokratischen Gemeinderat und Reichsratsabgeordneten Anton Weiguny (1851-1914).

¹⁹ Nach dem Heimwehrführer Ernst Rüdiger Graf Starhemberg (1899-1956).

²⁰ 1938 benannt nach dem am 23.5.1936 in Unterwaldschlag (Gem. Oberneukirchen) erschossenen Franz Foisner, einem Angehörigen der nationalsozialistischen SA (Sturmabteilung).

dung zum unteren Ende der Berggasse herstellt. Das Gebäude mit seinem abgeflachten Mansardendach, das von einem umlaufenden schmiedeeisernen Gitter gekrönt ist, wurde 1897 von Ignaz Schenk für den Bauherrn Franz Sailer errichtet.

Kurz nach dem Überqueren der Gleise der Mühlkreisbahn erreicht man (gegenüber dem Haus Rudolfstraße 73) den versperrten Eingang 1 des Rudolfstollens, hinter dem sich ein vermutlich schon 1844 angelegter 17,5 Meter langer Kellerraum verbirgt; er dient heute dem Linzer Magistrat als Depot, seine abwechslungsreiche Geschichte wurde in die Rundgangbeschreibung integriert. Der Keller ist aufgrund einer im Vorfeld ehemals angesiedelten Großgaststätte („Poschacher Bierhalle“) eng mit der Poschacher Brauerei verbunden, und diese wiederum mit dem umtriebigen Rechtsanwalt Dr. Carl Beurle, durch dessen Initiativen letztlich auch der geistige Urvater der Pöstlingbergbahn, Josef Urbanski, übergeben wurde. Dazu ein paar Hinweise im nachstehenden Kapitel.

6.6 Die Poschacher Brauerei, Carl Beurle und Josef Urbanski

1836 gestaltete Franz Lehner, der letzte Braumeister des seit 1687 bestehenden Weißenwolff'schen Brauhauses am Freisitz zu Lustenfelden (im heutigen Linzer Kaplanhofviertel), sein hinter dem Scheuberhof liegendes Haus in eine Bierbrauerei um und verkaufte es schließlich an den Linzer Großkaufmann und Politiker Matthias Radler. 1854 gelangte der Betrieb in den Besitz von Josef Kaspar Poschacher (1826-1885), der Ende der 1850er-Jahre nicht nur einen neuen Eiskeller errichten ließ (durch Maurermeister Johann Rueff) sondern auch die Brauereien in Ebelsberg und Traun übernahm. Ende des 19. Jhdts. betrug die Jahresproduktion knapp 100.000 Hektoliter Bier. Im Jahr 1900 übernahmen Josef Poschacher jun. und Robert Weingärtner den Betrieb.

Mangels Erben wurde er an den Rechtsanwalt und deutschnationalen Abgeordneten Carl Beurle (1860–1919) veräußert (Beurle kaufte 1917 für die Burschenschaft Ostmark den Festungs- bzw. Anschlusssturm in St. Margarethen; vgl. auch „Linzer Tagespost“, 50 Jg., 7.4.1914/Nr. 64, S. 1+2). Aufgewachsen am väterlichen Gutsbesitz Großhof (Velký Dvůr) rund drei Kilometer südlich von Porlitz (heute Pohořelice) im einstigen Deutsch-Mähren (25 km südlich von Brünn, Tschechien), gründete Beurle nach seiner siebenjährigen Zeit als Konzipient in der Linzer Kanzlei Jäger 1890 ein eigenes Büro am Taubenmarkt. Carl Beurle spielte auch beim Bau der Pöstlingbergbahn und 1897 bei der Elektrifizierung der seit 1880 als Pferde-Tramway verkehrenden Linzer Straßenbahn eine wesentliche Rolle. Seine

Familie stammt ursprünglich aus Salzburg und führte in Augsburg eine Brauerei.

1904 wurde die Poschacher Brauerei von Beurle als Aktiengesellschaft neu gegründet, 1921 erfolgte (u. a. mit der Actienbrauerei) die Vereinigung zur Braubank AG, 1925 fusionierten alle Brauereien schließlich zur Brau AG. Der Brauereibetrieb in Linz wurde im Herbst 1981 eingestellt, am ehemaligen Standort der Poschacher Brauerei (Poschacherstraße 35) verblieben dann nur mehr die Unternehmenszentrale und ein Auslieferungslager. Die Poschachers waren bereits im 16. Jh. im Raum Lofer (Salzburg) als Bauern, Gastwirte und Lokalpolitiker aktiv. Der legendäre Leoganger Kirchenwirt Sebastian Poschacher (geb. 1746) hatte, wie berichtet wird, 27 Kinder. Über eine bayerische Linie kam Anton Poschacher (1812-1873) als Lebzelter nach Mauthausen. 1839 wurden dort die Poschacher Granitwerke gegründet. Sein Bruder Josef Kaspar erwarb 1854 die Brauerei Lustenfelden in Urfahr (siehe oben).

Josef Urbanski, am 26. Mai 1846 im galizischen Wadowiçe (heute Polen, zwischen Krakau und Bielsko) geboren, nahm 1889 eine Stelle als Ingenieur in der Betriebsleitung der Kremstalbahn in Linz an. Bereits zwei Jahre später quittierte er seinen Dienst, um künftig als selbständiger Techniker zu arbeiten. Am 14. September 1891 suchte Urbanski beim damals für Eisenbahnfragen zuständigen Handelsministerium um Bewilligung zur Aufnahme technischer Vorarbeiten für eine Zahnradbahn auf den Pöstlingberg an. Die zu dieser Zeit noch selbständigen Gemeinden Urfahr und Pöstlingberg standen der Initiative äußerst positiv gegenüber (es gab ja bisher nur steile unbefestigte Wege zum beliebten Wallfahrtsziel), es blieb jedoch bei einer bloß ideellen Unterstützung. Im Linzer Realschul-Professor Anton Stranik fand Urbanski schließlich einen wohlwollenden Gönner zur Finanzierung der Trassierungsarbeiten. Dennoch begann sich bereits eine gewisse Tragik abzuzeichnen. Um eine solide unternehmerische Basis für sein Zahnradbahnprojekt zu finden, wandte sich Urbanski 1893 an die Wiener Baufirma Ritschl & Co.; als Rechtsvertreter fungierte der allseits bestens vernetzte Politiker Dr. Carl Beurle, später Präsident der Tramway- und Elektrizitätsgesellschaft, und seinerseits, zusammen mit der Firma Ritschl, Mitglied eines „Consortiums zur Errichtung elektrischer Anlagen in Linz“. Obwohl Urbanski im Mai 1894 sein Projekt auf eine elektrische Adhäsionsbahn änderte, scheiterte er abermals. Für seine umfangreichen Planungsarbeiten wurde Urbanski von der Gemeinde Urfahr mit einem lächerlichen Betrag von 100 Gulden (der dem halben Monatsgehalt eines kleinen Beamten entsprach) abgespeist. Völlig enttäuscht verließ Urbanski 1897 Linz und verstarb 57-jährig 1903 in Wien.

