

Zur Talgeschichte der Punkwa.

⟨Neue Untersuchungen im Mährischen Karst.⟩

Von Dr. R. Lucerna.

Die über mehrere Jahre erstreckten Untersuchungen, die vor ihrem Abschluß leider nunmehr unterbrochen worden sind und die zu einer Talgeschichte der Gegend nördlich von Brünn hätten heranreifen sollen, umfaßten, nach dem Weltkriege mit erneuter Intensität wieder aufgenommen und an allen freien Tagen fortgeführt, neben dem mittleren Zwittal und unteren Schwarzatal, das der Ponavka und von den Tälern des Mährischen Karstes besonders das Kiriteiner und Punkwatal und dessen Fortsetzung bis Sloup. Von einigen Ergebnissen über letzteres soll hier in Kürze die Rede sein. Ausgegangen wurde hiebei von zwei tertiären Abrasionsflächen in der alten Slouper Bucht. Diese erhebt sich als Plateaufläche über dem heutigen Sloupertal, das in dieselbe eingeschnitten ist und wird ihrerseits im Westen von einem Syenithöhenzug begrenzt und überhöht, der dem Zwittal ungefähr parallel von Norden nach Süden streicht, im Osten von den Culmbergen von Schoschuwka und ihrer Fortsetzung eingefaßt. Kliffe, das sind die Uferfelsen einstiger Meeresbrandung, die hier die Durchlässigkeit des Kalkes nur wenig zugeböhrt in ihren Umrissen erhalten hat, steigen u. a. NO von Wawrzinetz und bei Schoschuwka an. Jurakalkgerölle, flachscheibenförmiger Art, auf der Platte von Ochos gefunden, weit vom heutigen Anstehenden des Jura entfernt, deuten ebenso dessen einst größere Ausdehnung, Aufarbeitung wie die Wanderung des zerkleinerten Gesteines an. — Mit dem Auftauchen der Abrasionsplatte begann die Talbildung. Der erste tertiäre Talboden, nach dem Freiwerden des Plateaus von der Meeresbedeckung, verdient besonderes Interesse: nicht nur wegen seiner flachen Einlenkung, ungewöhnlichen Breite, seines schön geschwungenen Verlaufes seiner Verdoppelung und des sonderbaren Erhaltungszustandes beiderseits einer herauspräparierten Plateauinsel (größtenteils nur als Sattelreihe erhalten), sondern seines Schicksals wegen; denn zum zweiten tertiären Talboden herab muß eine Verschiebung des Talbodens nach rechts geführt haben, in jene Linie, in der vermutlich früher schon eine Tallinie (das erwähnte Doppel- oder Paralleltal) vorhanden war.

Hier sei einschaltweise erwähnt, daß das Punkwatal im Mährischen Karst, wie die Nachbartäler, Täler des Böhmisches-mährischen Höhenzuges wie ein Teil der Täler des Deutschen Mittelgebirges überhaupt eingesenkte Maeander darstellen, d. h. die Krümmungen der Talwandung den Windungen von Talsohle und Fluß im allgemeinen folgen (nicht etwa, daß letztere wie in glazialen Trogtälern der Alpen oder dem rheinischen Graben unabhängig von ihren mehr geradlinigen oder anders gebogenen Ufern verlaufen). Allein der Talmaeander folgt keineswegs streng parallel

der Talfohle und Flußlinie, sondern besteht aus einem Komplex übereinander-geschichteter, verschieden alter Täler mit teilerhaltenen Hängen und durch-schnittener Sohle, deren Windungen keineswegs genau aneinander passen, sondern die in verschiedener Weise und Größenordnung einander durch-schneiden, kreuzen, sich kürzen, interferieren, einem Bündel übereinander gelegter Schlangenlinien gleichend, von denen jede ihrem eigenen Geleuze gehorcht und die in ihren Resten zulammen doch den Gesamteindruck des Talmaeanders hinterlassen. Der Talraum, nach oben oft becherförmig erweitert, umfaßt nur die Gesamtheit verschieden alter Täler einer bestimmt eingeschlagenen und konsequent verfolgten Entwässerungsrichtung, deren jedes in eigenem Windungsspiel seine Marken in der Gehängestaffelung hinterließ. Beim Anstieg von Talfohle zur oberen Talöffnung, dem Plateaurand, findet man zu unterst den Bergfuß windungsparallel zur Talfohle, dann folgt die Zone der unteren Sporne und in ihren Gehängen die erste stückweise Abweichung von der Talfohle: die höheren Bergfüße kürzen als Sehnen den Sohlenbogen. In der Zone der Hauptsporne darüber legt sich der Überrest einer breiten höheren Sohle durch das Tal, die nichts als den Talraum mit der tieferen heutigen Sohle gemein hat und zuweilen den Schlingenkopf nach der ent-gegengesetzten Seite des Talgehanges kehrt wie die heutige Schlinge. Die oberste Zone des Talraumes ist endlich die der zurückgedrängten Sporne, das sind ältere Sporne, die durch spätere Seitenerosion zurückgehoben und der Linie der Schlingenköpfe genähert wurden, deren Bogen sie in stumpfen, gegen die Talmitte gekehrten Scharungswinkeln trennen. Auch deren Tal-böden weichen in ihrem gewundenen Verlauf von den Windungen der Talfohle ab. In stumpfen Winkeln reihen sich wie Zierornamente die Ge-hängebögen aneinander und weisen nur in großen Wendungen den Zu-sammenhang mit dem Schlingenverlauf der Tiefe mehr auf. Irgend eine Wanderung entlang dem Plateaurande über der Taltiefe zeigt uns den Randverlauf immer wieder zusammenge setzt aus gewundenen Strecken und Bogenketten. Im Talgehänge selbst, oft im Walde ganz begraben, liegen die abgerissenen Schlingenrelikte. In einem Beispiele wie im Kiriteiner Tal West Josefstal liegt der Schlingentorlo hoch im nördlichen Gehänge vor der Fortsetzung des riesigen Talporns, der wie ein Riegel westlich Josefstal dieses sperrt. Die heutige Talsschlinge schnitt in den älteren Sporn ein, dessen Nordpunkt als isolierter Hügel im Nordgehänge aufragt, um-zogen vom nordgerichteten, verwachsenen Schlingenrest, den schon wieder die jüngeren Gräben zerschneiden. In anderem Fall wie etwa im Öden Tal östlich NeuhoF weicht die ältere Schlinge nach rechts, die jüngere tiefere nach links aus. Im Schwarzatal liegt der Teich no. Schloß Eichhorn in einem heute beiderseits verriegelten, rechtswendigen Schlingenreste eines früheren Flußlaufes; die heutige Schwarza umzieht in linksgewundener Schlinge den Inselrücken zwischen beiden. Östlich des Rothen Berges bei Brunn ist sattelförmig ein hoch gelegener Taltorlo eines älteren Schwarzatales erhalten, dessen Schotter hoch über der Prallstelle des heutigen Flusses in der Schreibwaldebene abbrechen. Man gewahrt dies isolierte Stück des älteren Talverlaufes bequem vom Brünner Franzensberg. Diefen übereinander-geschichteten Talläufen eines Talganzen entsprechen verschieden gestaltete Talbodentüberreste, die den Hängen entlang ziehen. Bald sind sie zugeböcht

und lehmbedeckt, bald zu Felsgraten verschmälert, gekuppt, gefaltet oder in Türmchen aufgelöst. Bald führen sie feines Gerölle wie das erste Plateau am Salmsteig zur Mazocha, bald grobes den heutigen Verhältnissen näher stehendes Gerölle wie etwa in der Höhenmitte des Gegenhanges (am Weg, der unten durch eine Holzschranke gesperrt ist). Auf diesem Wege wandelt sich der eingelenkte Maeander in einen zusammen-
 gesetzten Maeander bestehend aus verschieden verlaufenden Taltschlingungen, der das Tal ganze einheitlich zusammenhält. Das Gesagte gilt nicht nur für undurchlässiges Gestein wie den Syenit, sondern auch den Kalk unseres Karstes, also das Punkwatal.

Während der erste oberwähnte tertiäre Talboden der beginnenden Punkwaver tiefung auf dem Plateau dahinschwebt, setzt am zweiten tertiären Talboden (rechts) nun die lückenlose und stufenweise Senkung bis zur heutigen Talfohle herab ein. Zu dieser zweiten, dauernd gewordenen Talanlage (gegenüber dem erhaltenen spätertären Urtale links) senken sich Quertäler, die zunächst als Oberflächentäler die Platte durchzogen und den ersten Talboden querten. (Eingesetzte Quergliederung in ursprüngliche Längsgliederung (durch seitliche Verschiebung der Hauptentwässerungslinie) — auch im Karst). Die Sohle des ersten tertiären Talboden und der Seitentäler zum zweiten sind dolinendurchsetzt. Mir galten vom ersten Augenblicke der Wahrnehmung an der alte tertiäre Talboden wie die hohen Quertäler, beide mit dolinendurchsiebten Sohlen, als der steckengebliebene Zustand bei der Umwandlung der erst oberirdischen in die nachfolgende unterirdische Entwässerung ¹⁾. Der embryonale Zustand des Überganges der ober- in die unterirdische Entwässerung hat sich hier anschaulich erhalten: wie eine Lachenkette das Verliegen, deutet hier die Dolinenkette das Verlinken des oberirdischen Gewässers an. Dieser altertümliche Zustand hat sich vermutlich erhalten wegen der erwähnten Verlegung der Hauptentwässerung nach rechts. — Das offene, an 100—130 m tiefer gelegene Punkwatal hat jedoch mehr Phasen durchlaufen, einmal die oberirdische tertiäre Entwässerung, dann den Übergang in die unterirdische Entwässerung mittels dolinendurchsiebter Talfohle, die Ausgestaltung des geschlossenen oder streckenweise geöffneten Höhlenganges, die vollständige Öffnung des Höhlenverlaufes durch partielle Einbrüche (Einbruchketten), das Verlinken des Talwassers unter die Sohle des Trockentales, wobei jeder einzelnen Phase wieder mehrfach zusammengesetzte Vorgänge entsprechen. Die linksseitig länger und besser entwickelten Seitentäler brechen teils als Hängetäler im Karst frei über viel jüngerem, steilwandigem Einschnitt ab, teils stellen sie, wie ein zweites Seitental, durch die Dolinenreihe der Sohle, eine steckengebliebene Talbildung dar. Wenn auch diese Dolinen viel jünger sein können als die zugehörigen Talböden, so zeigen sie in ihrer Breite, Tiefe und ihrem Abstand voneinander den Drang des Oberwassers zur Ausbildung unterirdischer Gerinne. Sie münden vielleicht in Schloten und Dome, ihren Zwischenriegeln dürften Zwingen entsprechen. Übrigens sind ineinandergeschaltete Dolinen (analog dem Tal im Tal, der Terasse

