

# Die Tropfstein- und Wasserhöhle „Dimnice“ (Rauchgrotte) bei Markovsina in Istrien (Österreich)

Von G. And. Perko (Grottensekretär in Adelsberg, Krain)

(Mit 6 Textfiguren.)

Während meiner 12. und 13. Höhlenexpedition (1904/1905) erforschte ich hauptsächlich die Talebene von Materia in Nord-Istrien, welche ein wahres Dorado für die Höhlenkunde ist (siehe Fig. 1)<sup>1)</sup>. Gleich bei der Bahnstation Herpelje-Kozina wurden drei tiefe Schlundhöhlen und eine leicht zugängliche Felshöhle (Pečina)<sup>2)</sup> untersucht; in der Umgebung von Tublje ist ein 104 m tiefer Korrosionsschacht, ein breites Taubenloch (Golubina) und eine sehr enge Schlundspalte angefahren worden. Auf dem Sattel zwischen den Kesseltälern von Bresovica und Odolina liegen mehrere kleinere Höhlen, von denen die Eulengrotte, die Felshöhle von Tabor und auch jene von Bresovica neolithische Ansiedlungen enthalten. Die Grotte von Pavsane wird als Eisgrube

---

<sup>1)</sup> Nach G. And. Perko. Alle angeführten Höhlen sind vom Verfasser erforscht und geodätisch aufgenommen worden.

<sup>2)</sup> Felshöhlen (slaw. Pečine) nennt der Karstforscher solche, die sich durch leichte Zugänglichkeit und Geräumigkeit, vor allem aber durch ihre eigenartigen Lehmeinlagerungen und prähistorischen (neolithischen) Ansiedlungen charakterisieren. Lehm ist in größeren oder kleineren Mengen allen Karsthöhlen eingelagert. Er ist eine analoge Bildung wie die Roterde (Terra rossa) der Karstmulden, nämlich die unlösliche Asche der durch die korrodierende Kraft des Wassers zersetzten Kalke. In den großen Tropfsteinhöhlen sind die gleichförmigen Hauptmassen des Höhlenlehmes in der Regel von Sinterbildungen überlagert. Dasselbe ist auch in den Felsenhöhlen der Fall, nur zeigt hier der Lehm eine deutliche Schichtung und ist schon bei der oberflächlichen Betrachtung als Schwemmprodukt, also auf sekundärer Lagerstätte, erkennbar. Da nun besonders dieser Schwemmlehm durch seinen Gehalt neolithischer Artefakte typische Schichtenfolgen aufweist, so lassen sich leicht wertvolle anthropologische Forschungen anstellen und diese wieder leicht mit geologischen Erscheinungen in Zusammenhang bringen.

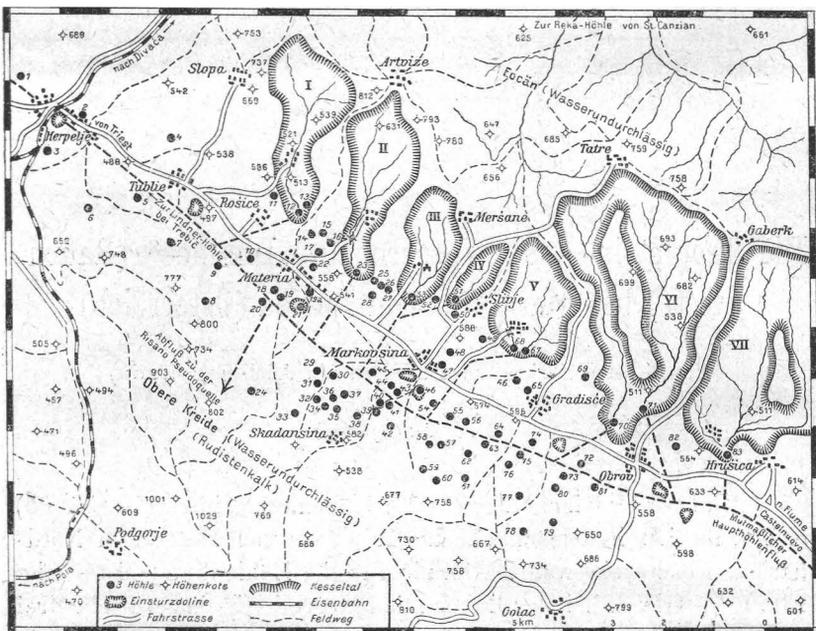


Fig. 1. Die hydrographischen Phänomene und die Höhlen der Talebene von Materija in Istrien. (Mutmaßliches Quellgebiet des Trebič-Timavo Höhlenflusses.)

### Höhlenverzeichnis der Talebene von Materija.

I Kesseltal von Bresoviza	21 Versteckter Schlund (Skrivnina)	54 Felsschacht (Skalnova)
II " " Odolina	22 Zoospeum-Grotte	55 Schlundhöhle „Pri jamah“
III " " Hotičina	23 Saughöhle (Bachschwinde)	56 Felshöhle (Pecina) „Kerčna“
IV " " Slivje	24 Lethe	57 Kleiner Bottichschacht (Mali Ceber)
V " " Groß Loče	25 Säulengrotte	58 Großer Bottichschacht (Velki Ceber)
VI " " Obrod	26 Höhle „Breslanca“ I.	59 Schlundhöhle „Jencereska“
VII " " Klein Loče	27 " " II.	60 Schachthöhle Nr. 376
	28 " " III.	61 Schacht unter dem Moravec
	28 Breite Grotte (Siroka jama)	62 Martin-Grotte (Martinska jama)
	29 Schachthöhle Nr. 396	63 Schachthöhle Nr. 365
1 Schachthöhle von Kozina	30 Taubenloch (Golubina)	64 Simon-Schacht (Simonova jama)
2 Felshöhle (slaw. Pecina) von Herpelje	31 Schlundhöhle „Zala“	65 Enger Schacht
3 Schachthöhle von Herpelje	32 Bärenhöhle (Medvedova jama)	66 Schachthöhle „Goloba“
4 Taubenloch (Golubina)	33 Schachthöhle „Bannova“	67 Saugloch (Ponor) von Groß-Loče I.
5 Schachthöhle Nr. 377	34 Schachthöhle „Skrita“	68 Saugloch von Groß-Loče II.
6 Schachthöhle Nr. 375	35 Höhle „Bersinca“	69 Felshöhle (Pecina) von Obrov
7 Weinnachtsschlund (Božičnica)	36 Felshöhle (Pecina) „V Zjatih“	70 Saugloch von Obrov
8 Schachthöhle Nr. 373	37 Garstige Höhle (Gerda jama) I.	71 Saughöhle „pri Pogaranski“
9 Felshöhle „V reber“	38 Taubenloch (Golubina)	72 Schachthöhle „V rebrah“
10 Taubenloch (Golubina)	39 Höhle „Pejca“	73 Schachthöhle Nr. 399
11 Riesenschlund von Bresoviza (Briusica)	40 Weißer Schlund (Belinca)	74 Taubenloch (Golubina)
12 Saugloch (Ponor) von Bresoviza	41 Höhle „Pozarjeva“	75 Schachthöhle Nr. 361
13 Felshöhle (Pecina) von Bresoviza	42 Schachthöhle Nr. 354	76 Schachthöhle Nr. 398
14 Höhle „Resietenza“	43 Schachthöhle Nr. 351	77 Garstige Höhle (Gerda jama) II.
15 Martin-Grotte	44 Schneehöhle (Sneznica)	78 Schachthöhle „Griuca“
16 Felshöhle (Pecina)	45 Schachthöhle Nr. 372	79 Schachthöhle „Vidlova“
17 Felshöhle (Pecina)	46 Felshöhle (Pecina) von Markovsina	80 Schachthöhle Nr. 393
18 Tropfsteingrotte „Kramplac“	47 Schachthöhle Nr. 360	81 Taubenloch (Golubina)
19 Felshöhle (Pejca)	48 Rauchgrotte (Dimnice)	82 Schachthöhle Nr. 398
19a Eishöhle von Pavsane	49 Fuchslöcher (Lisjakova)	83 Felshöhle (Pecina)
20 Antonia-Schacht (Tončetova jama)	50 Schachthöhle Nr. 582	84 Saugloch von Klein-Loče
	51 Saughöhle von Slivje	
	52 Hundsgrotte (Pastica)	
	53 Saughöhle (Ponikve) von Hotičina	