Wie die „Linzer Tagespost“ berichtete, erfolgte die erste für die Allgemeinheit zugelassene Fahrt der Pöstlingbergbahn am Pfingstsonntag, dem 29. Mai 1898 (AGLAS 1989; HAGER 1997; Autorenkollektiv, 1999, S. 342-345 und S. 411). Die Talstation in der Landgutstraße, ein sehenswerter Fachwerkbau mit zwei Türmchen, beherbergt jetzt ein kleines Museum, die in den letzten Jahren modernisierte Bahn fährt nun bis zum Linzer Hauptplatz.

7 Zusammenfassung

Der Rudolfstollen in Urfahr, angelegt als Luftschutzanlage gegen Ende des Zweiten Weltkrieges am östlichen Ende der Urfahrwand, einem markanten Donaudurchbruch am Westrand von Linz, ist ein bemerkenswertes historisches, vor allem aber naturwissenschaftlich interessantes unterirdisches Objekt. Der über einen Kilometer lange Stollen ist ein Denkmal für einen dunklen Abschnitt der österreichischen Zeitgeschichte, bietet aber darüber hinaus durch die seit dieser Zeit gegebene, weitgehend unbeeinflusste Entwicklung die Möglichkeit, die „Rückeroberung“ eines künstlichen Objektes durch die Natur zu dokumentieren und die dabei entstehenden Phänomene zu untersuchen.

Anders als in vielen Stollen, wo der Verfall die dominierende Entwicklungsstufe darstellt, ist im Rudolfstollen – von ganz wenigen Stellen abgesehen – davon nicht viel zu bemerken. Vielmehr haben sich in den letzten Jahrzehnten in weiten Bereichen des Stollens durchaus ansehnliche Tropfsteine, ausgedehnte Sinterflächen und mannigfaltige Kleinformen von Speläothemen gebildet, die den Vergleich mit Karsthöhlen in den Alpen durchaus nicht zu scheuen brauchen.

Die Signifikanz dieser Sinterbildungen liegt aber weniger in ihrer Form oder Ästhetik als in ihrer Genese: Aufgrund der geologischen und hydrogeologischen Rahmenbedingungen sowie der vorliegenden Untersuchungsergebnisse liegt im Rudolfstollen nicht der klassische Mechanismus der Tropfsteinbildung (Kalklösung durch CO₂-hältige Sickerwässer und Wiederausscheidung des Kalkes im Höhlenraum) zugrunde, sondern eine in dieser Form in Österreich noch nicht beobachtete intensive Verwitterung von Ca-reichen Feldspäten des Muttergesteines (Perlgneis) und Wiederausfällung des Karbonates nach Abpufferung der Sickerwässer vor Erreichen des Stollenbereichs. Dieses letztgenannte, wichtige Kriterium wird nach dem hydrogeologischen Befund durch eine zeitlich und räumlich überraschend lange unterirdische Fließstrecke, ausgehend von höher gelegenen Abschnitten des Pöstlingberggebietes erreicht. Die direkte Versickerung spielt im Gegensatz dazu im Rudolfstollen keine maßgebliche Rolle. Die Bildungsgeschwindigkeit der Sinterflächen und Tropfsteine übertrifft dabei jene in den alpinen Karsthöhlen um ein Vielfaches.

Im Gegensatz zu den östlichen und mittleren Gangabschnitten dominieren im westlichen Stollenbereich zunehmend braune bis schwärzliche Sinterüberzüge sowie schwarze, meist dünne und bis 10 cm lange Tropfröhrchen. Das hier vergleichsweise sehr langsam abtropfende Sickerwasser ist extrem sauer (pH 2,6), sein Chemismus deutet auf sehr lokale, jedoch massive Verwitterung von Pyrit hin, bei der eine Mobilisierung von Eisen und Mangan, aber auch verschiedener Schwermetalle sowie vor allem von Aluminium erfolgt.

Eine weitere Besonderheit des Rudolfstollens ist das Vorkommen der in Österreich bisher sehr selten beobachteten „Wurzelstalagmiten“ – Haarwurzelgeflechte, die ausgehend von eindringenden Bodenwurzeln in eingangsnahen Bereichen von Höhlen und Stollen dem Tropfwasser entgegen wachsen. Insgesamt sind in Österreich derzeit gerade einmal zehn Standorte bekannt, der Rudolfstollen war das zweite in Österreich dokumentierte Vorkommen. Die Veränderungen der Wurzelstalagmiten hängen dabei stets mit dem variablen Wasserangebot – etwa durch Verlegung oder Ausfallen von Tropfstellen – zusammen. So war vom Zeitpunkt der Entdeckung (2007) bis etwa 2011 ein stetes Wachstum des ursprünglichen, ersten Wurzelstalagmiten bis zu einer Höhe von 8 cm sowie die Ausbildung einiger neuer, mitunter exotisch wirkender Exemplare zu beobachten, seit 2012 ist fast durchwegs eine markante Degenerationsphase zu bemerken.

Die auf den ersten Blick unspektakuläre Tierwelt des Rudolfstollens ist indessen erstaunlich vielfältig: Es konnten insgesamt 74 Taxa nachgewiesen werden, wobei naturgemäß echte Trogllobionten bislang fehlen.

Die – sowohl zeitlich als auch räumlich – über weite Bereiche des Rudolfstollens gegebene Ausgeglichenheit des Stollenklimas ist in den günstigen morphologischen und hydrogeologischen Randbedingungen, aber auch in den weitgehend dichten Absperrungen begründet. Nicht zuletzt aus diesem Grund sind neben der gegenwärtigen Verwendung – als wertvolles „Untertagelabor“ – auch andere Nutzungsoptionen (Tourismus, „Wellness“/Speläotherapie) zumindest denkbar.