¹⁾ Dr. Absohon, der überaus erfolgreiche Höhlenforscher, kennt die Dolinen schon lange und betrachtet (so im »Führer durch den Mähr. Karst, 1912«) die Dolinenzüge als Anzeichen des Verlaufes unterirdischer Höhlengerinne.

in der Terasse, dem Trog im Trog) vorhanden, welche mit Sicherheit mindestens zwei getrennte Zeiten der Dolinenbildung erkennen lassen. Die jüngeren, meist scharfrandig in die älteren, mehr muldigen Dolinen eingelenkt, besitzen kleineren Aktionsradius, wie die jüngeren Terrassen kleineres Quermaß in den älteren. Die Quergräben der rechten Seite dagegen sind viel kürzer und zeigen neben der Umfassung der »Talschlüsse«, die Heritsch (Tertiäre Talniveaus im Stubalpengebiete. Mitt. d. Geogr. Ges., Wien 1922, S. 85) beobachtet hat und bei meinen Aufnahmen im Steinitzerwald vor etwa 15 Jahren festgestellt wurden, auf ein Durchgreifen der jüngsten Diluvialgerinne, in Form von Einbohrquellnischen durch die ältesten »Talschlüsse« hindurch bis an den Plateaurand.

Die Mazocha enthält dieselben Phasen wie das offene Öde Tal, ist der durch besondere Umstände (Kreuzung von Höhlenlinien) bedingte Anfang der Öffnung des unterirdischen Punkwatales. Vor mehr als 15 Jahren wurde anlässlich eines Schulausfluges die Mitteilung gemacht, daß es sich in der Mazocha um einen doppelten Deckeneinbruch handelt; bemerkenswerterweise ist Dr. Absolon, gänzlich unabhängig von dieser Mitteilung zur selben Anschauung gelangt (siehe »Führer«). Allein eine genauere Betrachtung ergab, daß wir mit zwei Deckenstürzen nicht auskommen, sondern vier größere Deckenstürze annehmen müssen und es läßt sich sogar eine Verdoppelung der »Dome« und eine Verschiebung der Domlagen in den verschiedenen Etagen nachweisen. Es bedarf keines allzu geschulten Blickes, um zu erkennen, daß die Trichterreihe am nordwestseitigen Plateaurande der Mazocha nichts anderes ist als die stehengebliebene Halbdolinenreihe oder der Rest der Dolinenreihe, deren Schlotte sich nach der Tiefe verlieren, während der Gegenflügel der Dolinenreihe im Bereiche der Mazocha in die Tiefe gestürzt ist. Für diese Stelle also scheint Dr. Absolon, bei dem ich obige Auffassung bisher nirgends gefunden habe, unbedingt recht zu haben, insofern er in Dolinen einen Fingerzeig für unten vorhandene Höhlen sucht, denn hier gelingt der Beweis umgekehrt: unten sind die Höhlen aufgeschlossen, oben sind die Dolinenhälften nachweisbar. Die Felsrippen, welche die Dolinen (wie Wasserscheiden die Einzugsgebiete von Bächen) trennen, dürften als Brückenbögen zwischen den unten sich wölbenden Domen gleichfalls eingestürzt sein und haben sich, auf Pfeiler reduziert, die die halben Trichter trennen, erhalten. — Die Mazocha ist daher ein lokaler und gänzlicher Einbruch der Talöffnung, für den jene Seitentäler nur das Anfangsstadium darstellen. Gleich jenen vermittelt die Mazocha die Vorstellung vom Werden des offenen Punkwatales. Auch in diesem sind vorwiegend zwei Felswandgürtel, ein oberer und ein unterer, ausgebildet mit ausgesprochener, oft durchkelteter Zwischenterasse. Diese Kelche sind vielfach etwas ähnliches wie die Halbtrichter, die an der Mazocha vorkommen. Sie entsprechen den Quellnischen des undurchlässigen Geländes, nur gehen sie nach unten alle in steilere schlotförmige Öffnung über, darin den Unterschied zwischen geneigtem und vertikalem Wasserabzug wie er zwischen undurchlässigem und durchlässigem Gelände besteht, veranschaulichend. Die Ausbildung der Talräume innerhalb dieser Hauptabschnitte ist eine sehr mannigfaltige; auch ich war seit Beginn meiner Forschungen, gleich Absolon, durchaus der Meinung einer oberirdischen Eintiefung des heute oberirdisch eingeschnitten erscheinenden

Haupttales. Dem Gedanken an sukzessive Einbrüche, und zwar in den verschiedenen Entwicklungsphasen, bis zur Herstellung des zusammenhängend offenen Tales, stand ich auch bei Wiederaufnahme dieser Forschungen fremd gegenüber. Die Häufung von Daten für ein früheres Höhlental, daß vermutlich ruckweise Einbrüche und eine Vereinigung dieser Kessel zu durchlaufendem oberirdischen Karsttale stattgefunden haben, das das Kulmtal mit dem Syenittal verbindet, läßt sich nicht mehr gänzlich abweisen. An Beispielen, die diese Ansicht stützen, fehlt es nicht. Man findet oberirdisch einen Deckeneinbruch mit erhaltener Trümmerverteilung und Sohlen mit Trümmerhügeln. So ist SO von Sloup, noch vor den Schwinden hinter dem Felsen versteckt (im Hintergrund der ersten linken Rafenbucht), an zwei senkrechten Klüften ein vollkommener Korridor eingebrochen; er ist ein verkleinertes Bild der steilwandigen Punkwatalabschnitte. Fehlen deren Sohle die Trümmerhügel des Deckeneinsturzes, — was jedoch nichts zu befagen hat, es sind ja Terrassen vorhanden, in welche sie durch Verschwenkung gelangt sein können, — so sind beim obgenannten Korridor in Form übereinander getürmter Trümmer, in reichstem Maße vorhanden, auch geht eine Punkwahöhle unterhalb durch, so daß hier Ursache und Wirkung knapp beisammen sind. Am bequemsten ist der Nachweis eingestürzter Höhlen auf den älteren Talbodenresten; die Stümpfe, auf denen die Höhlenwölbung aufruhet, von der ab und zu noch ein Bruchstück erhalten ist, sehen noch. An manchen Stellen des Tales findet man unzweifelhafte Spuren, daß hier streckenweise wenigstens, Höhlen gestanden hatten. Ein freistehendes Höhlentor, der Rest eines eingebrochenen Höhlenganges, findet sich etwas unterhalb des Punkwaaustrittes vor dem Straßenknie, im linken Talgehänge oben im Walde versteckt. Ein ähnliches, großartigeres Beispiel fand der Verfasser bei seinen Karststudien in den Steiner Alpen am Südhang der Raducha (2065 m): ein stehengebliebenes Höhlenportal und dahinter der kreisähnliche KuppelEinsturz des früheren Höhlengewölbes. — Zu Ende der jüngsten Eiszeit und in der Stadialzeit floß noch eine Punkwa durch das Tal, zuletzt gänzlich oberirdisch. Die Beziehung des oberirdischen Flußlaufes zu seinen teilweisen Abzweigungen in den Fels und nebeneinanderlaufenden kleinen Höhlenstrecken sind zu beachten; die Spornhöhlen, deren Typus aufgestellt wurde und denen eine eigentümliche Stellung im Talganzen gebührt, wurden eingehend gewürdigt, ebenso die inaktiven und heute mehrfachen aktiven Flußschwinden und Austrittsstellen. Der Zusammenhang zwischen oberirdischer und gleichzeitig unterirdischer teilweiser Entwässerung in einem zwischen undurchlässigen Zonen eingeschalteten Kalkband wurde studiert: Durchgangshöhlen als Erweiterung von Spornhöhlen und als Höhlentalbruchstücke erkannt; das System von Zulaufhöhlen, die mit ihren Spitzen in Dolinen beginnen und vielfach bloßgelegt, baumartig verästelt die Gesteinsmasse durchdringen, in eine Parallele mit offenen Nebengerinnen gestellt. — Besonders das Netz der bloßgelegten Zulaufhöhlen (früher meist geschlossene und wasserführende Röhren, Ponore, welche durchschnitten und durch Wegfall der einen Wandhälfte im vertikalen Längsdurchschnitt jetzt geöffnet worden sind), sind ein wichtiges Beweisstück für einstige Höhleneinbrüche im heute geöffneten Tal. Sie finden sich an der heute offenen Talfelswand, sind aber ein Werk unterirdischer Entwässerung. Von

