

Zur Geologie der Karsterscheinungen.

Von Dr. Emil Tietze.

Wie so viele andere Probleme der vergleichenden Erdkunde kann auch die Frage nach der Natur und dem Wesen der Karsterscheinungen nur von geologischen Gesichtspunkten aus massgebend erörtert und beantwortet werden. Geologen oder doch der Geologie nahestehende Forscher waren es deshalb auch vornehmlich, welche sich bisher mit dieser Frage befassten. Seit mehreren Jahren jedoch war die letztere von der Tagesordnung der geologischen Debatten verschwunden, vielleicht, weil die bisher gewonnenen Anschauungen darüber eine einigermaßen befriedigende Lösung des Problems zu bieten schienen, vielleicht auch nur, weil die rastlos fortschreitende Wissenschaft sich inzwischen einer Reihe von andern, zum Theil wichtigeren Fragen zugewendet hatte, durch welche das Interesse der betreffenden Kreise gefesselt wurde.

Erst neuerlichst hat mein hochverehrter College, Herr Oberberg-rath v. Mojsisovics die Discussion der Karstfrage wieder aufgenommen. Durch seine bosnischen Reiseerfahrungen zu weitgreifenden theoretischen Erörterungen angeregt, hat derselbe unter dem Titel: Zur Geologie der Karsterscheinungen in der Zeitschrift des deutschen und österreichischen Alpenvereines (Wien 1880) einen kleinen Aufsatz veröffentlicht, der die Frage nach dem Ursprung der Karsterscheinungen unter zum Theil neue Gesichtspunkte zu bringen trachtet. Ziemlich gleichzeitig hat derselbe Autor in seiner Arbeit über West-Bosnien, welche einen Theil unserer jüngst erschienenen Grundlinien der Geologie von Bosnien-Hercegowina (von Mojsisovics, Tietze und Bittner, Wien 1880 bei Hölder erschienen) bildet, einige Bemerkungen über dieselbe Frage einfließen lassen (l. c. pag. 44—46 u. 60—61).

Die zum Theil wörtliche Uebereinstimmung in diesen beiden sich andertheils ergänzenden Enunciationen und die dadurch hergestellte Verdupplung der betreffenden Publication beweist wohl, dass der Verfasser selbst einigen Werth auf die von ihm entwickelten Gesichtspunkte legt und durch die Mittheilung der einem grösseren Werke einverleibten Ausführungen unter besonderem Titel sie der Aufmerksamkeit der Fachgenossen empfehlen und näher bringen wollte.

Man wird es deshalb nicht auffällig finden, wenn ich mich durch die citirte Mittheilung zu einer nochmaligen Prüfung der Ansichten veranlasst fand, welche ich vor mehr als 7 Jahren in meiner mit besonderer Rücksicht auf die Karstbildung verfassten geologischen Darstellung der Gegend zwischen Carlstadt in Croatien und dem nördlichen Theil des Canals der Morlaccas (Jahrbuch der geologischen Reichsanstalt 1873, pag. 27—70) ausführlich erörtert hatte.¹⁾

Ich will nun versuchen darzulegen, inwieweit es mir dabei zu meiner Befriedigung gelang, eine Uebereinstimmung mit den erwähnten neuesten Anschauungen über die Karstfrage herzustellen. Wenn ich andererseits in Bezug auf verschiedene Einzelheiten eine derartige Uebereinstimmung nicht erzielte, so bitte ich zu glauben, dass daran nicht Empfindlichkeit und auch kaum ausschliesslich jene Befangenheit die Schuld trägt, in welcher sich ein durch die Richtung seiner früheren Veröffentlichungen bereits engagirter Autor leicht befindet. Ich bitte vielmehr anzunehmen, dass nur sachliche Rücksichten mich bestimmen konnten, einige Bedenken geltend zu machen gegenüber Ansichten, welche den Vortheil besitzen, von Jemandem vorgetragen zu werden, dessen einflussreiche Stimme in den Kreisen unseres Faches gern gehört wird. Vielleicht hätten überdies jene Bedenken gar nicht Platz greifen können, wenn die Begründung dieser Anschauungen, insofern sie letzteren sich im Gegensatz zu älteren Ansichten befinden, in minder aphoristischer Form erfolgt wäre.