verwendet und ihre Eingangsmulde zeigt deutlich die eingestürzte Höhle. Am Slavnikberge liegt die Höhle „V Reber“, welche aus zwei geräumigen Hallen besteht, die durch einen langen, niedrigen Gang verbunden sind. Am Fuße des Höhenzuges im Süden von Markovsina sind zahlreiche Grotten und Schlünde gründlich erforscht worden. Die ausgedehnteste ist die Felshöhle „V Zjatih“, eine imposante Höhle, deren Fortsetzung durch den Einsturz der „Garstigen Höhle“ vollständig verlegt worden ist. Eine schöne 580 m lange Tropfsteingrotte ist die „Bärenhöhle (Medvedova jama)“, zu deren Befahrung 50 m Strickleiter notwendig sind; in der Doppelhalle fanden sich wunderbar geformte Stalagmiten von weißroter Färbung. Durch die Erschließung der „Martingrotte“ bei Gradišće wurde eine der schönsten und ausgedehntesten Tropfsteinhöhlen des Karstes bekannt. Hier gelang es mir nach mehrmonatlicher anstrengender Arbeit durch Sprengung mehrerer Spalten und nach Wegräumung des Einsturzmaterials in einigen Galerien die Verbindung zahlreicher großer Hohlräume herzustellen, die alle eine unbeschreibliche Anzahl prachtvoller Tropfsteingebilde enthalten, darunter Vorhangsformen, die einzig dastehen. Ich hoffte durch diese Höhle den unterirdischen Hauptwasserlauf des Triester Karstes aufzufinden, mußte jedoch wegen der riesigen Lehm- und Schuttmassen, deren Durchgrabung mit großen Auslagen verbunden ist, davon absehen; derzeit noch unerforscht ist das obere Stockwerk der Grotte.

Geologisch sehr wichtig ist der Antoniaschacht (Tončetova jama) bei Matera. In dieser 192 m tiefen Schachthöhle kommt 102 m unter dem Eingange eine starke Wasserader zum Vorschein, die sich unter fürchterlichem Getöse 90 m tief in den letzten Schacht ergießt. Hier kann man noch heute die gewaltige Kraft des einstürzenden Wassers beobachten, das einst die vielen vorhandenen Spalten des Karstbodens vergrößerte und dadurch die Veranlassung zur Bildung von Tausenden von Schlünden und Höhlen war. Der obere wasserleere Teil der Höhle ist sehr brüchig, so zwar, daß der Abstieg ungemein gefährlich ist und der Schachtgrund erst nach mehreren Fahrten erreicht werden konnte. Die große Saughöhle von Hotićina, die das ganze Niederschlagswasser des gleichnamigen Kesseltales aufnimmt, ist bis ans Ende (Siphonsee) erforscht worden, wobei große Gefahren zu überwinden waren, wie der Abstieg in die letzte große Halle, wo sich das ganze Höhlenwasser in einen 35 m tiefen, röhrenförmigen Schacht

ergießt, indem es einen mächtigen, breiten Wasserfall bildet, wobei das Klettern auf der Strickleiter durch die Wucht des abstürzenden Wassers recht unangenehm war. Eine ähnliche unterirdische Wasserpartie war auch die Erforschung der Saughöhle des Kesseltales von Slivje und der Schwundhöhle „Lethe“ bei Odolina. Bei Obrov wurden untersucht die 250 m lange Felshöhle vom Berge Orlik, die 92 m tiefe „Vidalova jama“ auf der Großen Griza und der 82 m tiefe „Grinca-schlund“. Im ganzen sind von mir während dieser beiden Expeditionen 72 unbekannte Höhlen erforscht und aufgenommen worden.<sup>1)</sup>

Von der Bahnstation Herpelje führt die Fiumaner Straße gegen das Innere Istriens auf eine Hochebene, die, beiläufig 4 km breit, beiderseits von steil abfallenden Höhenzügen umrandet wird. Es sind das westlich der Revaberg, Zerosič, Vides, Slavnik usw., östlich der Čuk, Erlberg, Gmajnah. Die Einförmigkeit der wilden Steingegend wird durch eine große Menge von Einsturzmulden (Dolinen), wie sie im Karste so zahlreich sonst nirgends vorkommen, gegliedert. Scheinbar regellos über die ganze Fläche zerstreut, finden sich auf dem engen Raume eines Quadratkilometers sieben, acht und mehr Dolinen, einige von gewaltiger Größe. Bei näherer Betrachtung findet man aber, daß diese Mulden nicht regellos verteilt sind, vielmehr merkt man ganz leicht eine Reihe dieser merkwürdigen Vertiefungen, die noch ganz deutlich den Lauf jenes Wassers markieren, dem sie ihre Entstehung zu verdanken haben. Darauf, daß hier einmal ein Wasser oberirdisch geflossen sein muß, deutet der Umstand hin, daß das Gelände von Herpelje gegen das nördliche Istrien zu ansteigt. Herpelje liegt 493, Gradišče 576, Obrov 581, Castelnuovo 590 und Račice 605 m über dem Meere.

Die Halbinsel Istrien bildet ein Glied des dinarischen Systems; ihre geologische Struktur und ihre Oberflächenform stimmt mit der größeren Einheit überein. Die Gesteine, die im Lande herrschen, gehören teils der Kreide-, teils der älteren Tertiärzeit an und zerfallen petrographisch bloß in zwei, allerdings

---

<sup>1)</sup> Im ganzen wurden von mir bisher 419 Höhlen verschiedener Art erforscht, und zwar 58 unterirdische Wasserläufe (von welchen in 22 noch niemand eingedrungen war), 225 Abgründe oder Naturschächte (von welchen in 182 vor mir niemand hinabgestiegen war) und 136 Grotten oder Höhlen (von welchen 102 nur unvollkommen oder gar nicht bekannt waren); weitere 69 Schlundhöhlen wurden von mir sondiert und 17 Wasserhöhlen (Pseudo- oder Riesenquellen) untersucht, deren weitere Verfolgung sich aber unmöglich gestaltete.

sehr verschiedene Arten: den meist lichten, durchlässigen und darum karstbildenden Kalk und die graublauen, in der Verwitterung gelb und braun werdenden Sandsteine und Mergel, die kein Wasser durchlassen. Herrschen dort auf dem nackten, starren Boden Karren, Mulden (Dolinen) und Höhlen, so finden sich da zwischen sanft geböschten Höhen unzählige Gräben und Rinnen. Hier rauschen nach Regengüssen viel hundert Bächlein, dort verschlingt der durstige Boden alles Wasser und schafft es nach längeren und kürzeren unterirdischen Wegen am Fuße des Plateaus, oft angesichts des Meeres in gewaltigen Quellen zutage. Nur wo die Verwitterung weiter vorgeschritten ist, sammelt sich über den Karrenfurchen die rote Erde, die das Einsickern des atmosphärischen Wassers erschwert.

Nicht immer war das Land so beschaffen wie heute. In einem Zeitraume, der sich nicht mit irdischen Jahren messen läßt, entwickelte sich allmählich seine Gestalt aus anderen, längst verschwundenen Formen. Wie sich nun die Geschichte eines Staates aus seinen gegenwärtigen Verhältnissen und mancherlei Urkunden ermitteln läßt, so gibt es auch Zeugen und Anhaltspunkte für die geologische Vergangenheit eines Landes. Wenn auch nicht jedes Detail, lassen sich doch die markantesten Epochen dieser erdgeschichtlichen Entwicklung feststellen.

In einem seichten, von Tieren und Pflanzen reich belebten Meere wurde der Kalkschlamm und späterhin der Sand aufgehäuft, der jetzt — zu hartem Fels gestaltet — die Berge Istriens bildet. Versteinerte Reste von Algen, Muscheln und Schnecken weisen auf den einstigen Urzustand hin. Damals lag eine Schicht flach über der anderen und jede höhere war zugleich jünger. Gebirgsbildende Bewegungen haben aber dann diese ruhige Lagerung gestört, die Gesteine in große und kleine Falten gelegt, gepreßt, verdrückt und aufeinander geschoben. Wie ein gekneteter Teig liegen nunmehr die harten Felsbänke über- und ineinander und nicht selten kann man beobachten, daß die ältesten Schichten zuoberst liegen und die jüngeren ihren Druck aushalten müssen. Eine Folge der gewaltsamen Veränderungen war die allmähliche Erhebung des ganzen weiten Gebietes über den Meeresspiegel; es wurde im mittleren Tertiär Festland und blieb es bis heute. Das fließende Wasser und der Wind, Frost und Hitze haben die Formen Istriens geschaffen, und zwar zunächst eine weite Ebene, die jetzt in ziemlich großer Höhe, meist

zwischen 300 und 500 m liegt und nur um einen kleinen Betrag von höheren Gebirgsgruppen überragt wird. Sie war ursprünglich wohl keine Hochebene, sondern eine Tiefebene und reichte noch weit über die Adriaküste westwärts; denn das Meer bestand damals noch nicht in seiner gegenwärtigen Gestalt.