den Gehängerillen unterscheiden sie sich durch den Mangel des Gefälles zur Talmitte. Aus bald horizontalen, bald senkrecht abgknickten, vertikalen Strecken zusammengesetzt, bald durch senkrechte, scharfe karrenartige, bald durch ringartige, horizontale Rippen gegliedert, mit Sinterdecke, die auf dem oberflächlichen Fels fehlt, ausgekleidet, treten sie bald unvermittelt aus dem Felsen hervor oder verschwinden in diesem, in ihrer Richtung nicht durch das Hanggefälle bestimmt, sondern durch die wirt umspringenden Stellen des geringsten Widerstandes im Kluftnetz, Erzeugnisse des Felsinnern, in einheitlichen Zusammenhang gebracht nur durch den alles beherrschenden Abzug zur Tiefe. Sie führen anschaulich vor Augen das mehr vertikale Netz unterirdischer Wasserzirkulation. Teilstücke von ihnen sind gebogen wie Syphonröhren. Sie finden sich am schönsten an den Wandungen des eingefürzten Korridors bei Sloup, sie treten als Mündungen zahlreich in den Höhlendecken auf (Abso lon erwähnt häufig an solchen Stellen »Kamine«, welche vermutlich daselbe sind), man findet sie in Höhlendachresten des offenen Tales, besonders schön am Wege zur Mazocha, über dem Punkwaustritt und etwas talauswärts an der Straße rechts. — Die Anwesenheit von hochgelegenen Höhlen, deren stehengebliebene Wand heute offenes Talgehänge geworden ist, findet sich besonders am Chobot(=Kamm) über der Katharinenhöhle. Die Zeugnisse der Höhle liegen hier in Trümmerstücken aus Tropfstein und verlinterten Schutthaldenresten unmittelbar zutage. Der Tropfstein mindestens setzt ein Höhlendach voraus, von dem das Wasser troff. Allein auch die verlinterten Halden verdienen als Beweisstücke Beachtung insoferne es nirgends gelang an offenen Halden, die am Fuße von Felswänden sicher am Tage gebildet worden sind, neben ihrer grauen Verwitterungsfarbe Sinterbildungen nachzuweisen. Dies ist auch theoretisch nicht wahrscheinlich, da das Regenwasser, das sie trifft, keinen Kalk führt. Gegen die Bildung durch einen oberirdischen Quellaustritt — welcher Art Vorkommnisse mir bis jetzt im Mähr. Karst unbekannt sind, — spricht die Zertrümmerung des Sinters. Sind bei dieser zu Tage geöffneten Höhle noch die stehengebliebenen Höhlenwandreste, die Einbuchtungen einer Folge kleiner Dome, dann die von oben hereinreichenden Schlotte mit ihrem Felszierat, dann die die Dome trennenden Vorsprünge, Stellen alter und außer Funktion gesetzter Zwängen (»Zwingen«=Syphone), der Schutthaldenaum des Deckeneinsturzes erhalten so ist die alte Höhlenhöhle nicht mehr eine ebene Leiste, in die die Gehängekelche einer heute tieferen offenen Talstage, gewissermaßen die ältere Fläche aufliegend, hereinreichen, sie zerlappend und in eine Vorsprungreihe auflösend. Einen anderen Höhlenrest, unweit vom vorigen, schon auf einem Plateauvorsprung, am Ende des Plateaurandes, an dem der Kamm ansetzt, erblicke ich im »Rittersaal«, einer rundlichen, baumbewachsenen Hochfläche, an deren Rande kleine Kalkhügel aus festem Gestein aufragen. Sie scheint das Stück einer einstigen hochgelegenen Flußhöhle, mit eingebrochenem Höhlendach und stehengebliebenen Deckenstümpfen zu sein, nicht mehr im Tal gelegen, sondern auf dem Plateaurand befindlich. — Weitere Beweisstücke bieten für eine zweite Gruppe von Seitentälern die kleinen Seitengerinne. Es sind das nach oben aufgeschlossene Höhlengerinne einstiger unterirdischer Gewässer. Ihr Kennzeichen ist ein auffälliger Stufenbau wie er Höhlengerinnen eigen. Sie zeigen dieselbe Folge

von enggedrängten Stufen und sanft geneigten Strecken wie die schönen Profile der Höhlengänge unterirdischer Wasserabläufe bei Abfolon. Ihre Weitungen der sanften Stellen haben Spuren seitlicher Wasserwirkung (Kapellennischen, aufgeschlossene Grotten); sie enden hoch über senkrechten Wänden als »Hängetälchen« wie das der Mazocha über dem Punkwatal.

Der ausgesprochene Zweck, weshalb ich vor mehr als 15 Jahren die Erforschung der Täler des Mährischen Karstes begann, war der Versuch der Parallelisierung der Diluvial- und Tertiärtäler mit den Höhlenhorizonten. Ich war damals der Meinung, daß die Höhlenausgänge etagenweise angeordnet seien (was bis zu einem gewissen Grade ja zutrifft) und daß jedem Höhlennetze ein Talhorizont entspricht, auf den die Höhlen in gleichem Niveau ausmünden. Dieser Gedanke ist angeregt und gerechtfertigt durch den Austritt der Punkwa und anderer Karstwässer im Niveau der Talsohle. Also, so schließt man, müsse auch in früheren Zeiten, als der Talboden höher war, das Karstwasser in höherem Niveau gemündet haben. Das setzt natürlich voraus, daß die Höhlenbildung nicht tiefer gehen konnte, als das benachbarte offene Talniveau, daß gewissermaßen ein Denudationsniveau für die Höhlengänge gebildet hätte¹⁾ und das setzt wieder voraus, daß ein Gefälle im Kalk unterhalb des Talniveaus nicht existiert hätte, daß alles fließende Wasser im Kalk zum Talniveau ausgeströmt wäre. Das hätte zur Voraussetzung, daß der Kalk unterhalb des Talniveaus wasser-gefüllt wäre und damit das darüber befindliche Wasser ins Freie drängen würde. — Obwohl nun Höhlenmündungen in verschiedenen Talniveaus vorhanden sind und auch Höhlenwasser jetzt in diesem austritt, so trifft diese Voraussetzung nicht oder nicht ganz zu. Einmal ist vermutlich nicht genug Wasser vorhanden, um den Kalk auch unterhalb des Talniveaus ganz zu füllen, dann dürfte auch kein gestautes Restwasser alle Poren unterhalb des Talniveaus füllen; Trockenhöhlen sind unterhalb des Talniveaus vorhanden als Zeugnisse früherer wasserreicherer höhlenbildender Zustände. Endlich bewegt sich fließendes Wasser einigermaßen abgedichtet in unterirdischen Gerinnen. Wenn es also trotzdem an der Talsohle austritt, so geschieht dies wahrscheinlich unter der Einwirkung der Verschneidung ober- und unterirdischer Gerinne und des Wasserabflusses gegen den Ausgang des Karsttales zu und gegen den Syenitrand hin. Die heutigen Trocken-täler spielen also noch immer eine Rolle, nicht nur indem sie im oberen Abschnitte die Überschülfe, die die Höhlen nicht oder nicht so rasch aufzunehmen vermögen, übernehmen und streckenweise weiterführen, sondern indem das ihnen entzogene Wasser im unteren Talabschnitte in sie zurückkehrt und durch sie in ihrem unteren Teile wenigstens talaus geführt wird. — Unsere Parallelisierung von Tal- und Höhlenhorizonten scheint also nur für die Übergangszone des Kalkes Geltung zu haben, wo selbe dem impermeablen Gesteine benachbart sind und die unterirdischen Gewässer und Höhlengerinne entweder bestimmt wurden zum Talniveau zurückzukehren oder der Auftrieb von unten sie bestimmte oberflächlich aufzutauen. Es scheinen daher gewisse Gruppen von Höhlungen und Höhlen beim Eintritt

1) Das untere Denudationsniveau im Kalk ist vermutlich jene unübersichtliche und unregelmäßige Fläche, welche wir erhalten würden, wenn wir die tiefsten, vom Wasser erreichten Klüftpunkte miteinander verbinden, oder an welcher ein vorhandenes Tiefenwasser an das noch zirkulierende Wasser (oberhalb) grenzt.

der Täler in den Kalk eine andere Funktion als beim Austritt zu haben; erstere leiten das Wasser aus dem Tale in Kalk ab, letztere führen sie dem Tale zu. Das senkrechte steile Kluffgefälle bewirkt dann in der Eintrittszone, daß der Wasserstrang von hier nach dem Ausgange zu einem an zwei Punkten aufgehängten und herabhängenden Seile gleicht, mit steilem oberen und flachem unteren Teile, welche letzterer unter dem Auftriebsdrucke des benachbarten undurchlässigen Gebietes aufwärts ansteigen kann. Diesen Zusammenhang zwischen unter- und oberirdischer Entwässerung für die Diluvialzeit nachzuweisen habe ich mir in meiner ersten Begehungsreihe vor dem Weltkriege als Aufgabe gestellt ohne die seither so fortgeschrittene Kenntnis des Kalkinnern, und angenommen, daß der Diluvialzeit selbständige Höhlengerinne entsprechen wie selbständige Horizonte im offenen Tal. Ich glaubte damals allein mit dieser Ansicht zu stehen und bei diesem Parallelisierungsversuch, der zunächst eine Arbeitshypothese abgeben sollte, auf starken Widerstand zu stoßen. Erfreulicherweise nimmt auch Absolon («Führer», S. 238) einen noch unerforschten Zusammenhang zwischen den Höhlen und Etappen der Talbildung an; Absolon ist insbesondere geneigt, größeren Schmelzwassermassen des Eiszeitalters eine wesentliche Anteilnahme an der Ausgestaltung der Höhlen zuzuschreiben; nur glaubt er, daß diese Schmelzwassermassen in den Interglazialzeiten, da die Eismassen abgeschmolzen wären, wesentlich gewirkt hätten (nebenbei von welchen Seiten sollten diese Schmelzwasser in den Karst gelangt sein?). Auch sind nach meiner Ansicht die Interglazialzeiten (eher) Zeiten in denen die Eismassen bereits abgeschmolzen, die Schmelzwasserfluten bereits entfernt waren). Hingegen stellen nach meiner Anschauung die Eiszeiten selbst Zeiten gesteigerten Niederschlages dar. (Siehe »Korsika«, Abh. Geogr. Ges., Wien 1910). Demnach wären die Eiszeiten, selbst im Karste, eine Zeit gesteigerter Höhlenbildung gewesen. Andererseits ist es meiner Anschauung durchaus entsprechend, daß auch Absolon eine Gliederung der Höhlenbildung nach der Gliederung des Eiszeitalters anzunehmen bestrebt ist. Es wird damit der Grundsatz getrennter Erosionsperioden für Höhlen zugegeben, für den ich die Nachweise zu finden hoffte, ein Grundsatz der schon vorher auf Fluß- und Gletschertalbildung angewendet worden ist. Nach meiner ersten Anschauung war für mich die erwähnte Höhenlage der Höhlenmündungen und deren Zusammentreffen mit Talterassen für das Alter der Höhlen maßgebend. Absolon, der diese Ansicht nicht kannte, weist in seinem »Führer«, S. 241, darauf hin, daß man davon abgekommen sei, daß die Höhenlage der Höhlenmündung über ihr Alter etwas aussage. Allein auch Absolon muß («Führer», S. 192) zugeben, daß eine Reihe in selber Höhe befindlicher Höhlenmündungen (wie sein Horizont älterer Punkwaaustritte) der Ausmündung eines Grundwasserhorizontes entspricht. Demnach müssen wir zu einer Gliederung der Höhlenmündungen schreiten und sie einteilen in solche, die in Verbindung mit Talterassen stehen, welche über ihr Bildungsalter etwas auslagen, und solche, die für die Bestimmung der Bildungszeit unverwendbar sind. Absolon hat unzweifelhaft recht, wenn er die in beliebiger Höhe zufälligen Wandanschnitte befindlichen Höhlenmündungen von »Seitentälchen« zur Bestimmung der Bildungszeit der Höhlen für ungeeignet hält. Flußhöhlen, welche heute 50 bis 60 und mehr Meter unter