Die Fortschritte der Wissenschaft pflegen in Fragen allgemeiner Natur meist sehr langsam zu sein, nicht jedes neue Wort deckt auch einen völlig neuen Begriff. Deshalb ist es manchmal nicht so schwer bei derartigen Fragen zu einer Verständigung zu gelangen, wenn man bei etwas verschieden klingenden Ansichten von der dialektischen Form absieht, in welcher sie wiedergegeben wurden. So wird sich vielleicht auch in unserem Falle herausstellen, dass die Abweichung der neueren Ansichten von den älteren keine gerade in allen Stücken so wesentliche ist, wie man nach Durchsicht des v. Mojsisovics'schen Aufsatzes beinahe vermuthen könnte.

Nach diesem Aufsätze leiden die bisherigen Anschauungen über das Karstphänomen vornehmlich daran, dass ein Umstand von ihnen gänzlich unberücksichtigt blieb und dass gerade dieser Umstand das Wesentlichste an der Sache sei. Dieser wesentliche Umstand, die wahre „Ursache des Karstprocesses“, wie sich v. Mojsisovics ausdrückt, sei nichts anderes als der „horizontal wirkende Gebirgsschub“.

Diese „mächtige Kraft“ spielt nun freilich erst in der neueren geologischen Literatur eine gewisse, und wie ich gern zugestehende, wohl-berechtigte Rolle. Auf ihre Mitwirkung bei den früheren Karsttheorien verzichtet zu haben, begründet deshalb gerade keinen persönlichen Vorwurf für die älteren Autoren in dieser Frage, und diesem Umstande ist es wohl auch zu danken, wenn ein derartiger Vorwurf nicht gerade direct ausgesprochen, sondern nur angedeutet wurde.

¹⁾ Dieselbe Arbeit bildet auch einen Theil des über Anordnung des k. k. General-commando's in Agram in deutscher und croatischer Sprache herausgegebenen Werkes: Die Wassernothe im Karste, Agram 1874, Commissionsverlag von Albrecht u. Fiedler.

Es hiesse aber doch die Bedeutung jener neuen Ausdrucksform für den Begriff Gebirgsbildung überschätzen, wenn man alle älteren, nicht unter dem Einfluss dieser Ausdrucksweise mitgetheilten Beobachtungen über den Bau gewisser Gebirge für unbenützlich halten würde. Auch in der Wissenschaft wechseln die Moden. Wer denselben schnell folgen kann, bleibt in gewissem Sinne gesellschaftsfähiger, aber nicht Jedem erlauben seine Mittel, solchen Wechsel sofort und in allen Punkten mitzumachen. Man bedarf da wohl oft nur einer Art von Uebersetzung, um jene Beobachtungen dem modernen Geschmack anzupassen¹⁾.

Früher wurde Alles gehoben, heut wird Alles geschoben. Ob nun aber die Thäler und Rücken verkarsteter Gebirge durch Hub oder Schub entstanden sind, bleibt für die specielle Frage nach dem Ursprung oder der Natur der so merkwürdigen Karsterscheinungen ziemlich gleichgiltig. Sofern es sich wirklich dabei um Beziehungen dieser Erscheinungen zur Gebirgsbildung handeln sollte, so genügt es wohl, die Thatfachen der Störungen oder Faltenbildungen in den Karstgebirgen zu kennen oder zu erwähnen, wie dies auch schon die älteren Beobachter (Stache, Lipold u. s. w.) thaten, ohne Rücksicht auf die Frage nach den allgemeinen, über den Boden jener Gebirge weit hinausreichenden Ursachen derartiger Faltungen. Nur die Rücksicht auf die Ansichten über allmälige oder plötzliche Entstehung (ich wähle dies neutrale Wort) solcher Gebirge könnte in einem Falle, wie dem unsrigen, die Discussion beeinflussen. Die Idee jedoch von einer allmäligen Entstehung der meisten Gebirge hat schon vor längerer Zeit ihre Vertreter gehabt.

Spricht man nun von einer trotz ihrer grossen Verbreitung immerhin begrenzten Kategorie von geologischen Erscheinungen, wie sie eben im Karst vorliegen, so wird es ohnehin nicht Jedermann für seine Aufgabe halten, dabei von allgemein planetarischen Problemen, wie es die Theorie der Gebirgsbildung ist, auszugehen.