8 Summary

The Rudolfstollen, an air raid shelter tunnel in Urfahr, was dug into the rocks (Urfahrwand) of a distinctive Danube gap at the western margin of the city of Linz almost at the end of World War II. It is a remarkable, historically but above all scientifically interesting subterranean object. The tunnel is more than one kilometre long and marks a dark chapter of Austria's recent history. Yet, after decades of undisturbed development without interference by man, Rudolfstollen offers us the opportunity to study the “recapture” of an artificial object by nature and the phenomena involved. As

opposed to many similar tunnels, where decay is the predominant stage of development, very few traces of decay can be found in the Rudolfstollen. On the other hand, during the last decades vast parts of the tunnels have become decorated by respectable dripstones, large flowstone covered surfaces and a variety of smaller speleothems that stand up to any comparison with the alpine karst caves.

But all these speleothems owe their significance less to their forms or beauty than to their genesis: According to the geological and hydrogeological set-up and the present results of investigations, speleothem development in the Rudolfstollen is not based on the classic mechanism of limestone dissolution by CO_2 -rich seepage water and precipitation of CaCO_3 in the cavity but on an intensive weathering of Ca-rich feldspars of the bedrock (“pearl gneiss”) and precipitation of the carbonate after buffering of the seepage waters before the tunnel is reached. This phenomenon has not been recorded in Austria so far. According to the hydrogeological findings, the last of the above mentioned criteria is due to the flowing distance of underground water from the higher parts of the Pöstlingberg area to the Rudolfstollen – a distance surprisingly long in terms of time and space. Direct drainage, however, does not play an important part. The growth rate of the speleothems is many times higher than that of alpine karst caves.

Unlike the eastern and central parts of the tunnel, the western part is rather dominated by brown and blackish flowstones as well as black, usually thin, up to 10 cm long tubular stalactites (straws). Here the extremely acidic (pH 2.6) seepage water is dripping off very slowly, its chemistry indicating a locally restricted but intense weathering of pyrite that induces a mobilisation of iron and manganese as well as of various heavy metals, and – above all – aluminium.

Another one of Rudolfstollen’s special features is the occurrence of “root stalagmites”, meshes of hair roots which grow from intruding roots upwards aiming towards the dripping water in cavities close to the entrance. There are only ten such sites known in Austria so far, and Rudolfstollen was the second one to be documented. Shape and activity of root stalagmites change with varying water supply, e.g. when water stops dripping or starts dripping from another point. From the discovery (2007) until 2011 the first root stalagmite grew steadily to 8 cm of height, and new, somewhat exotic looking specimens developed; since 2012, however, most of them have been degrading.

The fauna of the Rudolfstollen seems unspectacular at first sight but shows remarkable variation: 74 taxa have been identified so far, but, as might be expected, no troglobionts.

The subterranean climate is well balanced in most parts of the tunnel in terms of time and space due to the favourable morphological and geological framework and also due to the mostly tight shut-off. Not least because of this, apart from now being used as a valuable “underground laboratory”, the Rudolfstollen may well serve other purposes, e.g. tourism or health/speleotherapy.

9 Danksagungen

Einer ganzen Reihe von Fachkollegen und Höhlenforschern, die uns bei verschiedenen Fragestellungen stets unentgeltlich unterstützt bzw. Spezialuntersuchungen durchgeführt haben, möchten wir an dieser Stelle unseren herzlichen Dank aussprechen:

Gottfried BUCHEGGER, Linz (Kartengrundlagen), Fridolin CECH, Wien (Geländearbeiten), Erhard CHRISTIAN, Univ. f. Bodenkultur, Wien (Bestimmung Collemboles), Erna EICHBAUER, Linz (Geländearbeiten), Mebus A. GEYH, Winsen/Aller, D (Beratung ^{14}C -Interpretation), Vera HAMMER, NHM-Wien (Röntgenographische Untersuchungen), Martin KRÁLIK, Univ. Wien (Beratung Wasserisotope), Christoph MAIS, Wien (Geländearbeiten), Karl MAIS †, KHA-NHM-Wien (Geländearbeiten), Pauline OBERENDER, KHA-NHM-Wien (Planbeilage), Christa PFARR, KHA-NHM-Wien (Geländearbeiten, Übersetzung, Korrekturen), Theo PFARR, LVHK Wien/NÖ (Geländearbeiten), Helmut SATTMANN, NHM-Wien (Bestimmung Gastropoden), Christoph SPÖTL, Univ. Innsbruck (Stabile Isotope Wasser / Sinter), Juan Ramón VIDAL ROMANÍ, Univ. La Coruña, E (Mineraluntersuchungen).

Dem Magistrat der Stadt Linz danken wir für die Forschungserlaubnis und die Möglichkeit der Einsichtnahme in historische Unterlagen.