der jüngsten diluvialen Talfohle liegen, sind in Bezug auf den gleichalten Talboden ihrer Höhenlage nach nicht ohne weiters identifizierbar. (Jede Gleichstellung ober- und unterirdischer Wasserläufe setzt natürlich die Annahme der gewissen Gleichzeitigkeit beider Entwässerungsarten in einer der Sammelzeiten der Erscheinungen voraus). Dagegen sind schlotförmige Mündungen der Zulaufrohren in Höhlendächern schon Anhaltspunkte, nicht als Horizont, aber als Höhenzone verwertbar. Sie vertreten anscheinend die Stellen von Bachmündungen von Oberflächengerinnen, nur daß sie vielleicht dichtständiger sind. Weiters wird die Häufung von Höhlenmündungen einer Höhenlage, den Austritt des Wasserstromes in das offene Tal bezeugend, von Abolon selbst zugestanden. Diese werden vermutlich aus Zeiten stärkerer Wasserfüllung im Karste auch weiter talaufwärts sich finden. Eine weitere und vor allem zweifellose, jedoch meist nur auf kurze Strecken eintretende Beziehung beider Entwässerungsarten ist die besonders an den offenen Talrändern in Unmasse auftretende, von mir ausgeschiedene Kategorie der kurzen »Spornhöhlen«, welche, in engstem Bezug zu einstigen Talwässern stehend, dem spontanen Abirren und Wiedererscheinen der Talwässer im benachbarten Fels zwecks Wegkürzung ihre Entstehung verdanken und an alle Talbiegungen geknüpft sind. (Sie demonstrieren im Kleinen und wiederholt, mehr horizontal, das kurzstreckige Abreißen der Oberflächenentwässerung wie es einmal und mehr vertikal das Verlinken des Karstwassers zwischen Ein- und Austrittspunkten im Karste dartut). Sie sind meist Höhlen mit Zwingen oder gar Aderverästelung, meist undurchkriechbar und entsprechen den Sehnenkürzungen von Flußschlingen offener Gerinne. Allein je näher und sicherer ihre Beziehungen zum jeweiligen Talniveau sind, indem sie lokal kurzstreckige Abzweigungen des heutigen offenen Tales darstellen, so sind sie eben nur ein Beweis, daß Beziehungen offener und geschlossener Gerinne stattfinden, sind aber sonst, an die offenen Gerinne angeschlossen, ganz unverwertbar für die Bildungsgeschichte des gleichzeitigen Höhlenganges, wenn sie nicht fallweise, was bei der Durchlässigkeit des Kalkes und der Anwesenheit tieferer Höhlengerinne naturgegeben sein kann, auch mit diesem in Verbindung treten. — Der unzweifelhafteste Zusammenhang endlich zwischen Höhlengang und Talterasse ist, wie schon angedeutet, endlich am Anfang und Ende der Flußhöhle gegeben, an der Schwinde und Austrittsstelle, der Stelle, wo die Talterasse, aus impermeablen Gebieten kommend, am Höhlenbeginn landet, und der Stelle, wo sie wieder zu entspringen scheint. Wir können ältere Talterassen zu inaktiven Schwinden verfolgen und auf rezentem Bachschotter in die heutigen Wasserhöhlen eintreten. Damit ergibt sich auch eine seitliche Verschiebung der Eintrittspunkte in der Diluvialzeit. Zwischen diesen Fixpunkten des Anfanges und Endes geht die heute oberirdische Talfohle gleichsinnigen Gefälles und der unterirdische Punkwalauf einen getrennten Weg. Der rezente Höhlenlauf der Punkwa liegt wahrscheinlich insgesamt tiefer als die Sohle des offenen Tales. Nicht zum Tale fließt Wasser herab, sondern aus diesem, wenn solches vorhanden ist, hinab zum Höhlengrund. Das Höhlenwasser betritt erst das Tal, wo dessen Niveau vom Tale geschnitten wird. Daher konvergieren die Höhlen und die zumeist hoch über jenen schwebende offene Talfohle talaus, jene mit geringerem, diese mit stärkerem Gefälle. Der Slouperbach,

und mit ihm die ganze Reihe der in die Devonkalkzone eintretenden Bäche des Kulm, stürzt sich beim Betreten des Kalkes wie ein Wasserfall über eine Felskante in die durchlässige Tiefe des Kalkes, um nach diesem auffälligen Gefällsbruch der oberen Ponorreihe in mehr oder minder sanftem Gefälle dem Ausgange zuzustreben. Der ganze Punkwalauf im Kalk ist ein einziges, etwas schräg gestelltes kommunizierendes Gefäß, dessen oberer Schenkel (Slouper Schwinde) über 60 m, der untere wohl über 30 m (Auftriebwasser des Punkwaustrittes) hoch ist und deren Verbindung der mäßig geneigte ganze Punkwahöhlenlauf ist. Das Punkwa-trockental verbindet die hohen Enden des kommunizierenden Gefäßes. Daher ist eine Altersbeziehung zwischen beiden Talsohlen durch Höhlenmündungen nicht gegeben. Wenn wir daher aus Abfolons und seiner Vorgänger Höhlenforschungen das Vorkommen mehrfacher Höhlenetagen links vom offenen Tal kennen lernen, von denen die höheren der Höhenlage des heutigen Talniveaus näher liegen, so kann eine Parallelisierung meines Erachtens in dem Sinne erfolgen, daß wir zu den höheren, sanft geneigten »Böden« älterer kommunizierender Gefäße den zugehörigen »offenen« Talboden in einer Höhe suchen, die etwa um das Intervall der Höhlengänge oder um die Differenz zwischen heutiger Talsohle und zugehöriger Flußhöhle höher gelegen ist. Dabei müssen wir die Frage offen lassen, ob eine Differenz der offenen und geschlossenen Gerinne einer bestimmten Zeit früher kleiner oder größer gewesen ist. Es ist wahrscheinlich, daß mit der Dauer der Verkarstung die Differenz, das Intervall zwischen offenem und zugehörigem geschlossenen Gerinne (der Verlenkung des Höhlenlaufes) mit der Zeit gewachsen sei. Jedenfalls wäre damit ein gewisser Anhaltspunkt gegeben zu bestimmtem offenen Gerinne die Lage des zugehörigen Höhlenganges in vertikalem Sinne angenähert anzunehmen. Sollte sich diese Verschiebung der beiden Entwässerungen bewahrheiten dann sind der Slouper Trichter, das große Terrassenfeld von Kulmschotter, das sich keilförmig in den Karlt hinein spitzt, und mit ihm all die Talweiten am Beginn der Karlttäler nur Nachfahren einst höher gelegener und zerstörter älterer Trichter, zugehöriger Schwindenlagen und Ponorstürze. Der Rekonstruktion früherer Formen, diesem neuen, wichtigen Behelf morphologischer Forschung, scheint nicht nur in Glazial-, sondern auch in Karltgebieten eine größere Bedeutung zuzukommen.

Das Zusammenvorkommen oberirdischer und unterirdischer Flußsohlen (auch heute soll, wenn die Slouper Ponore das Überschwemmungswasser nicht fassen können, dieses durchs Trockental zu den Verliegstellen laufen; im Eiszeitalter war der Fassungsraum der Höhlen vermutlich nicht groß genug, so daß ein größerer Wasserteil dauernd an die »Oberfläche« gedrängt wurde) scheint schwer vereinbar mit der Auffassung der offenen Talsohle als schrittweise eingestürzten Höhlenganges. Doch ist im oberen Teil sein Abstand von der Hochfläche ein ähnlicher, wie sein Abstand von der heutigen Wasserhöhle unter ihm. Vielleicht ist er der »Boden« eines tertiären kommunizierenden Höhlengefäßes, das eine durchgreifende Umgestaltung und schließliche Freilegung in der Diluvialzeit und ihrem reicheren Einstrom von Kulmschotterbrücken erfahren hat. Die Verdoppelung der älteren Talböden, der Wasserreichtum der Diluvialzeit, die vertikale Zersplitterung und

endliche Zusammenfassung der teils ober-, teils unterirdischen Gerinne (wie sie bei Obergerinnen seitlich geschieht) bieten ebenso Schwierigkeiten wie Erklärungsmöglichkeiten. Das bruchlose Durchlaufen der Trockensole aus dem Kulm durch den Kalk in den Syenit wie die Terrassierung der Talwände schließen das Öde Tal ebenso den Oberflächengerinnen an, wie die früher erwähnten Beweisstücke die Existenz von Höhlen in Sohle und Flanke in heute offenem Gelände dartun. Selbst die Talwindungen sind kein Gegenbeweis gegen einstige unterirdische Entwässerung; in der Flußhöhle Kulna ist ein Schlingenstück eines unterirdischen Flusses gefunden, der unterirdische Slouperbad hat nach der Kartierung Absolons mehrfache unterirdische Windungen; die Zunahme der Schlingenkrümmung und die Herauspräparierung der Sporne nahm in der Diluvialzeit besondere Formen an im Sinne einer Verschärfung der Sporne; so spricht die Existenz langer, geradliniger Talstrecken gleichfalls für die unterirdische Anlage des Tales in der Mittelzeit. Ich möchte daher das Tal im Ganzen als aus Höhlenstücken hervorgegangen, aber in seinen einzelnen Bildungsabschnitten als der oberflächlichen Entwässerung nahestehend bezeichnen.