Ich bin also mit v. Mojsisovics darin völlig einverstanden, dass Gebirge, wie der Karst, überhaupt erst gebildet sein mussten, ehe man an ihnen gewisse Besonderheiten bemerken konnte, und damit wäre einer der Hauptpunkte unserer scheinbaren Differenzen erledigt. Ich hielt es nur früher nicht eben für dringend geboten, diesen Gedanken besonders zu betonen. Andererseits glaube ich auch auf keinen Widerspruch zu stossen, wenn ich im Sinne meiner älteren Ausführungen (l. c. p. 17) annehme, dass jene heut zu bemerkenden Besonderheiten nicht plötzlicher Entstehung, sondern in ihrem langsamen Werden mit der Geschichte und dem Werden des ganzen Gebirges innig verbunden sind.

Wenn indessen v. Mojsisovics es selbst als auffallende That- sache bezeichnet, „dass die Karsterscheinungen nicht allgemein überall dort auftreten, wo reine Kalke gebirgsbildend vorkommen“, um darauf die Frage aufzuwerfen, auf welchen Voraussetzungen denn eigentlich das Karstphänomen beruhe, so scheint in diesen Aeusserungen doch etwas von dem Zugeständniss zu liegen, dass man mit der Ge-

¹⁾ Das Studium des wissenschaftlichen Modenwechsels und speciell auch der abwechselnd in der Geologie angewandten Methoden oder Procedures könnte gelegentlich für den Historiker der Wissenschaft ein ebenso reiches als unterhaltendes Thema abgeben.

birgsbildung und selbst mit den neueren diesbezüglichen Ansichten noch nicht ganz über den Berg der Erklärung hinüberkommt.

Auch könnte man sich fragen, was es denn für eine Bewandniss mit den vollkommen karstähnlichen Erscheinungen solcher Gegenden habe, in welchen die Kräfte der Gebirgsbildung, der horizontale Schub und dergleichen bisher nur geringe Zeichen ihrer Wirksamkeit gegeben haben, wie in dem Gebiete der silurischen Kalksteine von Livland und Oesel, welches nach den Schilderungen von F. Schmidt, Grewingk, v. Eichwald und andern Beobachtern ein niedriges, flaches, nur durch sehr geringe tektonische Störungen betroffenes Plateau mit meist nahezu horizontalen Schichtbänken bildet.

Wenn man also auch von allgemein planetarischen Kräften bei der Deutung der fraglichen Verhältnisse Abstand nimmt, so schliesst doch andererseits, wie ich schon in meiner älteren Arbeit (l. c. p [34]) ausdrücklich betonte, die ungeheure geographische Ausdehnung des Karstphänomens jede auf locale Möglichkeiten berechnete Erklärungsweise desselben aus, und was beispielsweise für die Karsterscheinungen in Bosnien oder Istrien gelten soll, müsste auch für diejenigen der russischen Ostseeprovinzen passen.

Zustimmen will ich jedoch meinem hochverehrten Collegen, wenn er meint, dass, während die herrschende, von mir übrigens, selbstverständlich unter Voraussetzung vorhergegangener Aushöhlungen, auch heute noch festgehaltene Ansicht das Karstphänomen auf partielle Einstürze zurückführe, doch „die grossen, die Stelle der normalen Thalbildungen einnehmenden trogförmigen Becken“ (Polje der slavischen Türkei) nur in wenigen Fällen Einstürzen ihren Ursprung verdanken.

Hatte ja doch schon J. Lorenz (Geologische Recognoscirungen im liburnischen Karste, Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. 1859, p. 345) für diese Becken oder Karstmulden einen tektonischen Grund in der Annahme zweier sich kreuzenden Gebirgs-Wellensysteme gesucht, indem er die Querriegel zwischen den nordwest-südöstlich verlaufenden Ketten einem besondern Hebungssysteme zuschrieb. Es würde zu weit führen, hier noch die Frage über die Entstehung von Querriegeln, welche ein keineswegs auf die Karstgegenden beschränktes Problem für sich bildet, näher zu erörtern und zu erläutern, warum man der erwähnten Ansicht nicht grade unbedingt beipflichten kann, aber wir haben damit wenigstens den Beweis vor uns, dass ein Zusammenhang der Erscheinung der Karstmulden mit der Gebirgsbildung auch schon früher gesucht worden ist.