Allmählich hob sich aber das Land weiter über den Meeresspiegel, die Flüsse vermochten sich nicht mehr auf der Ebene zu erhalten, sondern bildeten breite Täler. Ihre Spuren erkennen wir in 50—200 m hoch gelegenen, pliozänen Terrassen. Als sich die Niveauunterschiede zwischen Land und Meer noch weiter vergrößerten, vertieften sich die Täler zu ihrer jetzigen Gestalt. Damals war das Becken der nördlichen Adria vorhanden, doch scheint der östliche Teil noch nicht vom Meere eingenommen worden zu sein. Jedenfalls haben, als das Salzwasser schon weit vorgedrungen war, die quarnerischen und dalmatinischen Inseln noch Stücke des Festlandes gebildet. Sandvorkommnisse und die Reste großer Landsäugetiere auf ihnen fordern eine Landverbindung noch während der Diluvialzeit.

Zur Zeit der miozänen Ebene reichte die Vertikalentwässerung nicht tief unter die Oberfläche, zu einer Verkarstung war gar kein Anlaß vorhanden. Als aber aus der Tiefebene eine Hochebene wurde, erreichte die Vertikalentwässerung ihre jetzige Tiefe und es kam im Sandsteingebiete zur Ausbildung der Täler, während die Kalkoberfläche ihre gegenwärtige Gestalt erhielt. Während der Eiszeit hatten die Täler einen längeren Lauf und waren wasserreicher als in der Gegenwart. Die tiefen Meereseinschnitte wie die Buchten von Muggia, Capodistria und Pirano, der Leme- und Arsakanal sind, wie Formen und Tiefenverhältnisse beweisen, unter den Meeresspiegel geratene Flußtäler. Daraus geht hervor, daß sich das Land, wie es sich früher aus dem Meere erhob, nun — wenigstens an der Küste — wieder langsam senkte. Der geringen Kraft der istrischen Flüsse ist es nicht gelungen, dem Eindringen des Meeres Widerstand zu leisten; bloß der Quieto, der aus den leicht verwitternden Mergelgebieten Inneristriens kommt, arbeitet durch seine Schlammführung der Küstensenkung entgegen. Diese Senkung scheint noch bis in historische Zeit fortzugehen; zahlreiche Baureste der Römer liegen heute unter dem Meeresspiegel.

Die von den Bergen Nordistriens nach Nord und Nordwest fließenden Gewässer bildeten mit der Zeit einen solchen typi-

schen Karst zwischen Herpelje und Castelnovo. Überall nördlich der Straße findet man Wasserläufe, die nach kurzem Oberlaufe spurlos in der Erde verschwinden. Südlich der Straße finden wir keinen oberirdischen Wasserlauf, ein Zeichen, daß östlich der Straße wasserundurchlässiges, westlich aber wasserdurchlässiges Gestein sich befindet. Tatsächlich gehört der Teil nördlich der Straße dem Eozän an, während der südliche aus Kalken der oberen Kreide besteht (siehe Fig. 2). Fährt man nun von Herpelje auf der Poststraße gegen Castelnovo (slawisch Podgrad), so erreicht man nach 9 km die Ortschaft Markovsina, wo beim

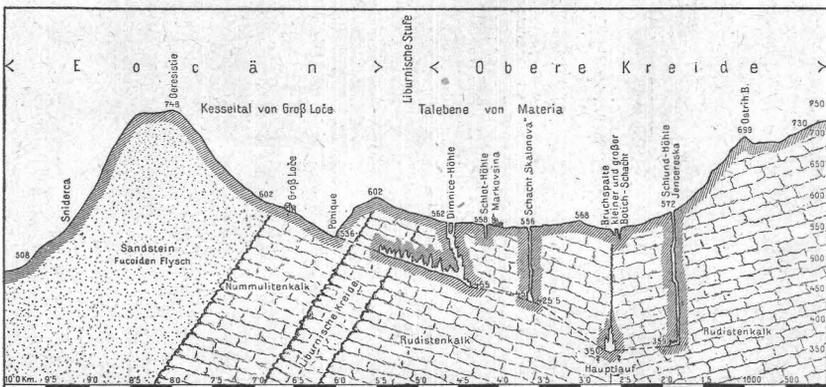


Fig. 2. Geologischer Querschnitt der Talebene von Matera, mit Darstellung der Zuflüsse der Hauptdrainagehöhle (Haupthöhlenfluß des Triester Karstes).  
(Von G. And. Perko.)

Gasthause Jurisevič eine Fahrstraße nach der Pfarrgemeinde Šljivje abzweigt; auf dieser erblickt man rechts gleich nach der kleinen Ortskirche ein nacktes Karstfeld mit mehreren tiefen Dolinen. Hier auf dem engen Sattel der zwei größten Karstrichter liegen die Eingänge zur Höhle, aus der in der kalten Jahreszeit infolge der Verdunstung des vielen Sickerwassers bei dem großen Temperaturunterschiede mächtige Nebel an die Oberfläche emporsteigen, was die Ortsbewohner veranlaßte, den beiden Eingängen den Namen „Dimnice“, d. h. die Rauchgrotten, zu geben.

Den ersten Abstieg in die Grotte nahm ich durch den nächst der Straße gelegenen, 35 m tiefen, senkrechten Korrosionsschlund, während der zweite, etwas östlicher gelegene, nur 23 m tief ist und mir für die weiteren Forschungen später immer als Einstieg diente (siehe Fig. 3). Kein Bauer, nicht einmal die auf-