10 Literatur und Medien

10.1 Literatur

- ANONYM (1976): Stollensysteme in Linz. — In: Naturkunde-Chronik der Stadt Linz: 1975. Naturkundl. Jahrb. Stadt Linz **22**: 153-171.
- ANONYM (2000): Hydrographisches Jahrbuch für Österreich. — Hydrographisches Zentralbüro, Wien.
- ANONYM (2003): Hydrologischer Atlas für Österreich. — Bundesministerium f. Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien.
- BENGESSER R. & R. PAVUZA (2004): Zum Stand der Speläotherapie in Österreich. — Die Höhle (Wien) **55** (1-4): 43-49. http://www.zobodat.at/pdf/Hoehle_055_0043-0049.pdf
- BERKA R., KATZLBERER C., PHILIPITSCH R. SCHUBERT G., KORNER M., LANDSTETTER C., MOTSCHKA K., PIRKL H., GRATH J., DRAXLER A. & T. HÖRHAN (2014): Erläuterungen zur geologischen Themenkarte Radionuklide in den Grundwässern, Gesteinen und Bachsedimenten Österreichs 1:500.000. — Wien (Geol. Bundesanstalt). https://www.bmlfuw.gv.at/dam/jcr:e2276e96-03c5-4589-81f3-42d2edac564e/Erlaeuterungsband_Karte%20Radionuklide.pdf
- BRÜCKLER T. (1999): Stollenanlagen. — In: Österr. Kunsttopographie, Bd. **LX**, III. Teil, S. 569-571. Hrsg.: Bundesdenkmalamt, Verlag Berger, Horn, 649 S., ISBN 3-85028-301-1.
- CHRISTIAN E. (1997): Die wirbellosen Tiere der Hermannshöhle bei Kirchberg am Wechsel, Niederösterreich. — In: HARTMANN, H., HARTMANN, W. & H. MRKOS (Hrsg.), Die Hermannshöhle in Niederösterreich, Wissensch. Beihefte zur Zeitschrift „Die Höhle“ **50**: 205-224, Wien.
- FINGER F., DOBLMAYR P. & E. REITER (2005): Bericht 2004 über petrographische und geochemische Untersuchungen an den „Perlgneisen“ im Kristallin der Böhmisches Masse auf Blatt 32 Linz. — Jb.Geol.B.-A., **145** (3-4): 365-367. https://opac.geologie.ac.at/wwwopacx/wwwopac.ashx?command=getcontent&server=images&value=JB1453_365_A.pdf
- FRITSCH E. (2002): Gespenster und Hexen im Rudolfstollen. — In: Mitt. d. Landesvereins für Höhlenkunde in Oberösterreich, **48**. Jg., 2002/1 (Gesamtfolge 108), S. 49-52. http://www.zobodat.at/pdf/MittVerHoehlenOOe_108_2002_0001-0066.pdf
- FRITSCH E., GREGER W. & R. PAVUZA (2011): Das „Untertaglabor“ Rudolfstollen in Linz. — Höhlenkundl. Vereinsnformation (Hallstatt-Obertraun), **27**: 53-55. http://www.land-oberoesterreich.gv.at/files/naturschutz_db/zeitschrift%202011-72dpi-maximal.pdf
- FUCHS G. & O. THIELE (1968): Erläuterungen zur Übersichtskarte des Kristallins im westlichen Mühlviertel und im Sauwald, Oberösterreich. — Geologische Bundesanstalt. https://opac.geologie.ac.at/wwwopacx/wwwopac.ashx?command=getcontent&server=images&value=Muehlviertel_Sauwald.pdf
- HARTL A., GRAFETSTAETTER C., PROSSEGGER J., HAHNE P., BRAUNSCHMID H. & M. WINKLMAYR (2013): „Health effects of alpine waterfalls“. — 5th Symposium for Research in Protected Areas, 10.-12.06.2013, Mittersill, Conf.Vol. p. 265 – 268. http://www.zobodat.at/pdf/NP-Hohe-Tauern-Conference_5_0265-0268.pdf
- HÖLTING B. (1984): Hydrogeologie. — Stuttgart (Enke).
- HUBER S. & P. HUBER (1977): Mineralienfundstellen Band **8**, Oberösterreich, Niederösterreich und Burgenland. — München (C. Weise) und Wien (Pinguin), 270 S.
- HAMMERMANN G. (2002): Zwangsarbeit für den „Verbündeten“. Die Arbeits- und Lebensbedingungen der italienischen Militärinternierten in Deutschland 1943-1945. — Max Niemeyer Verlag, Tübingen, ISBN 3-484-82099-3; X, 719 S.
- KAAR G. & R. PÖTZELBERGER. (o. Jg., ca. 1990): 500 Jahre gastronomisches Linz. — (Verzeichnis der „Linzer Gastronomiebetriebe der Vergangenheit“, vgl. S. 93). Hrsg. Manfred Grubauer. — In: Komm. Rud.-Trauner-Verlag, Linz, 124 S., ISBN 3-85320-522-4.
- KECK E. (Red. 2008): Höhlen und Stollen im Burgenland. — Wiss. Arbeiten aus dem Burgenland **122** = Wiss. Beih. z. Zeitschr. „Die Höhle“ **55**.
- KLITTA G. (1965): Die Geschichte der Tonwarenfabrik Schwandorf in Bayern, 1865-1965. — o. O. [Schwandorf].
- KOHL H. (2000): Das Eiszeitalter in Oberösterreich — Abriss einer Quartärgeologie von Oberösterreich.- Schriftenreihe OÖ Musealverein-Ges. f. Landeskunde **17**, 487 S.
- KRALIK M. (2015): How to Estimate Mean Residence Times of Groundwater. — Procedia Earth and Planetary Science, **13** (2015): 301–306. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1878522015002131>
- KUTSCHERA R. (1966): Die Fliegerangriffe auf Linz im zweiten Weltkrieg. — In: Histor. Jb. d. Stadt Linz, 1966, S. 199-348 (vgl. S. 327-330). (Hrsg) Archiv d. Stadt Linz, 1967.
- KUTZER E.M. (2004): Die Tonwarenfabrik in Schwandorf mit ihren Zweigwerken in Wiesau und Pirkensee. — In: Steingut – Geschirr aus der Oberpfalz, S. 57-76, Begleitband zu sieben Ausstellungen in sieben Museen der Oberpfalz, Deutscher Kunstverlag München/Berlin, ISBN 3-422-06484-2.
- LINNER M. (2004): Bericht 2004 über geologische Aufnahmen im Donautal auf Blatt 32 Linz. — Jb.Geol.B.-A., **144** (3-4): 308-312.
- MAYRHOFFER F. (1980, 2. Aufl. 1989): Linz in alten Fotografien. — Europ. Bibliothek, Die Damals-Reihe, Zaltbommel/NL, ISBN 90-288-0914-7 (vgl. Abb. 95).
- MULEZ J., KOŽELJ A., BATAGELJ E., VAUPOTI J. & J. WALOCHNIK (2014): Microbiological indicators for monitoring tourist use of Postojnska jama, Slovenia. — In: „Karst & Microorganisms“, 22nd Int. Karstological School, Program Guide & Abstracts, Postojna 2014, p. 40.
- PAVUZA R. & H. TRAINDL (1984): Gedanken zur Grundwassertemperatur. — Karst-Bull. **7**: 5-10.
- PAVUZA R. & H. TRAINDL (1985): Vertikale Abfolgen in Grund- und Karstwasser – einige kurze Beispiele aus Österreich. — Karst-Bull. **10**: 10-19.
- PAVUZA R. & C. PFARR (2008): Wurzelstalagmit in einem künstlichen Raum — Root stalagmite in an artificial cavity. — Newsletter UIS-Comm Pseudokarst, **18**: 10-11. http://www.pub.zih.tu-dresden.de/~simmert/pkarst/08_newsletter/newsletter_018.pdf
- PAVUZA R. (2011): A short treatise on Austrian Pseudokarst-Speleothems. — Proc. 11th Int. Symp. Pseudokarst, Saupsdorf (D), 2010, 83-90. http://www.pub.zih.tu-dresden.de/~simmert/pkarst/09_publications/symp11_proceedings.pdf