Ich theile nicht mehr unbedingt die Ansicht Boué's, dass es in jenen illyrisch-bosnischen Gebirgen principiell zwischen kleineren Trichtern, grösseren Dolinen und grossen, kesselförmigen Thälern wenig Unterschiede gäbe und bin meinem hochverehrten Collegen dankbar, dass er mir Gelegenheit gab, dies auszusprechen. Freilich war auch Lipold (Jahrb. der k. k. geol. Reichsanst. 1858, p. 261) nicht abgeneigt zu glauben, „dass selbst manche der bedeutenderen Kesseltäler“ in Krain so gut wie die Dolinen des Karstes der unterminirenden Wirkung der Gewässer ihr Entstehen verdanken.

Mag aber auch die Anlage solcher Thäler keineswegs allgemein durch Einsturz bedingt sein, wie ich sehr gern zugebe, so darf doch

wiederum der Zusammenhang nicht verkannt werden, welcher in Bezug auf Durchlöcherung, unterirdische Aushöhlung und dadurch verursachte partielle Einstürze zwischen dem Boden auch dieser Thäler und den Hochflächen des Karstes besteht, ein Zusammenhang, wie ich ihn z. B. in meinen Ausführungen über die periodische Seenbildung in manchen solcher Thäler zu illustriren versuchte.

„In den meisten Fällen“, heisst es dann bei v. Mojsisovics weiter, „tragen diese Becken den Stempel einfacher Erosionsthäler.“

Nun, wenn es auch zumeist keine Einsturzthäler sind, einfache Erosionsthäler sind es deshalb noch immer nicht. Man darf bemerken, dass jene trogförmigen Becken oft sehr deutlich die Anlage von Längsthalstrecken zwischen dem Streichen der Gebirgsfalten aufweisen und daher grade mit der Erosion verhältnissmässig wenig zu schaffen haben.

J. Lorenz (l. c.) beschreibt uns z. B. die Richtung der sog. Thalspalte Rečina-Draga-Vinodol als die eines Längsthales. Durch ein System von Querriegeln ist dort indessen innerhalb der grossen Thalanlage eine Reihe einzelner Mulden entstanden, deren jede also nur ein Stück Längsthal repräsentirt. Lipold lernte bei seinen Aufnahmen in Unter-Krain eine Menge derartiger geschlossener Mulden kennen und glaubte es (p. 265 l. c.) besonders betonen zu müssen, „dass die Längsrichtung fast aller dieser Kesselthäler“ parallel der Haupterhebungslinie des Gebirges von NW. nach SO. verläuft. Ich erinnere in dieser Beziehung aber vornehmlich an das 60 Kilometer lange, völlig geschlossene Becken von Livno in Bosnien, bei welchem (Geologie von Bosnien-Hercegovina l. c. p. 67) nach v. Mojsisovics' eigener Angabe der Charakter eines Längsthals „sehr prägnant“ hervortritt. Ich erinnere ferner an das Popovo polje in der Hercegovina, nördlich Ragusa oder an die Reihe ähnlicher Thalstrecken, welche zwischen der Ljubomir planina und der Viduša planina gleichfalls in der Hercegovina parallel den Streichungslinien des Gebirges auftreten. Aehnliche, wenn auch kleinere blinde Längsthäler kenne ich westlich vom Kapella-Gebirge in Croatien, wie das Černačka polje nordwestlich Jezerana, in dessen idealer südöstlicher Verlängerung das gleichfalls geschlossene Thal von Stainica liegt. Auch das Thal von Trebovič sello im croatischen Karst oder in gewissem Sinne dasjenige der Gačka im Ottočaner Gebiet wären hier zu nennen.

Jeder Versuch einer Erklärung der Karsterscheinungen, meint nun v. Mojsisovics, müsse vor Allem diesen blinden Thälern Rechnung tragen, auf welche in den älteren Arbeiten über den Karst viel zu wenig Rücksicht genommen sei.

Ich war mir indessen der Bedeutung jener unfertigen Thalbildung für das Relief der Gegend und für ihren Zusammenhang mit den andern Eigenthümlichkeiten des Karstes vielleicht bewusst, als ich (l. c. p. [39]) „von rings geschlossenen Kesselthälern und der oberflächlich unzusammenhängenden Thalbildung“, als von einem Uebelstand bei der in Anregung gebrachten Frage von Wasserleitungen in jenen Gegenden sprach, oder als ich (l. c. p. [20]) bemerkte: „Die Erosion wäre also in diesem Gebirge grösstentheils in das Innere verlegt, und deshalb zeigt die Oberfläche nur ungenügende und unzusammenhän-

gende Thalbildung“. Dieser Satz entspricht schliesslich auch einiger-massen der Aeusserung bei v. Mojsisovics (l. c. p. 6), dass der Karstprocess als eine „besondere Form der Erosion“ erscheine.