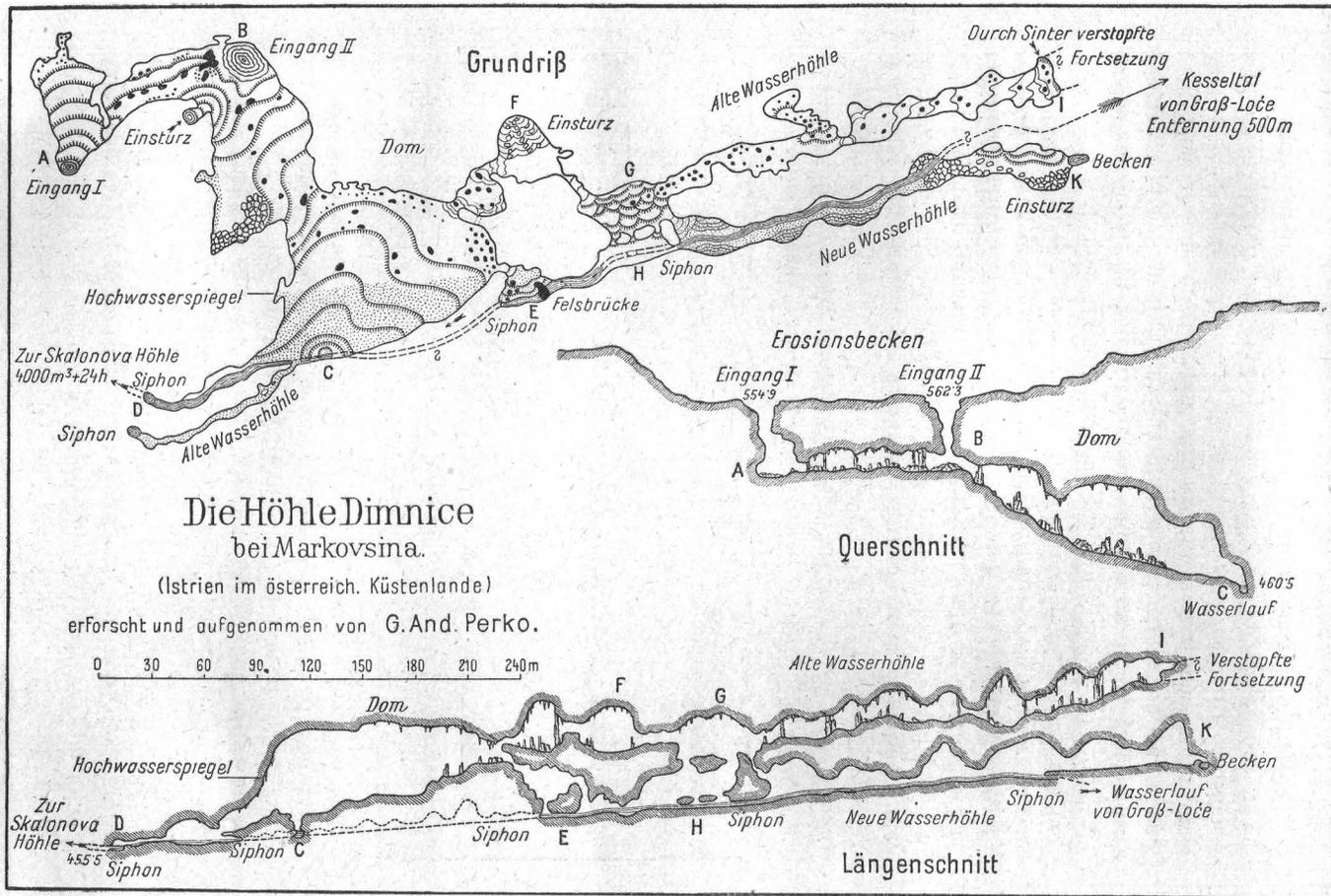


Fig. 3.

gewecktesten Burschen der Gegend wollten mir Geleite geben in die finstere Unterwelt; alle sprachen nur von der gräßlichen Tiefe und von den Gefahren in diesem Schlunde, denn kein Sterblicher hatte bisher gewagt, diese herrlichen unterirdischen Räume zu betreten. So war ich gezwungen, ohne einen Begleiter den ersten Abstieg zu wagen. Ein enger Schlot führt in ein hohes gotisches Felsengewölbe; in der Höhe hängen Taubenester und in der Tiefe ragen schimmernde Baumgerippe und moosige Steine hervor. Eine Schar von Tauben fliegt oben und unten aus und ein. Gleich unter dem Eingange links ist der Felsen durchschlagen: man erblickt noch einmal im dürtigen Dunkel des schwindenden Tageslichtes die nackten Felswände der hohen Vorhalle und man vernimmt noch einmal den Laut menschlicher Stimmen von der Oberfläche her, dann verliert er sich allgemach, sowie man weiter fortschreitet, bis eine feierliche Stille ringsum zu herrschen anfängt.

Vor meinen Augen entfaltet sich ein großartiges Bild, das schillernde Licht des Magnesiums beleuchtet ein herrliches Werk der Natur. Wohin immer sich das Auge wendet, erblickt es im wechselnden Schimmer der Lichter phantastische Bilder voll Leben. Von Boden und Decke lösen sich mannigfaltige Formen reizender Tropfsteingebilde los. In allen Abtönungen von jungfräulichem, schaumigem Weiß, das jeden Augenblick zu zerfließen droht, bis zu tiefem Gelb wechseln die Farben. Da ragt es auf wie die Grabsteine eines mohammedanischen Friedhofes, dort stehen leibhaftige hohe Kandelaber, hier sieht man die Sturzwellen eines kleinen Wasserfalles, die ein Zaubergott plötzlich erstarren machte. Rötlich schimmert das einfache Kerzenlicht durch einen tief herabhängenden Vorhang. Und wieder zwischen mächtigen Säulen schimmert das Tageslicht in die Höhle — es ist der zweite Eingang, der sich über einem gewaltigen Schuttkegel an der Decke der großen Halle öffnet. Trotz der niederen Temperatur darin (Monat Januar 1905), die zwischen 0° und 5° C schwankte, konnte ich an den vereisten weißen Sinterwänden bei einem kleinen Wasserbecken zwei neue Arten von Höhlentieren sammeln, und zwar den *Oryotus Schmidtii subdentatus* und *Lep-toderus Hohenwartii* var. *reticulatus*.<sup>1)</sup> Westlich unter dem zweiten

<sup>1)</sup> Außer den genannten Arten finden sich noch: *Laemostenes cavicola*, *Anophthalmus tergestinus* nov. spec., *Brachydesmus subterraneus*, *Tithanetes albus*, *Padura stillicidii*, *Troglophilus neglectus*, *Gammarus puteanus* und *Bathyscia Khevenhülleri*.

Eingänge liegt ein anderer hoher Schutthügel, der vom großen Einsturze her stammt, durch den ein dritter Einsteigschacht zur Grotte gänzlich verstopft worden ist. Hier zwischen dem losen Gesteine und in der Terra rossa (Roterde) liegen in Menge Knochen diluvialer Tiere. Starke Geweihe und Knochen einer ausgestorbenen Hirschart (*Cervus elephas*) bildeten meine ersten Funde. Wie in der von mir im Jahre 1896 entdeckten Tildegrotte bei Gabrovica oberhalb Triest, so waren die beiden jetzt offenen Eingänge der Höhle zu jener Zeit, wo ein mächtiger Urwald mit vielen, schon seit Jahrtausenden ausgestorbenen Tieren den Karst bedeckte, ganz verschlossen und nur der dritte, der heute eingestürzt ist, diente mit seiner breiten Öffnung als Fallgrube für das von Raubtieren verfolgte Edelmwild.

Die Vegetation reicht im zweiten Schlunde der Rauchgrotte bis tief hinab, selbst das Ende ist ganz überwachsen mit Moos und Farnkräutern, die durch die starke Luftzirkulation zwischen den beiden Eingängen in fortwährender Bewegung gehalten werden. Weiter gegen Süden in den Berg hinein mußte ich steigen. Zwei Riesensäulen stützen das 40 m breite Eingangsportal; finster wurde es um mich herum und ein dumpfes Brausen schallte zu mir herauf, indes ich mit wankenden Knien abwärts steigen mußte. Immer weiter hinunter und immer lauter brauste die Tiefe, fließendes Wasser dröhnte mir entgegen. Zur Rechten und zur Linken gähnte der Abgrund, das Magnesium leuchtete herunter, daß die Finsternis sichtbar werde — umsonst! Das Auge schweifte umher auf luftigen Schattenbildern, die steigend und sinkend ineinander zerrannen; das Ohr horchte den Tönen der Geister. Steil stürzte der Felsen hinab in die Fluten, die zu seinen Füßen zürnten. Von hier war es damals selbst meiner Waghalsigkeit nicht vergönnt, weiterzudringen. Rechts gähnte mir eine klaffende Spalte entgegen. Durch diese schnell hinunter, über große Felsmassen zum Wasser, dessen schäumende Fluten ich bewundern wollte — einige Sprünge noch und der unvorbereitete Anblick ließ mich erstarren. Mir war es unmöglich, in der ersten Minute einen Schritt weiter zu tun — dröhnend stürzte sich das Wasser eines wilden Baches in ein ganz ruhiges großes Becken, aus der großen Tiefe des Wassers ragten schöne große Tropfsteinsäulen empor — welcher Anblick für einen Höhlenforscher! Man fühlt sich in Entzücken verloren, jede Feder ist zu schwach, diese herrliche Überraschung würdig zu schildern.

Das tiefe, fließende Wasser hemmte mir hier jedes weitere Vordringen; es hieß zurück wieder zur Oberfläche. Doch nicht so leicht war mein Rückzug, das Wandern in dem riesig großen finsternen Raume wurde beschwerlich; wie oft kam ich wieder an die Ausgangsstelle zurück, wie oft stand ich unter einer gewaltigen Felsmasse, die unersteigbar war! Erst als ich meine Fußtapfen im hohen Sande auffand, der den Boden der Höhle hoch hinauf bedeckt, wurde ich dem zweiten Eingange zugeführt. Leichter war die Verbindungshöhle durchklettert; ich bemerkte schon die Strickleiter, als lautes Schreien und Jammern meine Aufmerksamkeit auf sich zog. Mein Ruf ließ alles verstummen. Der Weg über die Leiter hinauf war die Arbeit einiger Minuten. Fast alle Ortsbewohner umstanden den Eingang der Höhle. Sie alle wähten, ich sei den scharfen Krallen eines unterirdischen Nagetieres zum Opfer gefallen; von allen Seiten wurde ich mit Fragen bestürmt und am Abend konnte die Wirtin von Markovsina kaum die Gäste bedienen, die von allen Seiten herkamen, um von mir sich die Wunder aus der „Dimnice“ erzählen zu lassen. So endete meine erste Entdeckungsfahrt in dieser neuen Höhle, in der es mir während der vielen später unternommenen Abstiege gelang, einen weit ausgedehnten Höhlenkomplex zu erschließen.