Es sind daher zwei Parallelisierungen von Höhlengerinnen mit Talsohlen nötig: einmal die der geschlossenen Höhlengerinne mit den offenen Talhorizonten; sie ist schwieriger, da die Terrassenniveaus und Höhlenniveaus einander nicht entsprechen, allein sie haben einen fixen Ausgangs- und Endpunkt, die Eintritts- und Austrittstellen und deren sicherlich auch feststellbare Verschiebungen im Zeitlauf. Im allgemeinen hebt sich heute bereits ein altdiluviales und jungdiluviales Höhlennetz heraus nach der Höhenlage des Austrittshorizontes. Da die Höhlensysteme weniger zahlreich als die diluvialen Zeitabschnitte zu sein scheinen, Tieferlegungen aber unbedingt stattgefunden haben, wird man Vereinigungshöhlen annehmen dürfen, das heißt, einen Höhlenzug, welcher zwei oder mehrere vertikal übereinander befindliche, ineinander übergehende Höhlengänge verschiedener Zeiten in sich begreift. Im allgemeinen dürften die tieferen Höhlenzüge (die diluvialen) untereinander vielleicht näher gelegen sein als die höheren (tertiären) wenn man sie in Vergleich stellen könnte mit dem Abstand der diluvialen und tertiären Talhorizonte. Dann dürften vielleicht die Höhlen der Diluvialzeit eher zu Vereinigungshöhlen neigen als die eventuellen der Tertiärzeit. Der Übergang aus der höheren Wasserhöhle, bei ihrer Außerfunktionssetzung, in die tiefere erfolgt durch deren Vereinigung bei kleinem Höhenunterschiede oder Durchliebung der älteren Sohle bei größerer Sprunghöhe. (Dafür sprechen unterirdische Höhlenbrücken als Nachweis von Querprofilen verschiedener Höhlenetagen). Die zweite Parallelisierung betrifft die Verbindung der zahlreichen Höhlenmündungen in den Flanken des Öden Tales mit dessen älteren Talsohlen. Unter Ausscheidung der für die Bestimmung der Bildungszeit unbrauchbaren hat man hauptsächlich Zulaufrohrenbündel und an Terrassen geknüpfte Spornhöhlen zu beachten, deren enggedrängte Ein- und Austrittstellen hier eine ähnliche Sicherheit gewähren wie Schwinden Aufquellstellen beim großen kommunizierenden Gefäß. Andere Höhlen zweifelhafter Art harren noch der Erforschung.

Bei einer der (seit meiner Verletzung) nun selten möglichen »Forschungsreisen nach Brünn« ist mir endlich das seit Jahren erstrebte vollständige

Diluvialprofil des Sloupertales, und zwar an seinem Anfange, glücklich. Es setzt daher meine Forschung der Diluvialtiefe im Mohrtale (am alten Vulkane Raudenberg) und in den Gebirgstälern Korfikas fort. Das Diluvialtal erweist sich als die tiefste Abteilung des tertiären Tales, in dessen Sohle es eingefenkt ist, mit dessen höheren Talwandungen es ein Talganzes bildet. Es ist mindestens sechsstufig, jede Stufe hat ihren gesonderten Devonkalksockel, ein Horizont tritt über der Niederterasse kräftig hervor. Die ältere Decke ist zirka 2 m mächtig, stark verwittert und 18 m über dem Trockental. Die gesamte Diluvialtiefe beträgt etwa 30 m. Hat man die diluvialen Abstufungen einmal erfasst, so findet man sie immer wieder in den zahlreichen unteren Spornen, welche von rechts und von links gegen den Talboden vorspringen, oder als Felskopfreihe oder als schmale Leisten an den geradlinigen Talgehängen dahinstreichend. So besonders deutlich beim Sporn zwischen den Km Steinen 12'2 und 12'4, dann bei den großen Kehren $\frac{3}{4}$ – 1 km talabwärts oder dem scharfen Felsporn im Talboden etwa 10 Min. oberhalb des Mazochanstieges. Bald sind sie plattenförmig breit oder schmal, tragen ein Endköpfchen oder sind höhlendurchliebt wie der letztgenannte, oben gefaltet durch ausgebrochene Höhlendächer, höckerig und abgebröckelt. Die Diluvialtiefen dürften gleichfalls wenn auch weniger wie die älteren Talhöhen, die talaus über ein dreifaches Höhenausmaß mit Annäherung an die Zwitta sich verteilen dürften, in dieser Richtung wachsen. Daher glaube ich, daß die mit der Annäherung an den Punkwaaustritt gehäuftten Höhlenmündungen in der relativen Höhe von 18 m über Tal, welche Höhe auch Absolon als häufig wiederkehrend anführt, dem Austritte eines altdiluvialen Wasserstromes entspricht und das dazugehörige Höhlennetz altdiluvial ist. In die Rißeiszeit stelle ich die Kulna, den schönsten Flußhöhlenrest am Talhang, dessen Fortsetzung beiderseits heute offene Talhänge bilden. Insgesamt sind die diluvialen Taltiefen verglichen mit den alpinen der Vergletscherungsgebiete nicht groß. Immerhin ist ein weiteres Maß gewonnen für die Beurteilung der Diluvialtaltiefen unserer unvergletscherten Mittelgebirgstäler was nicht ohne Wichtigkeit ist, da bislang nur die Aufschüttungen und Einschnitte der Talsohle für die Schwankungen der Flußkurven des Eiszeitalters, nicht aber auch die Mitbewegung der Talränder in Betracht gezogen worden ist.

Die Ausbildung des Punkwatales im Karst ist bedingt durch zweierlei: Einerseits durch Trockenlegung des tertiären Meeresbodens, anderseits durch Einschaltung eines durchlässigen Gesteinstreifens (eben des Karstes) zwischen zwei undurchlässigen Gesteinszonen (Syenit des Mündungs- und Kulm des Quellgebietes). Suchen wir uns die Vorgänge die zur Ausbildung des Tales führten, getrennt zu vergegenwärtigen. Für die Ausbildung des Tales im Kalk ist maßgebend als untere Erosionsbasis die jeweilige Eintrittsstelle des Tales in den Syenit. Nur bis zu dieser herab kann die offene Austrittsstelle des Kalktales jeweils vertieft sein (nur das geschlossene Höhlengerinne dürfte vielleicht tiefer reichen können). Für die Ausbildung des Tales im Kulm ist dessen Eintrittsstelle ins offene Kalktal maßgebend. Kulm-, Kalk- und Syenittal zeigen eine Einheit; (eine Einheit nach Gefälle und Gehängeanordnung: das Gefälle der Talsohle zeigt auch

im Bereich der heutigen Trockenlohle keine Unterbrechung, abgesehen von der kleinen Unterfackung der Slouper Schwinden, welche zeigen, daß das Tal in der jüngsten Diluvialzeit oder Nachdiluvialzeit flußfrei wurde; ebenso streichen die Talgehänge aus dem Kulm ohne Unterbrechung nur in ihrer Gestalt abgeändert durch die Schroffheit des Kalkes durch diesen in den Syenit hinüber). Dies ist ein Hinweis, daß die einstige unterirdische Entwässerung im Bereiche der heutigen offenen Kalktäler nie allzuweit von der oberirdischen entfernt gewesen sein dürfte. Auch der Tongehalt des dunklen Devonkalkes, seine dadurch bedingte langsame Löslichkeit, spricht für eine Verzögerung der Verkarstung. Ebenso ist die Schwindenlage maßgebend für die Ausbildung des Tales oberhalb im Kulm. Nicht aber die tiefe Höhlenlohle zu der das Wasser von der Schwinde rasch und steil zur Tiefe geht, über einen Gefällsbruch, der auf den Kalk beschränkt ist und sich nicht der Kulmtallohle oberhalb mitteilt, so daß der Bach in diese nicht im selben Maße einschneidet, und die Tiefenlage der Höhlenlohle annimmt und letztere also keine Erosionsbasis für das oberhalb gelegene Kulmtal abgibt, ebensowenig ein Fluß sein Delta bis zum Grund des Sees durchschneidet, in das er es geschüttet. Er hält sich an die Oberfläche des Deltas und dieses an die Seeoberfläche. Ebenso hält sich das Kulmtal an die Sohle des offenen Karsttales, das da gewissermaßen die Seeoberfläche vertritt. Und wie der See im Delta den Schotter aufnimmt und den Fluß zur Ablagerung veranlaßt, so verhindert auch die Schwinde einen großen Teil des Schottertransportes, es bildet sich oberhalb derselben ein »Schottersee«. So ist die Funktion des Trockentales und der Schwinde in Bezug auf das Kulmtal verschieden: ersteres sorgte für den Schotterablauf, letzteres verzögert denselben größtenteils. Vor Eintritt des Kulmtales in den Karst bilden sich demnach Talweiterungen mit Schotteransammlungen, (die sich keilförmig und schmaler werdend in den Kalk erstrecken können); die Schwinden wirken wie ein Riegel für den Schotter. Sind also das Kulm-, Kalk- und Syenittal nach Gefälle und Gehänge eine Einheit, so sind sie es nicht nach der Breite. Der Unterschied der Talbreite beim unteren Ende des Kulmtales und beim anknüpfenden Beginne des Kalktales ist daher ein morphologischer Hinweis auf den Anteil den in der gesamten Talgeschichte des Kalktales den einzelnen Ästen der vertikal jeweils geteilten Entwässerung: nämlich dem offenen (oder dem offenen nahen) Gerinne und dem tiefer gelegenen Höhlengerinne zukommt. Die Breite der gestauten Kulmtallohle zeigt, daß dem Stauriegel der Schwinden in den jüngsten Zeiten erhöhte Bedeutung zukommt, der absteigende Ast hat den Vorzug, wie es nach Durchlässigkeit des Gesteins und Schwerkraft begreiflich, vor dem ausgleichenden, das Wasser eilt zum Gefällsbruch des Höhlengerinnes und läßt über sich das gleichsinnige Gefälle des offenen Tales. Der »Schottersee« von Sloup scheint auf eine Bedeutungsverchiebung der beiden vertikalen Äste der Entwässerung hinzuweisen zu Gunsten des Höhlengerinnes, während das nicht verborgene Oberflächen-gerinne für den äußeren Eindruck mehr in den Vordergrund tritt.