Der etwaige Unterschied unsrer Meinungen liegt, wie es scheint, nur darin, dass ich in dem Auftreten jener blinden Thäler mehr einen begleitenden, durch die übrigen Verhältnisse bedingten Umstand der Karsterscheinungen, nicht aber die directe Ursache derselben erblickte. Mein College sieht umgekehrt in der grossartigen Durchlöcherung der betreffenden Kalkformationen, in den unterirdischen Flussläufen und den verschiedenen, von ihm, wie ich sehe, nicht durchwegs geleugneten Einstürzen nur begleitende Erscheinungen, nicht aber das Wesentliche der Sache. Diese Dinge seien eben nur die „sichtbaren Ausserungen des Karstprocesses“. Ich acceptire diesen letzteren Ausdruck als Basis eines Einverständnisses, denn er beweist wohl, dass auch v. Mojsisovics ein Kalkgebirge ohne Sichtbarkeit derartiger Höhlungen, ohne jene eigenthümlichen Wasserverhältnisse nicht entgegen allem bisherigen Sprachgebrauch als ein verkarstetes bezeichnen würde.

Warum aber legt v. Mojsisovics ein solches Gewicht auf die Anwesenheit gerade jener blinden Thäler in den Karstgebieten? Weil grade hierin die Wirkung jenes Horizontalschubes, dieses Universal-mittels der heutigen tektonischen Geologie sich äussern soll! „Störung der begonnenen Thalbildung in Kalkgebirgen durch Gebirgsfaltung wäre sonach die erste Veranlassung zur Herausbildung des Karstphänomens.“

Wäre es denn ein gar so grosser Irrthum, wenn wir diesen Satz einiger-massen umkehrten und sagten, dass grade in Gebirgen, welche eine Disposition zur Karstbildung bereits zeigen, deren Durchlöcherung demnach schon begonnen hat, die subaërische Thalbildung sich nicht frei entwickeln und durch die Gebirgsfaltung leicht gehemmt werden kann. Bei der weiteren Fortentwicklung des Karstprocesses werden sich dann freilich die verschiedenen Factoren desselben gleichsam in die Hände arbeiten, für den Beginn des Processes aber bliebe die Rolle, welche der Gebirgsfaltung gerade für die Entstehung der geschlossenen Kesseltäler zugeacht wurde, nach dieser meiner Auffassung eine höchst untergeordnete.

Natürlich kann irgend ein Vorgang von den ihn begleitenden Umständen nie absolut losgelöst oder ihrem Einfluss gänzlich entzogen gedacht werden, aber es handelt sich in Fällen, wie die unsern, doch nur darum, das Wesentliche und für jenen Vorgang Bedeutsame festzustellen. Ein Musikstück kann im Freien geblasen werden oder im Zimmer, der Effect auf den Zuhörer wird sogar in beiden Fällen ein etwas anderer sein, die Noten des Stückes jedoch, seine Tonart und sein Tactmass bleiben sich in beiden Fällen gleich und sind unabhängig von dem Orte des Vortrags.

So werden auch die Karsterscheinungen in Gebirgsländern bei aller Uebereinstimmung in den wesentlichen Punkten ein etwas anderes Gesicht zeigen können, als solche in flachen Gebieten. Ich leugne deshalb nicht einen gewissen Einfluss der gebirgsbildenden Bewegungen auf die Bildung localer Zerspaltungen und Zerklüftungen im Kalkstein, noch habe ich früher diesen Einfluss geleugnet. Doch gehört das auf

ein anderes Feld und hängt keineswegs mit der Frage der oberflächlichen Abflusslosigkeit einzelner Thäler zusammen. Solche Spalten oder Klüfte sind eben, nebenbei bemerkt, für mich nichts Anderes, als einige der verschiedenen Angriffspunkte für die Auslaugung des Gesteins, auf welche ich in Uebereinstimmung mit andern älteren Beobachtern, wie Schmidl, Boué, Lorenz u. s. w. einen Hauptwerth für die Erläuterung der bewussten Erscheinungen gelegt hatte.