Vom Gesichtspunkte der Höhlenbildung und der Art des Fortschrittes der unterirdischen Gewässer in den Kalkgebenden ist die Rauchgrotte von der höchsten Wichtigkeit: kein Ort ist mir bekannt außer Adelsberg und St. Kanzian in Österreich, Hansur-Lesse in Belgien und Bramabiau in Frankreich, der wie hier einen so verzweigten und verwickelten Höhlenkomplex aufweist (siehe Fig. 4). Unter einer Fläche von  $0\cdot5 \text{ km}^2$  ist es mir bereits gelungen, über 1600 m entwickelter Kanäle zu entdecken! Und alles ist noch nicht erschlossen! Die Natur schien hier ohne eine mögliche Gegenrede beweisen zu wollen, daß die Höhlen keinen anderen Ursprung haben als in den vorher vorhandenen Spalten des Gesteins, die später von den wild arbeitenden Wässern vergrößert wurden. Was die Nachforschung anbelangt, was wohl die richtige Wirkung der Dislokation (Zusammenziehung, Verschiebung, Faltenbildungen, Brüche, Verwerfungen, Erdbeben usw.) sein kann, die unseren Erdboden in unzählige unregelmäßige Vielecke zerteilt hat, und genau das Verhältnis bestimmen, durch welches die erosive Kraft des Wassers diese Spalten verlängert, erhöht und verbreitert hat, so kann ich diese

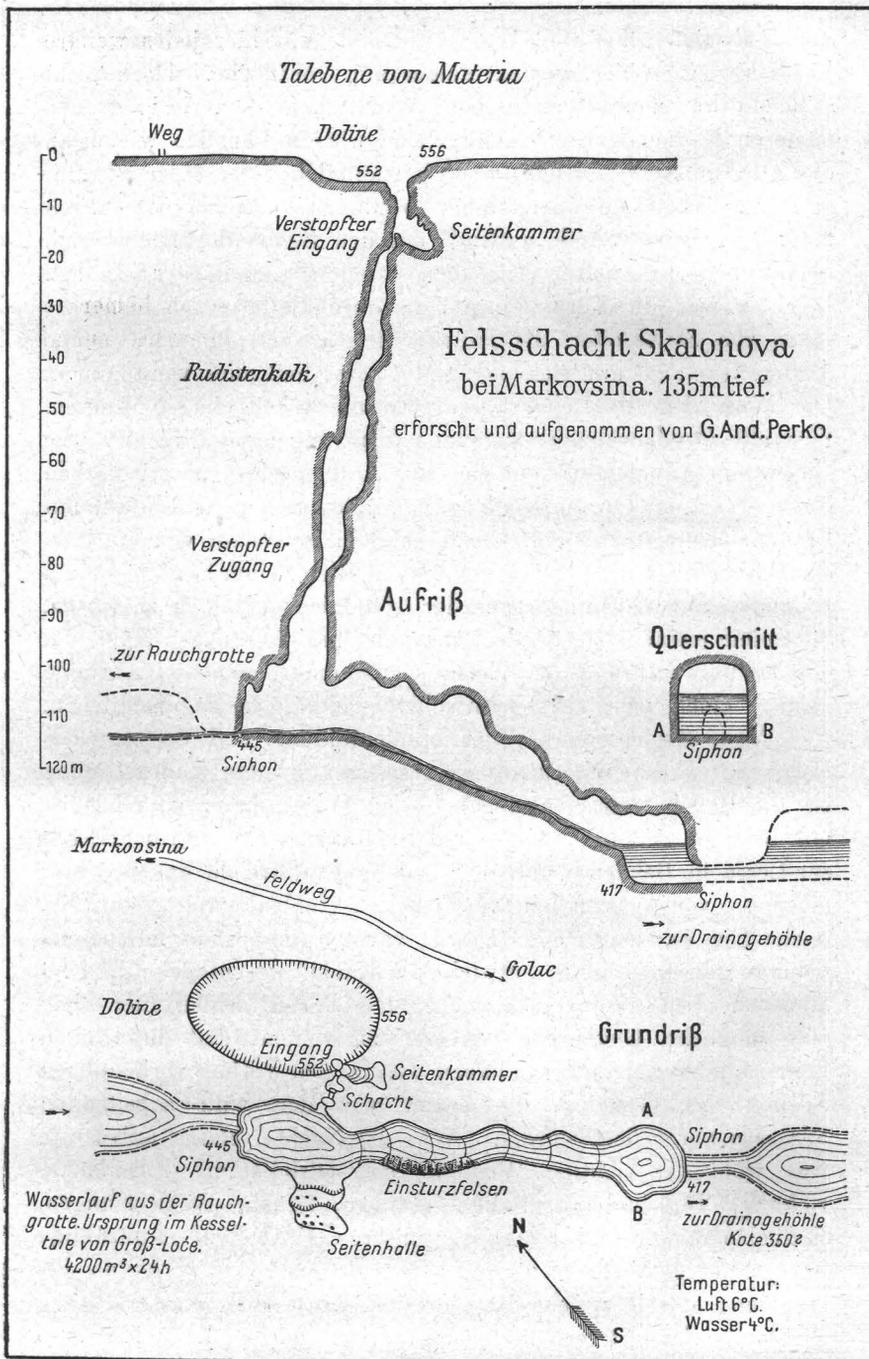


Fig. 4.

Fragen hier nicht behandeln, da sonst meine Arbeit ausschließlich eine geologische Abhandlung sein müßte. Dennoch muß ich hier anführen, daß man in der Rauchgrotte, wie in den meisten Kalkgegenden, zwei Arten von Spalten genau unterscheidet: die einen, genannt Schichtenfugen, ziehen sich parallel zu den Schichten und Lagen des Terrains und sind jenen Fugen ähnlich, welche die einzelnen Steine der architektonischen Bauten unter sich trennen; die anderen, senkrecht oder schräg zu den Schichten und öfters auch die Schichtenbänke über 100 m hoch schneidend, sind lang und eng und kreuzen sich öfters; sie gleichen den Rissen alter Ruinenmauern. Diese werden nach dem französischen Geologen Daubrée Diaklasen genannt. Wegen ihrer vielen Schnittpunkte in einer Anzahl von verschiedenen Höhenflächen haben die Schichtfugen und die Diaklasen, gleich einer Vorarbeit, den unterirdischen Wässern die Wege abgesteckt, denen sie folgen mußten; getrieben durch die Schwerkraft, die sie stets zwingt, sich zu senken, sind diese Wässer durch die kleinen Hohlräume zwischen den Schichten (durch die Schichtfugen) geronnen, oder sind längs und am Grunde der Diaklasen und entgegengesetzt gemäß den Launen der Anlage aller dieser Spalten gesprungen. Im ersten Falle formten sich dort niedrige Galerien oder Tunnel, wobei die Breite die Höhe überwiegt; im zweiten Falle entstanden lange, sehr enge Hänge mit bedeutender Höhe, im dritten Falle aber bildeten sich auffallende Denivellationen (Wasserfälle und Siphons). All das kann man genau in der Rauchgrotte beobachten.<sup>1)</sup>

Aus der großen Domhalle führen zwei Eingänge in die alte und in die neue Wasserhöhle. Die obere, gegenwärtig trockene Galerie ist voll der schönsten Sinterbildungen. Man wähnt in einem Feenreiche zu sein, wenn man diese Hallen betritt; es ist wie in einer Kirche so still anheimelnd. Geräuschlos ist die Finsternis, selbst die schweren, monotonen Wassertropfen stören nicht die hehre Ruhe; die Naturmächte haben diesen Schmuckkasten tief im Inneren des steinigen Karstes geborgen. Eine Sinterwand hemmt das weitere Vordringen am Ende der alten Wasserhöhle. Aus der oberen Galerie führen vier weitere Schlundspalten in die tiefer gelegene neue Wasserhöhle. Durch die

<sup>1)</sup> Die Arbeiten zur künstlichen Erschließung dieser Höhle für das große Publikum sind schon begonnen und wird dieselbe im Jahre 1910 dem allgemeinen Besuche übergeben werden.