Warum kommt es zur Ausbildung eines gleichzeitigen vertikalen Doppelgerinnes? Vergewärtigen wir uns Anlage und Beginn der Talbildung. Auf dem verlassenen Meeresboden wird zunächst der Kulmfluß ohne Verfinken

die Kalkzone zum Syenit paßiert haben. Nach Wegräumung einer vielleicht auflagernden impermeablen Meeresbodenschicht geriet er an den Kalk. Erster Grundsatz ist, daß sich vorher ein Gefälle im Kalk ausbildete, das das werdende Tal aus dem Kulm ins Syenitgebiet überführte. Nach dieser ersten Anlage übernahm die Führung des Oberflächentales der aus dem Kulmgebiet in den Kalk einwandernde Kulmschotter. Die Schottereinwanderung vollzog sich erhöht in allgemeinen Akkumulationszeiten, dann Überschwemmungszeiten der einzelnen Jahrgänge, endlich auch mehr durchrollend als anhäufend während der Erosionszeiten. Die erste und letzte Phase hing mit den Schwankungen der Zwitteralföhle — also der Erosionsbasis zusammen, die mittlere Phase dürfte den übrigen gemeinsam gewesen sein. Zweiter Grundsatz, der in der ersteren Phase mehr, in letzterer weniger zur Geltung gekommen sein dürfte, lautet: ein Teil des im Kalk fließenden Wassers floß unbedingt weiter, (die der horizontalen genäherten Bewegung entzieht das Wasser dem mehr vertikalen Einlickern), weil einfach keine Zeit vorhanden war, daß alles Wasser von den Klüften hätte aufgenommen werden können. Beides, das Einschleppen von Kulmschottern und Durchfließen eines Teiles ermöglichten dem Kulmflusse sicher eine Zeitlang das oberirdische Durchkommen durch den Kalk oder wenigstens das Heranschieben der Versiegungspunkte an den Syenitrand.

Die Unbefändigkeit des Wassers auf seiner vielleicht auch wenig dichten Schotterbrücke brachte es in Berührung mit dem randlichen durchlässigen Kalk, es erlitt, wie das ja auch heute bemerkt werden kann, hier und dort bedeutende Verluste, noch ehe die Versiegstelle erreicht wurde. Damit begann der Prozeß der Durchtränkung des Kalkes und die erste Beziehung zur Ausbildung einer unterirdischen Entwässerungsanlage. Aus dem gelegentlich stark gefüllten Flußlaufe tropfte es wie aus übervoller Dachrinne — in den Kalk herab. Die unterirdische Wasserzirkulation begann mit Drängen und Schieben die Ausbildung eines Klüfnetzes nach den geeignetsten Sprüngen und Klüftungsschnitten. Wir müssen erst eine obere Zone der Gesteinsdurchtränkung annehmen, während die unteren Schichten sich noch passiv verhalten haben dürften. Da nun die flußabwärts gelegenen Teile der Klüftungzone vermutlich später gefüllt und früher geleert wurden, konnte das natürliche Oberflächengefälle des Tagwassers dem Klüftungstrom mitgeteilt werden und so durch in längeren Zeiten erfolgende Auswahl von Klüften und Kluftverbindungen ein annähernd oberflächenparalleler und noch oberflächennaher Höhlengang entstehen. Mit der Ausbildung dieses ersten Höhlengerinnes wandelten sich die Klüfte in ein System bevorzugter Zulaufrohren um, teils bleiben sie als Klüfte untergeordneter Bedeutung daneben erhalten. Dieses erste Höhlengerinne dürfte zwar schon alle Unregelmäßigkeiten solcher in horizontaler und vertikaler Hinsicht angedeutet, aber doch mehr oberflächenparallel, sich doch sehr von der Form eines gewissermaßen eingestülpten Flußlaufes der heutigen unterirdischen Punkwa unterschieden haben. Die Ausbildung von Domen und damit Deckeneinbrüchen war bei der Oberflächennähe des weiteren gegeben und damit eine ruckweise Überführung des Höhlengerinnes in ein offenes Tal im Sinne der früher geschilderten Punkwatalausbildung. Öffnung des Höhlendaches und Einlauf von Kulmschotter verlegten nun den ganzen obbezeichneten

Vorgang in eine tiefere Etage. Mit der Ausbildung des ersten Höhlengerinnes war vielleicht damit die Basis für die Durchtränkung einer tieferen Zone gegeben und der Ausbildung eines weiteren Kluffsystems.

Die weiteren Erscheinungen sind abhängig von den Vorgängen am Syenitrande. Wo die erste Verriegelung lag wissen wir heute nicht. Allein wenn das Wasser verriegelte, so ist es wahrscheinlich, daß es schon damals als Auftriebsquelle am Syenitrande wieder erschien. Ebenso wahrscheinlich ist es, daß mit der Ausbildung des Kluffnetzes die Verriegelung flüßaufwärts wanderte. Neben der Kluffhöhlenbildung ging also von den Verriegelungen eine zweite Art der Wasserhöhlenbildung aus. Waren jene oberflächenparallel, so scheinen diese die Oberflächenneigung überwunden zu haben in Form eines Angelhackens, (beim Hacken die Auftriebsquelle) oder eines kommunizierenden Gefäßes. Folgten jene einer allmählichen Neigung, so steigerten diese die Neigung örtlich zum Gefällbruch. Damit scheint der Keim der Anlage gegeben, wie sie heute vollendet vorliegt. Wir halten nicht für ausgeschlossen, daß der Gefällbruch, in dem heute die Karstwässer den Karst betreten, erst nach und nach in seine heutige Stellung an den Ostrand der Kalkzone zurückgeschoben worden ist, während er vielleicht ursprünglich mehr gegen den Westrand gelegen hat. Und dieses wäre dann der Unterschied des Zurückwanderns von oberirdischen Wasserfallstufen und unterirdischen Schwindenstufen: erstere gehen allmählich ineinander über, letztere ändern sich sprungweise: mit der Ausbildung einer bevorzugten Schwindenstelle wird die vorgeschobene frühere wasserleer.

Haben wir sohin die Anfänge der Talbildung, des ersten Höhlenganges der Schwindenstufen und ihrer Zurückverlegung kurz berührt, so erfordert noch ein drittes formenbildendes Element Berücksichtigung: das Stauwasser¹⁾. An der Ausbildung des obgenannten Kluffnetzes beteiligt sich vermutlich nur ein Teil des eingelockerten Wassers, welches fließt, der andere gerät weiter in die Tiefe und stockt. Dieses in eine tiefere Klüftungszone vordringende Stauwasser kann als Pionier für die Ausbildung eines späteren Kluffnetzes angesehen werden, und dringt vielleicht bis zum Grund des Kalkes oder in grundnahe Gebiete vor. Es liegt da unten lösungsgesättigt, unbewegt wie etwa das der oberflächlichen Wasserzirkulation entzogene tiefe Meer. Allein nicht alles Stauwasser dürfte sich dem Kreislaufe entziehen; jener Teil des Stauwassers löst, formt, gerät in die Zirkulation durch Auftriebsquellen zurück, der unter hydrostatischem Druck stehend entweichen kann. Über das Stauwasser und seine Bewegung hat Alfred Grund soweit mir erinnerlich in seiner Karsthydrographie geschrieben. Wir können jenen Teil des Stauwassers, der sich unter hydrostatischem Drucke nach aufwärts bewegt und gegen die Syenitstufe ansteigt, kaum entraten zur Erklärung unserer Verhältnisse. Jedenfalls haben manche kleinere Höhlen beiderseits des Tales nahe dem Kulmrand und nahe dem Syenitrand verkehrte Funktion: die einen sind Wasserchlucker oder Schwinden, die andern Wasserspeicher oder Auftriebsquellen.

Ohne die angeregten Gedankengänge alle einzuschlagen und alle heute übersehbaren Fragen aufzurollen, schicken wir vorweg: Aus Einbruch-

¹⁾ Stauwasser ist Wasser, das entweder ruht oder sich nicht durch die eigene Schwere sondern äußern Druck fortbewegt.

ketten oberflächenparalleler Höhlengänge und sprungweiser Zurückverlegung von Schwindenstufen in Verbindung mit der Ausbildung eines tiefgelegenen Höhlennetzes durch unter Auftriebsdruck stehender Stauwasserwirkungen scheint uns das heute vorliegende Endergebnis des unterirdischen Punkwalaufes und des stark zusammengesetzten oberirdischen Tales, das aus einer nahe benachbarten Verbindung oberirdischer und unterirdischer Entwässerung hervorgegangen scheint, einigermaßen verständlicher.