Dass ein beträchtlicher Theil der unterirdischen, mechanisch-chemischen Erosionsthätigkeit in unsern Karstländern sich an der Basis der gesammten Kalkmassen, an deren Grenze gegen die wasserundurchlässigen älteren Schiefer u. s. w. geltend macht oder durch die Grenzen einzelner, in verschiedenem Grade wasserdurchlässiger Kalk- und Dolomitschichten bedingt wird, dass dann eine grössere Anzahl der später zu neuen Angriffspunkten der Erosion dienenden Gesteinszerreissungen erst die Folge der durch jene Erosion an den Schichtgrenzen bewirkten Gleichgewichtsstörungen sind, dass somit ohnehin fraglich bleibt, ob ein gar so grosser Theil der Klüfte im Kalk direct auf die faltenbildende Gebirgsbewegung bezogen werden dürfe, das brauche ich wohl kaum näher zu erörtern. Für den mit den Quellen-Verhältnissen der Karstländer Bekannten liegen diese Betrachtungen ziemlich auf der Hand.

Die soeben angedeutete Ansicht über die relativ geringe, der Gebirgsfaltung für den Beginn des Karstprocesses und der blinden Kesseltäler zukommende Bedeutung steht auch kaum im Widerspruch mit den, wie ich mit Vergnügen sehe, von v. Mojsisovics gebilligten und eigens (p. 5) erwähnten Meinungen von „Rütimeyer, Heim und Anderen“ über das Wesen der Thalbildung, zu deren Interpretation ich wenigstens insoweit berechtigt zu sein glaube, als mich der Autor jenen „Anderen“ zuzählen will.

Ich habe vor einiger Zeit die Zustimmung mancher verehrter Fachgenossen gefunden, als ich in den Bemerkungen über die Bildung von Querthälern (Jahrb. der geol. Reichsanstalt 1878, 3. Heft, vergl. Verhandl. d. geol. Reichsanstalt, Bericht vom 31. Mai 1878) unter Anderem nachzuweisen suchte, dass ein Fluss oder Bach, sofern er nur genügende Wassermengen führte, in der Regel leichter in der Lage war, die Wirkung der Gebirgsfaltung zu überwinden, als diese Faltung im Stande war, den Fluss zu stauen oder abzulenken. Ich zeigte, dass wenigstens ein grosser Theil der Querthäler nur diesem Siege der Flüsse über die allmäligen Faltenerhebungen seine Entstehung verdanken könne und befand mich dabei in zufälliger, aber vielleicht gerade deshalb um so befriedigenderer Uebereinstimmung mit Heim, der, obwohl von zum Theil anderen Erfahrungen und Voraussetzungen ausgehend, in seinem schönen Werke über Gebirgsbildung (Basel, 1878) gleichzeitig zu ziemlich analogen Schliüssen gelangte.

Wenn nun der durch den horizontalen Schub bedingte Faltenwurf jenen Flüssen der Karstgebirge, die oft, wie viele andere Gebirgsflüsse, ihren obersten Lauf Längsthälern entsprechend gebildet hatten, den Weg verlegte, wenn er sie verhinderte, die für ihren Ausgang aus dem Gebirge nöthigen Querthäler auszufurchen oder zu behaupten, dann wird daran jedesmal der Fluss selbst zum grössten Theile die Schuld tragen.

Es gibt ja wohl noch viele Fachgenossen, welche die von Heim und mir dargelegten Ansichten über Querthalbildung nicht acceptiren, aber gerade v. Mojsisovics, wenn oder da er sich innerhalb des Rahmens dieser Vorstellungen bewegen will, darf nicht voraussetzen, dass, caeteris paribus, gerade in den heutigen Karstgebieten die Faltung oder die Aufthürmung von Gebirgsketten etwas zu Stande gebracht, bezüglich verhindert habe, was ihr im Sinne jener Theorie in anderen Gebirgsregionen zu bewirken oder zu verhindern misslang.

Den Flüssen unserer Karstgebirge fehlte es, um ihr Bett siegreich gegen die Faltenbewegung der ihnen sich langsam vorlegenden Gebirgsmassen zu behaupten, in vielen Fällen ganz einfach an Wasser.