westlichste nahmen wir den Abstieg und plötzlich befanden wir uns am Grunde der Halle, gerade an der Stelle, wo das Wasser kopfüber in den Siphon stürzt. Hier ist das Bett durch vorspringende Felsen beengt, so daß sich das Wasser schäumend und kochend mit ängstlicher Hast und Heftigkeit im Wirbel dreht. Das Wasserquantum beträgt hier in den Sommermonaten 4000 Kubikmeter in 24 Stunden. Ein Blick auf das unheimlich wirre Bett des Baches weiter in der Höhle beweist jedoch, daß das scheinbar so harmlos dahinziehende Wässerchen zu Zeiten sich in einen verheerenden Strom verwandelt, der riesige Felsblöcke wie Kieselsteine wegschwemmt und gewaltige Geschiebelagen wie leichte Schaummassen mit fortreißt. Das Wasser nagt gierig und zerstörungslüsternd an den Felswänden der Höhle, die ihm zu enge geworden sind. Nicht weit vom oberen Höhlenende erscheint dieses Wasser durch einen Siphon in der Höhle. Etwa 500 Meter nordöstlich von diesem Höhlenursprunge liegt das breite Kesseltal von Groß-Loče, das eigentlich aus zwei Tälern besteht, einem kleineren westlichen und einem größeren östlichen. Bloß der breite, fast ungliederte Talboden südlich vom gleichnamigen Orte liegt im Nummulitenkalk, der nördliche im Fucoidenflysch. Beide Talbäche führen hier auf Dämmen; vom östlichen sind außerdem die seitlichen Zuflüsse abgesperrt, welche durch Staudämme in kleine Seen geleitet werden. Der Südrand des Kesseltales weist drei Felsponore nebeneinander auf; zwei gehören dem östlichen Bache an und sind immer in Tätigkeit, der dritte liegt wie sein Bach gewöhnlich trocken. Der mittlere ist der wasserreichste und größte; er ist der einzige, der noch ein kleines Höhlentor aufweist. Einst war dieses Tor der richtige Eingang der Rauchgrotte; nach und nach aber haben die Schwemmassen den Höhleneingang so verstopft, daß ein weiteres Vordringen hier ganz ausgeschlossen ist. Von hier durchfließt das Wasser ungefähr einen halben Kilometer lange unbekannte Hohlräume und erscheint nachher in der Rauchgrotte. Das Flußende in dieser Höhle weist ebenfalls zwei Abschlußstränge auf, einen alten und einen neuen; ersterer funktioniert nur noch bei Hochwasser und besitzt wie der zweite am Ende tiefe Siphons. Die Höhenkote ist hier 355·5 m. Das Wasser aus der Rauchgrotte kommt nach einem 750 m langen, unbekanntem unterirdischen Laufe durch einen Siphon wieder in der Schachthöhle „Skalnova“ zum Vorschein.

Im Süden von Markovsina liegt dieser Schacht. Am Grunde einer kleinen Doline führt ein 11 m tiefer Schlund in eine unbedeutende Aushöhlung. Den Boden bildet Steinschutt. Ein Felsriß in der nördlichen Schachtwand ließ mich eine weitere Schachtfortsetzung vermuten. Nachdem über ein Meter Schutt weggeräumt worden war, stießen wir auf eine enge Schlundspalte, die nur mit Mühe und Not auf der Strickleiter durchklettert werden konnte. Mehrtägige Reinigungsarbeiten in der Schachtröhre mußten vorgenommen werden, um den weiteren Abstieg gefahrlos zu gestalten. Bei 107 m Tiefe wurde der Schachtgrund erreicht (siehe Fig. 5). Hier fand ich unverhofft das Wasser aus der Rauchgrotte wieder (durch Kochsalz nachgewiesen). Das Wasser betritt und verläßt die Höhle durch Siphons. Eine steile, 53 m lange Wasserkaskade führt zum Endsiphon (Wassertiefe 8 m). Von der Rauchgrotte bis zum Einlaufsiphon in der Schachthöhle Skalonova besitzt das Wasser ein Gefälle von genau 9·5 m bei 750 m Länge. Der Endsiphon liegt hier 417 m hoch. Von hier verschwindet das Wasser unseren Augen. Vermutlich fließt es der Hauptdrainagehöhle zu, die in der Bruchspalte, welche die ganze Talebene von Materia von Südost nach Nordwest der Länge nach durchquert, liegen wird. Einen weiteren Zufluß des unterirdischen Hauptwasserlaufes bildet die 214 m tiefe Schachthöhle „Jencereska“ mit sehr starker, ununterbrochener Vertikalentwässerung (siehe Fig. 6). Unpassierbare Abflußspalten hindern auch hier das weitere Vordringen zur Hauptwasserhöhle. Das ganze

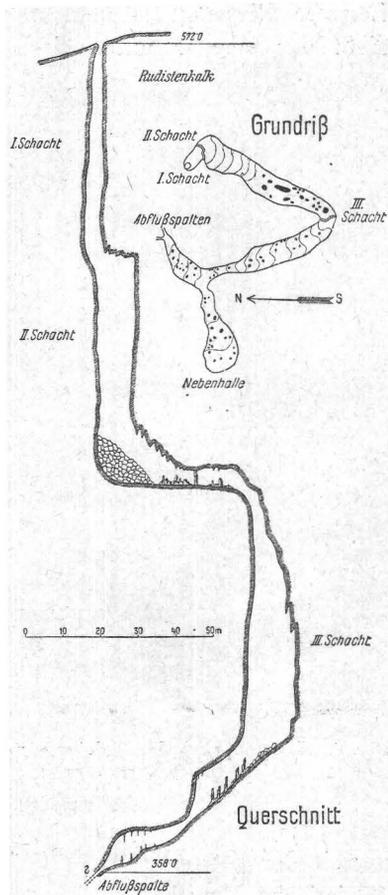


Fig. 5. Schachthöhle „Skalonova“.

Wasser der Talebene von Matera fließt der Lindnerhöhle bei Trebič zu, nachdem ein kleiner Teil davon (40.000—50.000 Kubikmeter in 24 Stunden) der Risano-Pseudoquelle (Vaucluse) am Fuße des Höhenzuges Hrib im Südwest von Matera zu abgelenkt wird. Letztere Riesenquelle liegt 69 m hoch. Von der Lindnerhöhle fließt das Wasser unterirdisch weiter und ergießt sich zuletzt

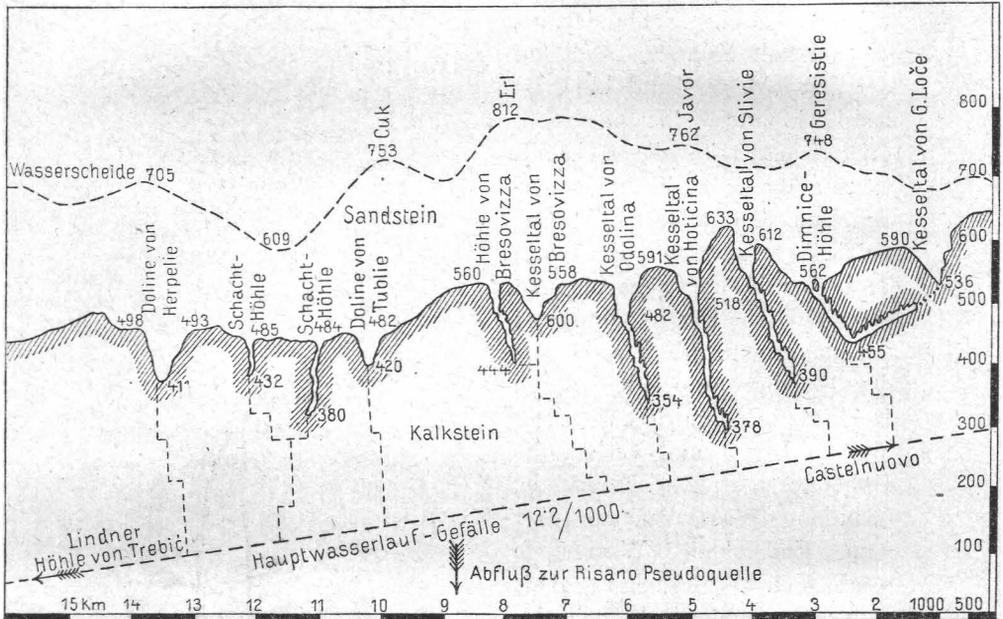


Fig. 6. Längensprofil der Talebene von Matera mit Darstellung der Zuflüsse der Hauptdrainagehöhle des Karstes.