Dazu bildet die Kalksteinplatte zwischen Ödem und Dürrem Tal eine Auffangfläche für Regenwasser. Es kommt wahrscheinlich in einem System unterirdischer Zulaufhöhlen zur Tiefe, vermutlich nicht ganz unähnlich oberirdischen Bachläufen, nach Zahl und Einzugsgebieten, da die Wassermassen einmal an ein Zusammenfließen gebunden erscheinen, einerlei ob es sich um oberirdische oder unterirdische Entwässerung handelt.

Dem obigen Erklärungsversuche werden Grenzen gezogen durch das tatsächliche Verhalten der Talbildung. Er bildet nur den Rahmen, in dem es möglich scheint die Mannigfaltigkeit der Einzelvorgänge einzuordnen. Er geht von einer allmählichen Durchtränkung aus. Die Wirklichkeit erleichtert nun die Erklärung, indem sicher stärkere Durchtränkungszeiten mit schwächeren oder Trockenzeiten abwechselten und sohin die Ausbildung bestimmter Höhlenebenen und Sonderung von anderen verständlicher macht. Eine grundsätzliche Änderung tritt auch nicht ein, wenn der Schwerpunkt der Bedeutung des Tales wie es der Wirklichkeit entsprechen dürfte nach der einen oder anderen Seite sich verschob. Es hieße meines Erachtens die Bedeutung des Höhlenflusses übertreiben, wollte man die heutige Talfohle nur als Überschwemmungstalfohle bezeichnen, als ob der Fluß nur zur Hochwasserzeit am Tage hätte fließen dürfen. Allein wie er heute tatsächlich zur Hochwasserzeit in das Trockental tritt, die Höhlen mehr der andauernden Lösung des Wassers ihre Ausbildung verdanken, weniger dem Hochwasser-schwallen, der sie mehr verbarrikiert — ganz im Gegensatz zur starken Wirkung des Hochwassers in offenen Gerinnen, — so wird auch früher und in manchen Zeiten vorwiegend ein Teil des überschüssigen, rückgestauten Wassers einen oberirdischen Abzug gefunden haben (partielle Rückkehr in die Anfangsform aus dauernd gewordener Endform). Das Oberflächental kann kein Hochwassertal allein gewesen sein, nicht nur wegen seiner sehr zusammengesetzten Geschichte, sondern weil es sich als Bindeglied harmonisch in die Talgeschichte des Kulm- und Syenitgebietes einfügt. — Gibt uns das Wort Durchtränkung ein Bild für die allgemeine Ausbildung des Kluftnetzes, so darf man nicht übersehen, daß es eigentlich recht spärliche Punkte sind, an denen das Auftriebswasser als Auftriebsquelle erscheint, daß sich das Wasser im Innern des Karstes auf spärliche vorgezeichnete Bahnen beschränkt, daß die Quell- und Wasserarmut nicht nur auf die Durchlässigkeit zurückgeht, sondern weil überhaupt nicht viel Wasser darin ist, daß der Kalk im Innern viel Trockenes hat, daß nach Regenzeit eher von einer Benetzung der heute ausgebildeten Kluftwandungen als von einer Wassererfülltheit gesprochen werden kann. Der »Trockenkarst« von heute entspricht eben unserer Klimallage. So kann er vielleicht genannt werden im Gegensatz zu früheren Zeiten, als der Kalk innen vor Wasser troff. Zeigt das Punkwatal die Karstalentwässerung aus zwei Köm-

ponenten zusammengesetzt, einer gefällstreu en oberirdischen oder oberflächen-nahen und einer aufsteigenden stauwassernahen Komponente, so waren auch in wasserreicheren Zeiten nicht alle Aufquellstellen des Wassers am Talausgang, wo das Wasser bald ausfindig machte, daß es hier an der Verschneidung mit dem Oberflächen-Tale bequeme Austrittsstellen gibt, zugleich in Tätigkeit. Das Maß im Haushalt der Natur zeigt auch hier eine Aufeinanderfolge in der Verwendung der Quellstellen. — Ebenso wäre es meines Erachtens unrichtig, den heutigen Zustand willkürlich auf frühere Zeiten zu übertragen z. B. das offene Tal für inselamt älter, das Höhlengerinne für jünger zu erachten oder anzunehmen, daß konstant ein Trockental ein benetzter Höhlengang unterteuft hätte. Trockental und Höhlengerinne sind nur die zwei Erscheinungsformen der Karstentwässerung, ein Dualismus der Talbildung im Karst, die Folge der Durchlässigkeit wie des durchkommenden Fließens und der Brückenbildung. Einmal was das offene Tal und sein Höhlenschatten, das anderemal der tiefere Höhlengang stärker betont, ein drittesmal alle beide von gleicher Bedeutung. Nur der Schwerpunkt verschob sich. Mit der vermuteten Rückverlegung der Schwinde und der heutigen Klimalage scheint Ausbildung und Bedeutung des Höhlengerinnes zu überwiegen. In welcher Weise der doppelte Parallelismus von Tal und Höhlengerinne bei der stufenweisen Eintiefung des ganzen Oberflächentales sich änderte, kann heute schwer vermutet werden: sicher lagen die älteren Höhlenysteme wie die älteren Talböden höher und scheint ihr Abstand vom offenen Gerinne mit der Zeit gewachsen zu sein, das in der Vertiefung aussetzende Trockental blieb im Gefälle, das Höhlengerinne konnte auch nach der Tiefe gehen, da sich sein Wasser durch die Auftriebsfähigkeit über die Gefällsschwierigkeit hinwegsetzen konnte. — So verengern die Tatsachen schrittweise den allgemeinen Gedanken und werden ihn erst richtig stellen, wenn wir sie möglichst vollständig übersehen.

Tal- und Höhlengerinne im Kalk erscheinen hier wie einem bei Betreten des Kalkes gelpaltene Schnur, deren Sehne dem offenen Tale, deren Bogen dem Höhlengerinne entspricht. Für eine nach Zeiten getrennte Abwechslung ober- und unterirdischer Entwässerung können wir hier noch keine Handhabe bieten und möchten ihr auch nicht das Wort reden, sondern für die Gleichzeitigkeit beider Entwässerungsarten eintreten, jedoch derart, daß mit der allgemeinen Tieferlegung der Gerinne nicht nur höhere Talsohlen und Höhlengerinne trocken gelegt werden, sondern auch zeitweise entweder das ober- oder das unterirdische Gerinne trocken liegt, ersteres bei geringer Wasserführung, letzteres bei Verlegung. Die Doppelentwässerung in diesem Karst erinnert etwas an einen Mühlgang, der über morsche Bretter führt und dessen Traufwasser, in einem tieferen Bächlein gesammelt, der Vereinigung mit dem Hauptgange zustrebt.

Damit sind die Probleme keineswegs erschöpft: die Anwesenheit eines tiefen, offenen Karsttales anderwärts mit Tertiärablagerungen auf der Sohle weist auf ein tertiäres Talnetz vor der letzten tertiären Meeresbedeckung; auch im Syenit bei Brünn ist die Blosslegung der oberen Ränder von mit Tertiärschichten erfüllten Gräben häufig. Bei Ruditz (siehe Absolon, »Führer«, S. 216) weist der Devonkalk Karstererscheinungen auf, welche

mit Juraschichten erfüllt sind. Wir sehen, daß die Verkarstung des Kalkes sehr verschiedene Zeiträume durchlaufen und in allen ihre Bildungen hinterlassen hat. Die obgenannte Wiederaufdeckung tertiärer Talhorizonte erschwert in tieferen Lagen natürlich das Studium der Talbildung nach Rückzug des tertiären Meeres, doch halte ich das Vorkommen im Karst für beschränkt und außerhalb des Öden Tales gelegen, das damals geschlossen gewesen sein dürfte. Im zweiten Falle dürften die ausgefüllten jurassischen Karsterscheinungen in vertikaler Hinsicht räumlich getrennt sein von den oben besprochenen tertiären und diluvialen; sie werden vermutlich die unteren, in Einlenkungen erhaltenen Reste des Jurakarstes darstellen. Die Hauptmasse des Jurakarstes dürfte mit den begrenzenden Bergmassen der tertiären Abtragung anheimgefallen sein. Heben wir den Blick von unserem Stück Land zum Vergleich mit gleichzeitigen Vorgängen in den Alpen, so dürfte eine sehr dichte Lagerung der Schichten von Oberflächenformen in diesem Teile der alten Masse vorliegen und damit im vollen Gegensatz zur weitständigen Lagerung der viel jüngeren Oberflächengebilde in hohen und frischen Glazialgebieten stehen. In der Frage der Karsthydrographie scheint mir der auch von Abolton eingenommene vermittelnde Standpunkt der richtigere zu sein und neben der unzweifelhaften Existenz geschlossener Gerinne verschiedenster Art ein nach Umfang und Wirkung noch näher zu bestimmender Anteil des Karstwassers für die Formengestaltung des Karstes in Betracht kommen.