- PAVUZA R. & P. CECH (2013): Wurzelstalagmiten in Österreich – ein Statusbericht. — Die Höhle (Wien), **64** (1-4): 25-31.
- REIB F. & PUFFER E. (1987): So sah ich meine Heimatstadt. — In: Histor. Jb. d. Stadt Linz 1987, S. 145-180 (vgl. S. 171). Hrsg.: Archiv d. Stadt Linz, 1988.
- SCHUBART O. (1934): Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile, 28. Teil, Tausendfüßler oder Myriapoda I: Diplopoda. — Verlag Gustav Fischer, Jena.
- SONNLEITNER A. (1989): Unser Urfahr in den zwanziger Jahren, erlebt – erzählt. — Bibliothek der Provinz, Weitra, ISBN 3 900878 32 2.
- STROBL G. (2014): Bomben auf Oberdonau. — Oberösterreich in der Zeit des Nationalsozialismus **13**, 438 S., Hrsg.: OÖ. Landesarchiv Linz, ISBN 978-3-902801-15-9.
- STROUHAL H. & J. VORNATSCHEK (1975): Katalog der rezenten Höhlentiere Österreichs. — Wissensch. Beihefte zur Zeitschrift „Die Höhle“ **24**, Verband österr. Höhlenforscher, Wien. http://www.zobodat.at/stable/pdf/Die-Hoehle-Beihefte_24_1974_0001-0147.pdf
- VOLKMER M. (2012): Radioaktivität und Strahlenschutz. — Dt. Atomforum, 98 Seiten.
- WEBER D. (Hrsg., 2013): Die Höhlenfauna Luxemburgs. — Ferantia **69**, Musée national d'histoire naturelle, Luxembourg. 420 S. (vgl. S. 203).

10.2 Kurze Literaturverweise und sonstige Medien

- ASFINAG (2013): A 26 aktuell – Bürgerinformation (August 2013): Das Umweltgutachten zur A 26 Linzer Autobahn ist fertig (Übersichtskarte und Zeitplan).
- ASTL, NS-Zeit, Sch B29, Kostenvoranschlag der Baufirma Dipl.-Ing. Ernst Hamberger.
- FRITSCH E. (2009): Erdstallforschung und künstliche Objekte. — Mitteilungen des Landesvereins für Höhlenkunde in Oberösterreich **55** (1), Gesamtfolge **115**: 5.
- FRITSCH E. (2011): Bericht Katasterwart. — Mitt. Landesverein f. Höhlenkunde in Oberösterreich **57** (1), Gesamtfolge **117**: 5.
- FRITSCH E. (2013): Bericht Katasterwart. — Mitteilungen des Landesvereins für Höhlenkunde in Oberösterreich **59** (1), Gesamtfolge **119**: 10.
- GREGER W. (2011): Rudolfstollen (Linz), Dokumentation von 2006-2011. — Fotobuch, mit Begleittext und zahlreichen Fotos von: Thaler H., Fritsch E., Pavuza R., Greger W., Archiv der KHA-NHM-Wien.
- PRÖLL E. (2009): Universum-Sendung „Linz lebt“, Sendetermin: 7.4.2009 (52 min) — ORF, Projekt für „Linz 2009 Kulturhauptstadt Europas“: ca. 4 min. Beitrag über den Rudolfstollen.
- WEICHENBERGER J. (2010): Erdstallforschung und künstliche Objekte 2013. — Mitteilungen des Landesvereins für Höhlenkunde in Oberösterreich **56** (1), Gesamtfolge **116**: 5.
- WEICHENBERGER J. (2013): Künstliche Höhlen u. Erdstallforschung. — Mitteilungen des Landesvereins für Höhlenkunde in Oberösterreich **59** (1), Gesamtfolge **119**: 16.
- WEICHENBERGER J. & E. FRITSCH (2014): Erdstallforschung und andere künstliche Höhlen 2013. Mitteilungen des Landesvereins für Höhlenkunde in Oberösterreich **60** (1), Gesamtfolge **120**: 48, 1 Abb.

Im Text verwendete Abkürzungen

- AstL Archiv der Stadt Linz
- BIG Bundesimmobiliengesellschaft
- LVH Landesverein für Höhlenkunde (in Oberösterreich)
- KHA-NHM Karst- und höhlenkundliche Arbeitsgruppe, Naturhistorisches Museum Wien
- MP Markierungspunkt

Anschriften der Verfasser:

- Erhard FRITSCH
Wiener Straße 339
A-4030 Linz, Austria
E-Mail: erhard.fritsch@gmx.at
- Walter GREGER
Schottweg 14
A-4030 Linz, Austria
E-Mail: walter.greger@liwest.at
- Ing. Dr. Rudolf PAVUZA
Karst- und höhlenkundliche AG
Naturhistorisches Museum Wien
Museumsplatz 1/10
A-1070 Wien, Austria
E-Mail: rudolf.pavuza@nhm-wien.ac.at
- Heiner THALER
Schachnersiedlung 128
A-4441 Behamberg, Austria
E-Mail: heiner.thaler@gmx.at
- Mag. Dr. Petra CECH
Krottenbachstrasse 27/12
A-1190 Wien, Austria
E-Mail: p.m.cech@gmx.at

Abb. 141: Der amtierende Bürgermeister der Stadt Linz, Klaus Luger (3.v.r.), besucht am 13.10.2014 gemeinsam mit der Forschergruppe den Rudolfstollen. (Foto: B. Wagner, Stadtkommunikation Linz).



Abb. 142: In einem der sinterreichsten Gangabschnitte im nordwestlichen Stollenbereich (MP 6A-5A) mit weißen Wand- und Bodensinterbildungen sowie Tropfröhrchen. (Foto: H. Thaler).





Abb. 143: Im nördlichsten Teil (MP 3E) der Stollenanlage war es aus statischen Gründen erforderlich, eine Gewölbeausmauerung mittels Ziegel durchzuführen. (Foto: H. Thaler).



Abb. 144: Im sogenannten „Sinterkammer“ am Ende des Ganges 5, der ursprünglich nach einem der unzähligen Ausbaupläne (siehe Abb. 2) eine Verbindung zu den fiktiven (rote Einfärbung) Gangkreuzungen MP 4D und weiter zu MP 3D erhalten sollte. (Foto: H. Thaler).