Ein derartiger Wassermangel war freilich in den klimatischen Verhältnissen meistentheils nicht begründet. Dass die Wassernothe des Karstes wenigstens in unseren Tagen nicht mit solchen zusammenhängt, wurde in meiner älteren Arbeit unter Rücksichtnahme auf die unserer meteorologischen Centralanstalt zur Verfügung stehenden Daten erwiesen. Dass aber jene Gebiete schon nach Abschluss der Kreidezeit, also nach Ablagerung der hauptsächlichsten, an der heutigen Zusammensetzung unserer Küstengebirge theilnehmenden Formationen ein feuchtes Klima besaßen, ergibt sich schon aus der Anwesenheit der alteocänen Süßwasserbildungen der sogenannten liburnischen Stufe, deren überraschend reiche Fauna seit Jahren von unserem Freunde Stache untersucht, und deren publicistische Darlegung in einem grösseren Werke in Bälde in Aussicht gestellt wird. Und auch aus späterer Zeit, nach Abschluss der eocänen Periode, deren Nummulitenkalke stellenweise noch das Material der Karstformationen vervollständigen halfen, besitzen wir in den verschiedenen miocänen Süßwasserbecken Dalmatiens, der Hercegovina und Bosniens, deren Kenntniss durch die neuesten Untersuchungen eine so wesentliche Förderung erfahren hat, unwiderlegliche Beweise für das Vorwalten ähnlicher meteorologischer Verhältnisse.

Wir sagen „ähnlicher Verhältnisse“, denn eine völlige Gleichmässigkeit dieser Verhältnisse nach Continuität und Verbreitung braucht natürlich schon im Hinblick auf das im Laufe der Perioden veränderliche Verhältniss von Meer zu Festland keine Annahme von zwingender Nothwendigkeit zu sein.

Wenn also vielen Flüssen dieser Karstgebiete das zur Behauptung und Aushöhlung ihres oberirdischen Bettes nöthige Wasser fehlte, so liegt es nahe, anzunehmen, dass sie das ihnen aus den reichen, meteorologischen Niederschlägen zufließende Wasser während ihres Laufes irgendwie verloren. Sie mussten es eben an unterirdische Hohlräume abgeben. Solche Hohlräume, diese für den Karst so charakteristischen Erscheinungen, waren also zum Theil, wenn auch noch nicht in der späteren Ausdehnung schon vorhanden, ehe oder als die Intensität der Gebirgsfaltung bezüglich des horizontalen Schubes sich geltend machte. Damit fällt ein wesentlicher Vorwurf, den v. Mojsisovics den bisherigen Arbeiten über den Karst entgegenhält, zusammen.

Wahrscheinlich geben uns die flachen, paläozoischen Kalkgebiete Esthlands und Livlands hinsichtlich der in Frage kommenden Erscheinungen in unseren Tagen ein ziemlich getreues Abbild von dem

ehemaligen Aussehen der Karstlandschaften östlich der Adria nach Beginn ihrer Trockenlegung und vor dem Beginn einer energischeren Action der Terrainfaltung.

Gerade in den oben berührten Verhältnissen der abflusslosen Thalbildungen (ich kann mir nicht versagen, hier diese, von dem vorliegenden Thema unabhängige Bemerkung einzuschalten) sehe ich einen neuen Beweis zu Gunsten meiner Anschauung über die Entstehung von Querthälern. Wer schon für andere Gebirge zu der Annahme von allerhand grossen Spalten greift, um den Durchtritt der Flüsse durch hohe Ketten zu erklären, der sollte uns vor Allem in dem zerklüfteten und durchhöhlten Karst allerorts dergleichen Spalten zeigen können. Und doch ist gerade hier, abgesehen von der Narenta und einigen wenigen anderen Flüssen die Querthalbildung so ausserordentlich verkümmert.

Noch immer haben wir aber bezüglich der blinden Thäler die Ansichten, welche darüber geäussert wurden, weder erschöpfend wiedergegeben, noch nach jeder Richtung hin widerlegt, deshalb möchte ich zu Vorstehendem noch einige ergänzende Bemerkungen machen.

v. Mojsisovic glaubt, dass sich vor Beginn des Karstprocesses erst Wasseransammlungen in den blinden Thalbecken bilden mussten und dass sich dann erst „das Wasser zunächst durch chemische, in späteren Perioden aber durch vereinigt chemisch-mechanische Erosion unterirdische Auswege“ öffnete. Die tertiären Süsswasserbecken sollen für diese Anschauung einen schlagenden Beweis abgeben.