Eine Fortführung und Vollendung dieser wie vieler anderer durch Jahre in der Umgebung Brünns begonnener Arbeiten ist durch behördliche Wegverletzung aus Brunn zunichte gemacht und abgerissen, weshalb deren Fortsetzung unterbleibt. Ein weiteres Rudiment ist die Herausgabe einer Bildermappe: 20 Photographien mit wissensch. Begleittext (bei C. Streer, Dauba): Der Brünner Karst von Außen, die eine der Fragen eingehender behandelt. —

Zum Schluß noch ein Experiment, welches einen kleinen Beitrag zur Streitfrage über Kluft- und Grundwasser (Karstwasser) im Kalk bieten soll. Alfred Grund, der so ungewöhnlich hochbegabte und im Weltkriege in so tragischer Weise ums Leben gekommene erste Führer der letzten Generation Wiener Penckschüler, hat bekanntlich im Karste die Anschauung aufgestellt, daß dieser vom Karstwasser erfüllt sei, von dessen Schwankungen die Abflußerscheinungen abhängen. Seine Gegner traten bekanntlich für ein nicht fein im Gestein verteiltes Wasser ein, sondern für die Bewegung des Kalkwassers in geschlossenen Gerinnen. (Die Mitteilungen Albert Heims in seiner Geologie der Schweiz, I. Band über die Kalkquellen des Jura und die an solche geknüpften Massenverfäulungen (ohne äußerlich sichtbaren Zusammenhang mit Infektionsgebieten) ergeben, daß der Kalk keinen Filter für das durchziehende Wasser abgibt, sowie daß den geschlossenen Gerinnen sicherlich eine große Bedeutung zukommt. Freilich dürfte dieser Umstand nicht von allen Kalken in gleicher Weise gelten wie von dem reineren des Jura). In meinen Darlegungen konnte ich eindringlich auf ein, wie ich glaube, neues System geschlossener Karstgerinne hinweisen, deren obere Anfänge und untere Endigungen lange bekannt, die aber im Mährischen Karst auch Durchschnitten häufiger erscheinen

und wegen ihrer wie mir scheint wesentlichen Funktion mit einem eigenen Namen, dem der Zulaufrohren versehen wurden; ich stelle sie mit den offenen Bachgerinnen oberirdischer Entwässerung in eine Parallele. Damit ist natürlich nur gesagt, daß sich Wasser in mehr horizontalen und mehr vertikalen geschlossenen Gerinnen und Klüften bewegt, nicht aber daß alles in den Kalk kommende Wasser mehr minder fließend zur Entwässerung gelangt. Leider ist es hier nicht möglich die Frage eingehender zu behandeln wegen der Unmöglichkeit der Beschaffung der erforderlichen Literatur. Wenn auch das Experiment, welches ich mitteile, weder vollständig noch umfassend noch wiederholt durchgeführt werden konnte, so möchte ich mir seine Mitteilung trotzdem nicht verlagern, weil ich glaube, daß der darin bezeichnete Weg der richtige ist, einigermaßen zur Lösung der Streitfrage zu gelangen. Daß sich ein Teil des in den Karst gelangenden Regenwassers, vermutlich der Großteil in geschlossenen Gerinnen bewegt, scheint sicher zu stehen. Wo befindet sich der Rest und welche Bewegungsart schlägt er ein? Wenn wir das Resultat des Experimentes vorwegnehmen, möchten wir sagen Die große Masse der Wasserzirkulation im Karste geschieht durch Klüfte und geschlossene Gerinne. Allein bei der Porosität, Wasserdurchlässigkeit und Löslichkeit des Kalkes ist auch der kompakte Fels zwischen den Klüften mit Feuchtigkeit erfüllt, die vermutlich nur in sehr verzögertem Maße an den Schwankungen des Kluft und Höhlenwassers teilnimmt. Beide Abflußarten verhalten sich vermutlich nicht ganz unähnlich wie fließendes Wasser zum Sickerwasser, wie ein offen fließendes Gerinne zu dem durch das Pflanzenkleid zurückgehaltene Bodenwasser. Schütten wir in ein mit kleinen Körnern gefülltes Gefäß Wasser, und leeren wir dasselbe sorgfältig, so stellt sich bald als eine durch die Körner verzögerte Abflußweise eine Tropfenreihe ein, die ungewöhnlich lang andauert, und uns die Sickerbewegungen und die langsame Bewegung des Wassers im Boden veranschaulicht; das ist ungefähr die Zulstromweise, welche uns die Permanenz vieler Quellen auch in Trockenzeiten erklärt. In vermutlich noch viel abgeschwächter Weise dürfte Einsickerung und Auslickerung im Kalk erfolgen.

Herr Prof. Eugen Hoffmann, mein Kollege in Mährisch-Osttau hat als Physiker über meine Bitte und Angaben das Experiment in meiner Anwesenheit durchgeführt und die Protokolle darüber in denen Vorgang und Ergebnisse aufgezeichnet wurden, mitunterfertigt. Wir nahmen zwei Kalksteine, die ich aus dem Mährischen Karste mitgebracht hatte und wogen sie im Naturzustande ab. Sodann wurden sie einem längeren Austrocknungsprozesse unterworfen, um zu bestimmen wie groß der Wassergehalt der aus der Natur gebrachten, dort im Freien befindlichen Steine gewesen war. Dieser Wassergehalt, in Teilen des Gesteinsvolums ausgedrückt, sollte die Summe der Porosität ergeben. Die Bestimmung des Wassergehalts ergab sich aus neuerlichem Abwägen der getrockneten Steine, durch Bestimmung der Differenz der beiden Abwägungen der Gesteine.

Noch waren die Gesteine luftgefüllt. Um daher das Experiment zu verkehren und die Gesteine wieder mit dem Wasserquantum zu füllen, das ihnen entzogen worden war, wurden sie unter die Luftpumpe gebracht; und damit das Wasser sofort eindringe und man das Entweichen der Luft beobachten könne, waren sie zuvor in ein Glasgefäß gestellt und vollkommen

mit Wasser bedeckt worden. In der Tat bedeckten sich die Steine, nachdem sie auf die Pumpbewegungen länger nicht reagiert hatten, mit einem dichten Pelz von Luftblasen, welcher sie auf ihren freien Flächen silbern umhüllte und lange fest haftete. Erst spät und nach und nach stiegen einzelne Blasen auf und entfernten sich von der Gesteinsoberfläche. Die ausgeschiedene Luft kann nicht aus dem Wasser herrühren, denn die Luftblasen stiegen nirgend von Anfang an auf, sie hafteten auch nicht an der Glaswandung wie beides doch hätte geschehen müssen, wenn sie aus dem Wasser hergerührt hätten. Sie hafteten allein an dem Stein, ihre Quantität war eine beträchtliche, was beweisen dürfte, daß die Summe der Hohlräume der Gesteinstücke, die Porosität, eine bedeutende und ins Gewicht fallende sein dürfte, trotzdem das Gestein äußerlich anscheinend dicht ist, demnach ein nicht zu vernachlässigender Teil des Regenwassers im Felsen Platz finden dürfte.

Leider fehlte uns eine Vorrichtung das Eindringen des Wassers in den luftleergemachten Stein unter Druck zu stellen und zu beschleunigen; wir mußten uns mit dem natürlichen Durchtränkungsprozeß begnügen, der vermutlich sehr langsam vor sich geht, so daß der zu erwartende Gewichtszuwachs auch nicht dem statlichen Volumen der ausgefogenen Luft entsprach.

Wir beließen die Steine lange im Wasser. Schließlich wurde erprobt wie viel Kalk in dieser Zeit vom Wasser aufgelöst worden war. Da wir über keine sehr genauen Instrumente verfügten, mußten wir uns mit einem äußerlichen Vergleiche begnügen. Da das Oltrauer Wasser Kalk in gelöstem Zustande enthält, wurde zunächst eine ähnliche Quantität Oltrauer Wasser zum Verdampfen gebracht, wobei sich die char. zonen- oder ringförmigen Kalkbeschläge an der Glaswand bildeten. Diese überzogen das Glas nicht mit gleichmäßigem Schleier, sondern zeigten Verdichtungsringe, als ob die Auscheidungen in einem Zustand der Verdichtung erfolge, worauf jedoch eine kleine Wasserschichte ohne Auscheidung verdampfte. Ganz ähnlich erfolgte die Bildung von Kalkringen in unserem Kalkwasser, nur waren sie stärker und weißer gefärbt und nach unten zu dichter. Es hatte denn das Oltrauer Wasser, in dem Devonkalk gelegen, sichtlich mehr Kalkauscheidung durch Lösung innerhalb einiger Tage erzielt, als das gewöhnliche Trinkwasser. Wir möchten durch Mitteilung der quantativen Bestimmungen unseres Experimentes nicht den Anschein erwecken, als ob ihm eine größere Bedeutung als die eines vorbereitenden Versuches zukomme. Nur eine mehrfache Wiederholung der Versuchsreihe dürfte bei der Ungenauigkeit der Instrumente und Geringfügigkeit der Unterschiede das Spiel des Zufalls einschränken. Soviel dürfte aber schon heute gesagt werden können, daß

1. der Kalk nennenswert Wasser enthält;
2. daß die Porosität des scheinbar dichten Kalkes eine nicht unbedeutende ist,
3. daß die Wasserzirkulation im »dichten« Kalk wahrscheinlich eine außerordentlich verzögerte ist.

Der Lösungsausschlag stimmt mit den verhältnismäßig raschen Sinterbildungen in der Natur überein; diese dürften jedoch mehr von den Kluftwandungen als aus dem Kalkinnern herrühren.— Von einem Mittelschullehrer mit jahraus, jahrein voller Dienstverpflichtung darf man nicht verlangen, eine wissenschaftliche Arbeit gewissermaßen auf Befehl zu vollenden wie eine alge-

braufche Gleichung. Forfcherarbeit läßt fih nicht kommandieren, auch im Lehrfache nicht. Was da gefchieht, gefchieht freiwillig und unter Aufopferung aller freien Tage. Forfcherblick ift finnend, hat etwas gemeinfam mit Dürers Melancolia. Forfchung hetzt fih felbft ab, braucht daher nicht künstlich ermüdet zu werden. Forfchung foll auch nicht unterdrückt werden, wie alles Hohe und Reine, nach dem Menfchenfeele ftrebt. Findet es Förderung, fo dankt wiffenfchaftliches Streben durch neue Ergebnisse, nicht durch Vorteil des Beteiligten, defsen Vorrecht Opfer find. Findet es vollends Hemmung durch Entzug der Arbeitsmöglichkeit, fo dankt wiffenfchaftliches Streben automatisch durch Rückgang der Forfchung, welche eine Kulturforderung, eine öffentliche Angelegenheit, ein allgemeines Interesse ift. Kulturfragen find keine Machtfragen, noch persönliche Wünfche, fondern Notwendigkeiten, Erforderniffe.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen des naturforschenden Vereines in Brünn](#)

Jahr/Year: 1926

Band/Volume: [60](#)

Autor(en)/Author(s): Lucerna R.

Artikel/Article: [Zur Talgeschichte der Punkwa. \(Neue Untersuchungen im Mährischen Karst.\) 156-176](#)