Abb. 145: Eine für den Rudolfstollen typische Häufung von Sinterröhrchen im Bereich MP 5A. (Foto: R. Pavuza).



Abb. 146: Sinterfahne im Bereich MP 5A. (Foto: R. Pavuza).





Abb. 147:
Kurzlebiges Pilzmyzel
unbekannter
Provenienz bei MP 6 –
MP 6A, Höhe ca. 3 cm.
(Foto: H. Thaler).



Abb. 148: Nicht leicht
auf dem weißen
Wandhintergrund zu
erkennen sind die
ebenfalls weißen und
zarten Aragonit-
Ausblühungen
beiderseits des
Türrahmens bei MP 5.
Der hier gezeigte
Bildausschnitt beträgt
ca. 7x4 cm.
(Foto: H. Thaler).

Abb. 149: Im nordöstlichsten Stollenbereich sind neben den zahlreichen Tropfröhren unter anderem auch exotische Excentriques (Bildhöhe 2 cm) zu finden. (Foto: H. Thaler).



Abb. 150: Verpilzte Spinne im Eingangsbereich des Eingangs 2. (Foto: H. Thaler).





Abb. 151: Mangan- und eisenoxidhaltige Sinterröhrchen kommen nur im westlichen Stollenbereich vor und können eine Länge von ca. 18 cm erreichen. (Foto: H. Thaler).



Abb. 152: Einer der Bereiche mit zahlreichen dünnen, maximal 1 bis 2 mm messenden Kalkhäutchen im Abflussgerinne des Hauptganges in Richtung Eingang 3. Diese sinken später bei zu hoch werdendem Eigengewicht auf den Boden des Stollengerinnes ab, Bildausschnitt ca. 30x20 cm. (Foto: H. Thaler).

Abb. 153:
Sinterperlen im
Sinterkammerl. Viele
davon bilden sich um
Kieselsteinchen, die
aus dem 1978/79
eingebrachten
Kiesboden stammen,
Bildausschnitt
ca. 8x5 cm
(Foto: H. Thaler).



Abb. 154:
„Schlammvulkane“ im
Bereich MP 6, aus
hochgedrücktem
Wasser im Sediment
fällt dabei
hauptsächlich
wasserhaltiges Fe-
Hydroxid aus,
Bildausschnitt
30x20 cm.
(Foto: H. Thaler).

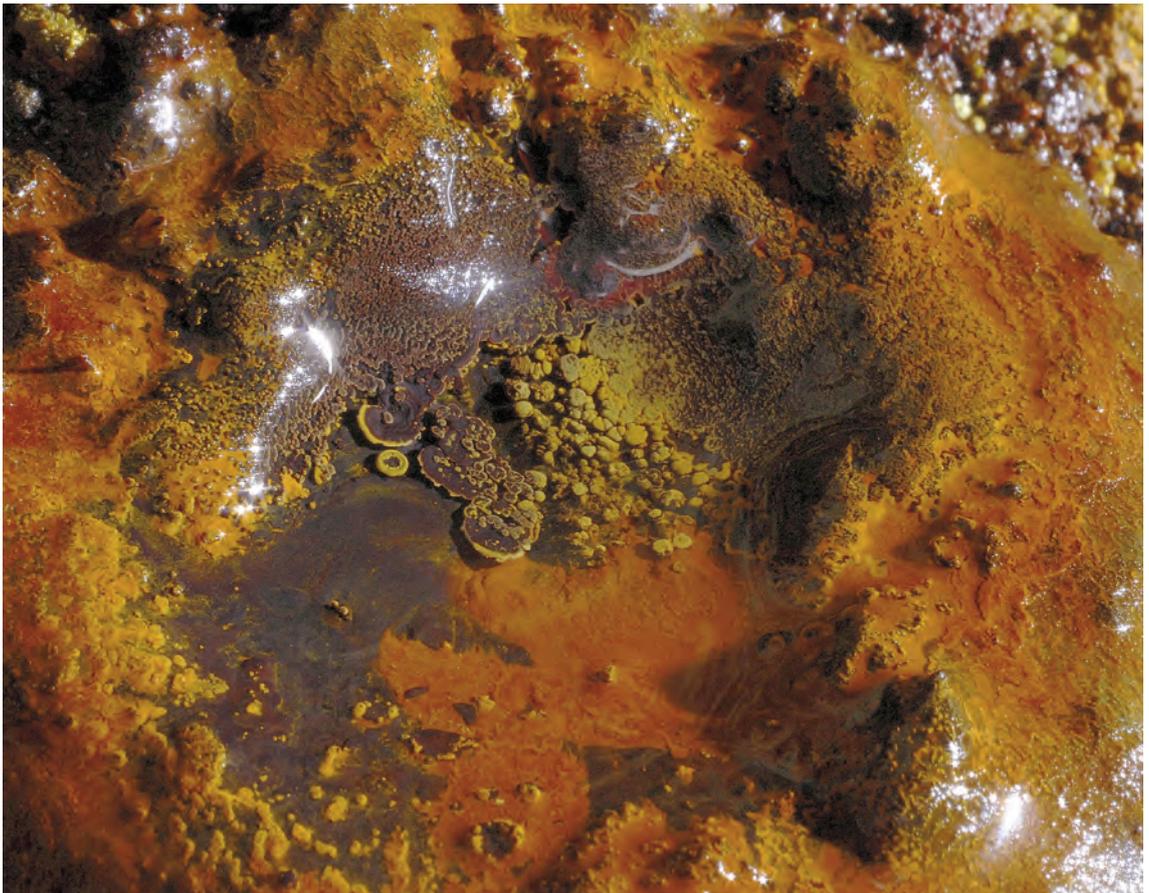




Abb. 155: Diese Calcit-Anwachs-bereiche haben sich an der Oberfläche von Sinterbecken gebildet, die in der Zwischenzeit durch Verlegung der Tropfstellen vielfach trockengefallen sind, Bereich MP 5 – MP 5A, Bildausschnitt 8x5 cm. (Foto: H. Thaler).



Abb. 156: Mit *Beauveria* sp. – einem Schlauchpilz – verpilzte Spinne, in der Nähe des Ausganges 3. (Foto: E. Fritsch).

Abb. 157: Der Bildausschnitt zeigt eine Massensammlung von Asseln im Eingang 1 (Keller) am 22.7.2015. (Foto: E. Fritsch).