(Von G. And. Perko.)

unweit der Küstenortschaft Duino unter dem Namen Timavo ins Adriatische Meer.<sup>1)</sup>

So haben wir es auch hier tatsächlich mit echten Höhlenflüssen, nicht aber mit Grundwasser zu tun! Bisher hat man in keinem der

<sup>1)</sup> Die Lindnerhöhle bei Trebič oberhalb Triest ist die tiefste bisher erforschte Höhle der Erde (die Schlundhöhlen Chorun Martin in Frankreich und Bus della Lume in Italien sollen tiefer sein, sind jedoch nicht erforscht) und wurde im Jahre 1840 vom Obermünzwardein Lindner, nach Herstellung einer künstlichen Verbindung mehrerer Schächte, zum ersten Mal befahren. Im Juli 1905 wurde diese Höhle vom Verfasser nach 19tägiger Abstiegsarbeit neu untersucht und teilweise weiter erforscht. Zahlreiche Projekte, von hier aus

gebräuchlichen Lehrbücher für Geologie eine zusammenhängende Darstellung des Höhlenphänomens und der damit im Zusammenhang stehenden unterirdischen Gewässer sowohl des Karstes wie auch der Kalkgebiete überhaupt gefunden. Es hat sich erwiesen, daß dieses Gebiet recht stiefmütterlich bedacht worden war, trotzdem Höhlen in der Natur sehr zahlreich sind und schon seit den ältesten Zeiten den Menschen bekannt waren. Das hat seinen Grund darin, daß eine auf wissenschaftlicher Grundlage beruhende Höhlenkunde sich erst verhältnismäßig spät entwickelt hat und daß daher noch eine Fülle von Einzelfragen ihrer Erörterung und Lösung harren. Früher beschränkte man sich eben im allgemeinen darauf, eine mehr oder weniger genaue Beschreibung der Höhlenräume zu geben, in der besonders das „Schaurigschöne der Unterwelt“ und die „Pracht der Tropfsteinbildungen“ einen breiten Raum einnahmen. Erst das Studium der in den Höhlen aufgefundenen Überreste der alten Höhlenbewohner und das infolge immer neuer Höhlenfunde ständig wachsende Interesse an Höhlen brachten es mit sich, daß man auch nach den Ursachen zu forschen begann, welche die Höhlenbildung und weiter die sich daran angliedernden anderen Karstphänomene veranlaßt haben. Damit war der Anfang zu einer wissenschaftlichen Höhlenkunde gelegt, welche wissenschaftliche Arbeit von uns nichtgelehrten Forschern begonnen und auch fortgesetzt wurde. Unter den zahlreichen Problemen, die auf dem Programme der Höhlenforschung standen, war es die unterirdische Karsthydrographie, deren große Rätsel, seit vielen Jahren in geheimnisvolles Dunkel gehüllt, von uns nichtgelehrten Höhlenforschern der Lösung zugeführt wurden. Erst im Jahre 1903 erschien in Leipzig die Arbeit von A. Grund „Karsthydrographie“ und im Jahre 1903 hat A. Penck in Heft 1 der „Vorträge des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse in Wien“ seine Arbeit „Über das Karstphänomen“ veröffentlicht. Beide Autoren vertraten die Ansicht, daß im Karste Grundwasser vorhanden sei.

---

die Stadt Triest mit Wasser zu versorgen, scheiterten an dem niedrigen Wasserstande über dem Meere (19 m).

Der historisch merkwürdige Fluß Timavo strömt aus drei Höhlenmündungen am Fuße des Karstes bei S. Giovanni di Duino und ist der kürzeste Fluß ganz Europas; er führt seine Wässer, die sogar Küstenschiffen die Zufahrt gestatten, nach einem 2 km langen Laufe dem Meere zu. Sein Wasserreichtum ist täglich mit ungefähr 2,000.000 m<sup>3</sup> bestimmt worden.

Was ist nun Grundwasser? Das meteorische Wasser dringt in die Erde in immer größere Tiefen ein, bis es zum wasserundurchlässigen Substratum gelangt; hier füllt das Sickerwasser alle Risse des darüber befindlichen kavernösen Gesteines aus. Dieses Wasser nennt man Grundwasser. Ständig erhält das Grundwasser Zuflüsse von oben, so zwar, daß der Grundwasserspiegel so lange steigen muß, bis er irgendwo die Erdoberfläche erreicht. Hier erscheint das Grundwasser als Quelle. Ist die undurchlässige Schicht horizontal, was in größerer Ausdehnung selten der Fall ist, so entsteht durch das Grundwasser ein unterirdischer See; gewöhnlich verlaufen die wasserundurchlässigen Schichten aber geneigt, so daß das auf ihnen sich sammelnde Grundwasser gegen den tiefsten Punkt zu abfließt, das Grundwasser also einen großen unterirdischen, wegen des Widerstandes des Bodens sehr trägen Wasserlauf bildet. Meistens ist das Grundwasser eine große Wasserausdehnung, ruhig wie die eines Teiches, oder es handelt sich um mehr oder weniger dicht ausgedehnte Wasserstränge, welche eine Ausflucht in den Quellen besitzen oder welchen man durch artesischen Brunnen Ausgang verschafft.

Im Karst sowie in jedem klüftigen Kalkterrain gibt es aber kein Grundwasser, sondern ganz gewöhnliches unterirdisches Flußwasser. Das ist uns Höhlenforschern ganz genau bekannt; auch haben die großen alten Gelehrten der Hydrographie, Arago, Daubrée u. a. ganz vernünftig theoretisch das Vorhandensein von aneinander hängendem Grundwasser im klüftigen Terrain, das dem beweglichen (lockeren) Diluvialterrain eigen ist, verneint und die Ansicht vertreten, daß zwischen Flußschwinde oder Saughöhle (Ponore) und Pseudoquelle (Vaucluse) oder Riesenquelle faktisch eine kanalartige Kommunikation, also ein echter unterirdischer Flußlauf (Höhlenfluß) vorhanden sei, sowie daß das Schwindwasser nicht zuerst in Grundwasser übergehe, um dann erst das Terrain höhlenflußähnlich zu verlassen. All die jüngsten und ältesten unterirdischen Forschungen der Speleologen haben empirisch und materiell diese Ansicht durch tausende von Beispielen in den Schlünden, Höhlen und deren Gewässern bestätigt. Die dreißigjährige Arbeit des österreichischen Höhlenforschers Franz Kraus, die dreiundzwanzigjährigen andauernden und maßgebenden Untersuchungen des weltbekannten französischen Speleologen E. A. Martel sowie seiner Kollegen L. de Launay, E. Fournier, A. Mazurac u. a., die wichtigen Höhlenarbeiten

der belgischen Forscher Van der Broeck, E. Rahir und Ed. Dupont, der Italiener A. Musoni, F. Salmojrighi und O. Marinelli, des Spaniers N. Font y Sagne, dann die Menge Expeditionen der englischen Höhlenforschervereine Yorkshire Ramblers Klub, Climber Klub und Kyndore Klub, und die Amerikaner R. T. Hill und Wayland T. Vaughan und zahlreiche speleologische Arbeiten anderer beweisen praktisch das Nichtvorhandensein von Grundwasser in klüftigen Höhlengenden des Kalkes. Auch der beste Kenner der Innerkrainer Wasserhöhlen, Agrarinspektor W. Putik in Laibach, negiert das Vorhandensein von Grundwasser im Felsgerüste des Karstes. Meine dreizehnjährigen, fast ununterbrochenen Untersuchungen der Karsthöhlen haben mir ebenfalls bewiesen, daß es im Karst nur unterirdische Flußläufe, nicht aber Grundwasser gibt.

Das einst oberirdisch vorhandene Wassernetz ist heute meistens schon unterirdisch gesunken. Wir fanden im Innern des Karstes sowie in allen Kalkgegenden ein ganzes System von Wasserkanälen, ein Netz von Wasserleitungen vor: bald fließen sie von den kleinsten bis zu den größten im gleichen Bilde wie die Bäche und Flüsse der Erdoberfläche oder wie im Kloakensystem einer Stadt; bald stehen sie untereinander in den eigentümlichsten Verbindungen, unterworfen dem Gange und dem Schnitte der Spalten, und vereiteln meistens die hydrologischen Voraussetzungen der gelehrtesten Geologen. Weit entfernt, sich als Grundwasser auszudehnen, weist diese Zirkulation der unterirdischen Gewässer sogar manchmal beträchtliche Niveauunterschiede des Wasserspiegels unter manchen Spalten auf, die unter sich in Verbindung stehen oder nicht. Man hat nicht nur in den Höhlen und in den unterirdischen Gewässern wirkliche Wasserfälle gefunden, sondern man bemerkte auch, wie die einzelnen Abzweigungen der gleichen Wasserströmung in ein und derselben Höhle bedeutende Niveauunterschiede aufweisen. Noch mehr, man hat Wasserläufe entdeckt, die wenigstens in einer gewissen Länge ober- wie unterirdisch über oder auf anderen tiefer fließenden Wasseradern liegen. Ich muß hier bemerken, daß es nicht genügt, Fachgeologe oder Fachgeograph zu sein, um gleich Abhandlungen über die Speleologie zu veröffentlichen; vielmehr muß man jahrzehntelang mit Strickleiter, Boot, Seil und Sprengmitteln arbeiten, um eine klare Einsicht in das Innere des Felsgerüsts des Karstes zu bekommen und um

diesbezügliche wissenschaftliche Beobachtungen veröffentlichen zu können.

Ich habe in der letzten Zeit, während ich im Auftrage des österreichischen Eisenbahnministeriums teilweise schon die Höhlen Untersteiermarks erforschte, nirgends eine Spur von Grundwasser finden können, wohl aber entdeckte ich überall nur unterirdische Flußläufe. Folgende Beispiele können ebenfalls zur Erklärung des Nichtvorhandenseins von Grundwasser im Karst dienen: Im Jahre 1902 ließ Ingenieur A. Pollay in der Bahnhofsgrotte von Nabresina an der tiefsten Stelle der Höhle einen 34·95 m tiefen Schacht abteufen, um für die Wasserversorgung der Stadt Triest den unterirdischen Lauf des Flusses Timavo aufzufinden. Diese mit großen Auslagen verbundene Arbeit hatte kein Endergebnis, da man nicht vom speleologischen Standpunkte das Schürfen in der Hauptstreichung der Höhle vornahm, sondern den Schacht am Höhlengrunde durch die Schichten aushob, der am Ende in einen Stollen übergang. Wäre im Karste nun Grundwasser vorhanden, so hätte man es hier, da die Höhenkote von + 0·45 m erreicht wurde, ohne Zweifel angefahren. Bei Basovica oberhalb Triest hat ein Konsortium eine Schachanlage errichten lassen. Man sagte, es werde nach Kohle geschürft, doch ging man nur auf Suche nach Karstflußwasser. Die Schachttiefe hat angeblich schon unter den Meeresspiegel gereicht, und es wurden in dieser Tiefe nach verschiedenen Richtungen hin Stollen gebaut. Auch hier fand man kein Grundwasser; Flußwasser wurde ebenfalls nicht angefahren, da wahrscheinlich die Hauptdrainagehöhle (Hauptwasserlauf) entweder neben oder auf weitere Entfernung vom Schachte liegt. In der Brauerei Dreher in Triest wurde eine sehr tiefe artesische Bohrung auf Kote 35 vorgenommen. Man fand kein Grundwasser, auch keinen Höhlenfluß, da der unterirdische Hauptwasserlauf des Triester Karstes bei Trebič, 4 km weit von der Brauerei entfernt, in einer Seehöhe von 19 m liegt. Alle diese Arbeiten wurden über Anraten von Fachgeologen, nicht von Höhlenforschern ausgeführt, weil die Geologen im Karste Grundwasser als vorhanden annehmen, wir Speleologen aber hier nur Höhlenflußwasser nachgewiesen haben. Entgegengesetzt hat man in der Küstenstadt Grado, die auf lockerem Terrain (Alluvium) gebaut ist und nicht weit des Karstrandes sich befindet, sofort durch einen artesischen Brunnen Grundwasser angefahren.

Grund bestreitet das Vorhandensein von unterirdischem Höhlenflußwasser im Karst und stellt die irrige Grundwassertheorie für diese Gegenden aus folgenden Gründen auf: Erstens soll man stets gefunden haben, daß die Höhlensysteme, die Flußwasser aufnehmen, immer blind enden und in unpassierbare Spalten übergehen, d. h. das Höhlenflußwasser geht in Grundwasser über. Uns Höhlenforschern aber ist es sehr oft gelungen, in Zeiten besonderer Trockenheit oder auf Umwegen durch alte oder noch funktionierende Überfallsspalten diese „Erdklüfte“ oder „Endsiphone“ in den Höhlen zu umgehen, und wir sind dann immer wieder jenseits dieser Hindernisse auf den Höhlenfluß, nicht aber auf Grundwasser gestoßen. Hier einige bekannte Beispiele hiefür: die Adelsberger Grotte, der Magdalenschacht, die Poikhöhle bei Adelsberg, die Karlovicöhöhlen bei Zirnitz, die Rauchgrotte in Istrien, das Lurloch bei Semriach in Steiermark; in Frankreich das Höhlennetz von Bramabiau; in Belgien die Grotte Han-sur-Lesse; in England der Wasserschlinger von Gapping-Hill und hundert andere Höhlen, die ich nicht zu erwähnen brauche.

Zweitens sagt Grund, daß Experimente, durch Triftgegenstände die Existenz von Höhlenflüssen nachzuweisen, immer gescheitert sind. Leicht zu erklären, da die Höhlenflußtunnels sehr oft durch Siphone unterbrochen werden und dadurch das direkte Abfließen des Flußwassers teilweise gehemmt wird, hiermit auch Triftgegenstände längere Zeit oder auch für immer zurückgehalten werden können. Hier handelt es sich nur um die Zeit.

Drittens sagt Grund, daß Färbeversuche zwischen Schwund und Wiederaustritt des Höhlenwassers fast immer erfolglos waren. Dieser Annahme stehen Hunderte von Versuchen gegenüber, die Martel, Van der Broeck u. a. angestellt haben. 90 Prozent der Versuche mit dem Färbestoffe Fluorescin sind prachtvoll gelungen.<sup>1)</sup> Das Scheitern der 10 Prozent ist aber nur

---

<sup>1)</sup> So gelang es dem städtischen Chemiker in Triest, G. Timeus, zusammen mit dem damaligen Rektor der Wiener technischen Hochschule, Professor Dr. Vortmann, Ende des Monats Dezember 1907 den Zusammenhang des Küstenflusses (Pseudoriesenquelle) Timavo mit dem Höhlenflusse Reka durch Lithium klar nachzuweisen. In der Luftlinie beträgt die Entfernung 34 km.

Lithiumsalze lassen sich in Zumischungen von einem Millionstel erkennen; sie sind aber sehr kostspielig und ihre Verwendung ist schwierig und langwierig. Vom Seesalz gebraucht man für diesen Zweck mindestens 14 bis

entweder der kleinen Färbemittelmenge oder der kurzen Beobachtungszeit zuzurechnen. Grund schließt auch das Vorhandensein von Höhlenflußwasser aus, weil das in Saughöhlen oder Spalten eingedrungene Wasser sehr schnell den Gehalt an Kohlensäure verliert und deshalb nicht höhlenbildend wirken kann. Grund hat offenbar vergessen, daß auch kohlensäurefreies Wasser die Karstgesteine auflösen kann. Auch betrachtet er das späte Erscheinen des Hochwassers gegenüber den Niederschlägen als weitere Ursache des Nichtvorhandenseins von unterirdischem Flußwasser. Diese Annahme ist aber durchaus ungerechtfertigt, da bei hohem Wasserdrang in den Höhlen ein Rückstau entsteht; denn die engen Spalten und Tunnels können nur eine kleine Menge Hochwasser aufnehmen und deshalb auch das Wasser nur sehr langsam weiterleiten.

Aus dem Vorhergesagten ist deutlich ersichtlich, daß die Karstgrundwassertheorie nicht aufrecht erhalten werden kann.

---

15 Gramm pro Kubikmeter Wasser und das führt zu einer erheblichen Auslage, wenn es sich um die Überwachung einer beträchtlichen Wassermenge handelt. Auch kann man Chlorammonium verwenden, das sich bei einer Dosis von 0.7 Gramm in 1 m<sup>3</sup> Wasser erkennen läßt; die unterirdischen Wässer führen aber häufig freies Ammoniak oder andere Ammoniakverbindungen, wodurch die Beobachtung erschwert wird. Immerhin ist die Verwendung von Chlorammonium stets leichter als die von See- oder Lithiumsalzen. Fluorescin macht sich in Dosen von einem Hundertmillionstel oder sogar bei der Hälfte davon bemerkbar und gibt das billigste Verfahren.

---