Abb. 158: Ein *Lithobius forficatus* (Steinläufer, Größe ca. 2,5 bis 3 cm) nördlich des Einganges 2, unterhalb des heute verschlossenen Lüftungsschachtes. (Foto: E. Fritsch).





Abb. 159: Der Tausendfüßer *Proteroiulus fuscus* (Größe ca. 1 bis 1,5 cm) ist bei MP 1A an einem vermorschten hölzernen Türstock in sehr variabler Individuenzahl anzutreffen. (Foto: H. Thaler).



Abb. 160: Im nordöstlichen Stollenbereich finden sich etliche, stets nur Millimeter bis wenige Zentimeter große, jedoch exotisch anmutende „Speleo-theme“, das hier abgebildete hat eine Länge von 3,5 cm. (Foto: H. Thaler).

Abb. 161: Beim Eingang 2 konnte – ein einziges Mal am 22.11.2012 – an der Gewölbeausmauerung ein nicht näher identifizierbarer, millimetergroßer organischer Schleimtropfen, der von Köpfenschimmel besetzt war, beobachtet werden. (Foto: H. Thaler).

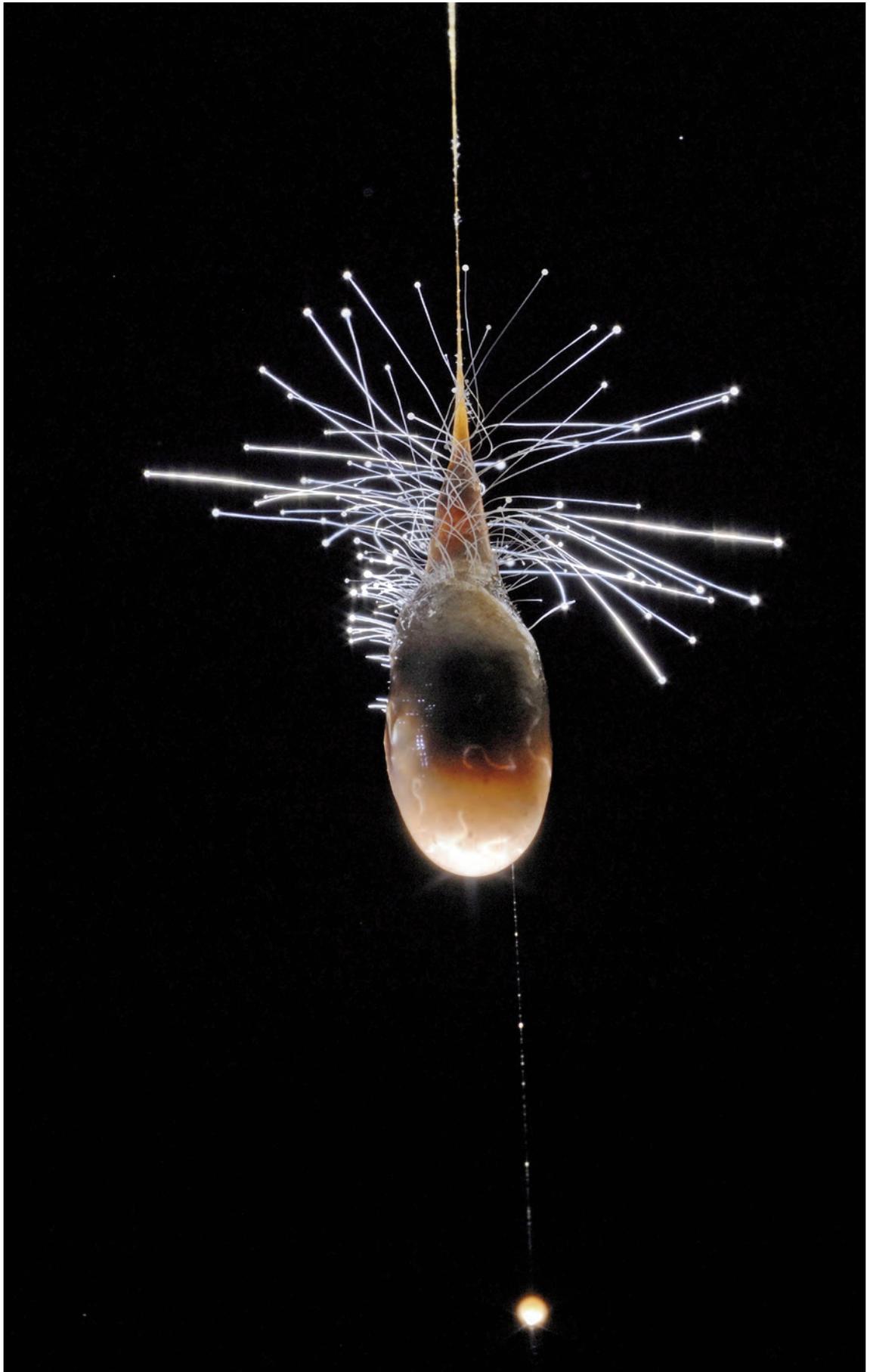




Abb. 162: Im abgemauerten ehemaligen Notausstieg zu Eingang 3 entwickelten sich mehrere Wurzelstalagmiten, die ein maximale Höhe von ca. 8 cm erreichten. (Foto: H. Thaler).

Abb. 163: Wassertropfeneinschlag (ca. 4 cm Durchmesser) in einem kleinen, mit versinterter Kieselsteinen gefüllten Bodensinterbecken nahe MP 2. (Foto: R. Pavuza).



Abb. 164: Sinterröhrchen (ca. 5 mm Durchmesser) im nordöstlichen Stollenbereich. Die nach unten mit dem Tropfen wachsenden Calcitkristalle sind gut zu erkennen, die hellbraune Farbe ist durch Spuren von Eisen bedingt. (Foto: H. Thaler).





Abb. 165: Das Fotografenteam Heiner Thaler (li.) und Walter Greger bei der Bilddokumentation im Rudolfstollen in Vorbereitung zur Abb. 32. (Foto: R. Pavuza).

RUDOLFSTOLLEN

Kat.-Nr. 6843/2 k

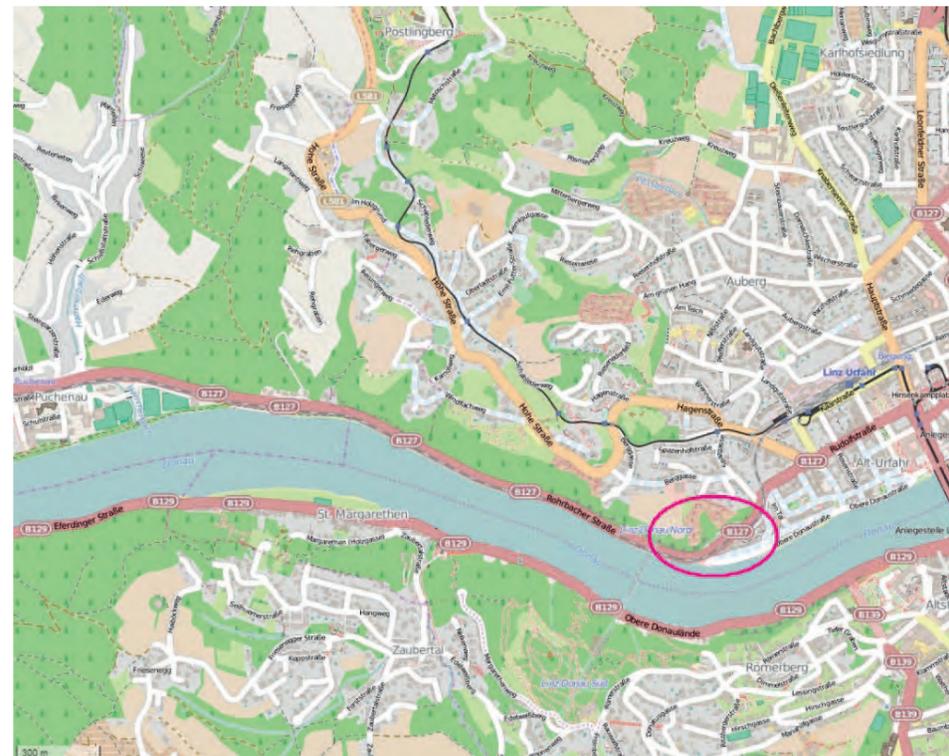
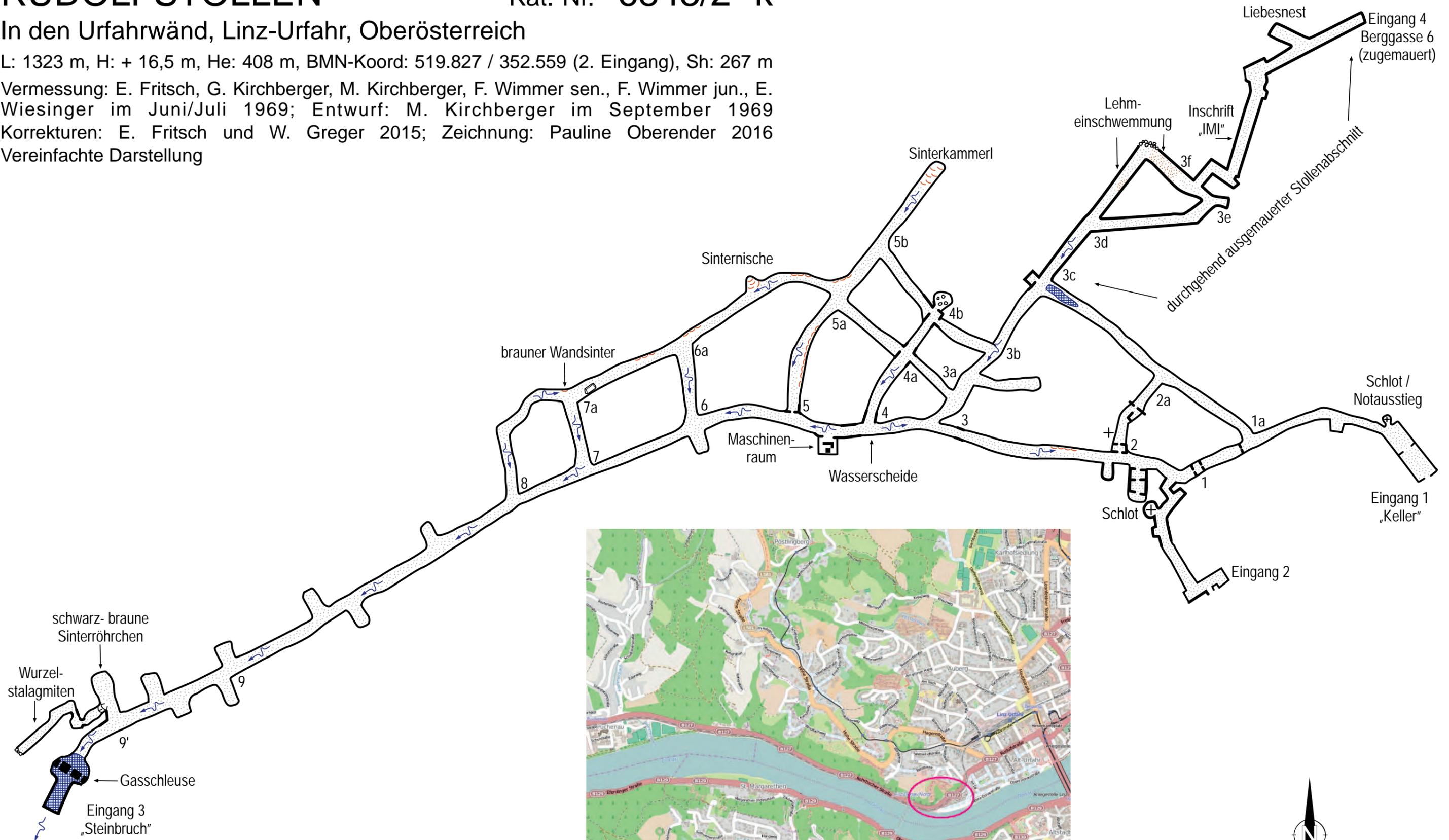
In den Urfahrwänd, Linz-Urfahr, Oberösterreich

L: 1323 m, H: + 16,5 m, He: 408 m, BMN-Koord: 519.827 / 352.559 (2. Eingang), Sh: 267 m

Vermessung: E. Fritsch, G. Kirchberger, M. Kirchberger, F. Wimmer sen., F. Wimmer jun., E. Wiesinger im Juni/Juli 1969; Entwurf: M. Kirchberger im September 1969

Korrekturen: E. Fritsch und W. Greger 2015; Zeichnung: Pauline Oberender 2016

Vereinfachte Darstellung



Lage des Rudolfstollen. (Kartengrundlage: Open Street Map)