Verhielte sich die Sache wirklich so, dann müsste der Karstprocess verschiedene Centren besessen haben und diese Mittelpunkte für die Bedingungen jenes Processes wären dann eben in jenen Süsswasserbecken zu suchen. Man müsste also auch in der näheren Umgebung solcher Becken eine bedeutend grössere Aushöhlung des Gebirges, überhaupt eine Steigerung des ganzen Phänomens nachweisen können gegenüber den in weiteren Abständen von jenen Ursprungscentren der Karstbildung gelegenen Landschaften. Gelänge ein solcher Nachweis, so würde er zwar den älteren Ansichten über die Karstbildung gerade noch nicht direct widersprechen, für die Zulässigkeit der v. Mojsisovic'schen Hypothese jedoch wäre damit wenigstens eine der nothwendigsten Voraussetzungen erfüllt. Mir ist vorläufig nicht bekannt, ob diesbezügliche Beobachtungen vorliegen, welche zur Begründung jenes Nachweises dienen könnten. Zunächst weiss ich nur, dass wenigstens ein Theil der bosnischen Tertiärbecken theilweise auch von nicht verkarsteten Gesteinszonen umgrenzt wird und dass beispielsweise gerade dort, wo das grosse Tertiärbecken von Vissoka-Zenica an die zur Verkarstung disponirten Triaskalke des Varešer Gebirges angrenzt, die diesbezüglichen Erscheinungen in viel geringerem Grade zum Ausdruck kommen, als dort, wo, wie an der Ploča bei Vlašnica dieselben Kalke ihren Steilrand einem paläozoischen Hügellande zukehren, in ziemlicher Entfernung von allen tertiären Beckenabsätzen.

Eine nicht geringe Zahl der geschlossenen Kesselthäler des Karstes haben zudem gar nie Süsswasserbecken besessen und zeigen keinerlei derartige Absätze der Tertiärzeit. Als Beispiele hierfür können jene schon vorhin genannten Thäler westlich der Kapella im croatischen Küstenlande gelten oder auch viele der von Stache in seinen Arbeiten

über Istrien erwähnten Kesselthäler des Südistrianer Karstes, der Tschitscherei u. s. w.

In solchen Terrainvertiefungen hat sich also das Wasser nie dauernd zu Seen gestaut.

Ich sehe dabei natürlich ab von den auch von mir geschilderten periodischen Ueberschwemmungen einiger solcher Becken, welche Ueberschwemmungen aber, wie ich ausführlich nachwies, gerade durch die schon vorhandene Verkarstung des Gebirges bedingt sind, also nicht als Ursache der letzteren angenommen werden können.

Diese blinden Thäler ohne tertiäre Absätze sind für uns von einiger Wichtigkeit, denn wenn man sogar die vorhin besprochene Anschauung von v. Mojsisovics über die Entstehung der blinden Thäler ohne Widerspruch acceptiren sollte, dann müsste man sich ja fragen, warum in einigen der rings geschlossenen Becken sich eben keine Wasseransammlungen bildeten, während solche Seenbildung in benachbarten Becken eintrat. Ohne die Präexistenz von schon bis zu einem gewissen Grade, wenn auch noch nicht so weit wie später, entwickelten und verzweigten Aushöhlungen des Kalkgebirges hätten hier ja ebenfalls Seen entstehen müssen. Dass dies nicht der Fall war, beweist eben wieder, dass die Abdämmung einzelner Niederschlagsgebiete des fraglichen Gebietes zu Seen nicht nothwendig als Ursache der Karsterscheinungen aufzufassen ist.

Diese Erscheinungen sind ganz unabhängig davon verbreitet und fast möchte man aus den besprochenen Thatfachen sogar den Schluss ziehen, dass die kalkigen Umgebungen der durch Süßwasserbildungen ausgezeichneten Thäler anstatt die alleinigen Ausgangspunkte für die Karstbildung abzugeben, im Gegentheil während der Dauer jener Bildungen einen minder vorgeschrittenen Zustand der Verkarstung repräsentirten, als die Umgebungen der absatzfreien Kesselthäler.

Ich bin mir nun bewusst, dass man innerhalb des Rahmens der soeben über das Wesen und die Entstehung der geschlossenen Karstmulden entwickelten Anschauungsweise bei oberflächlicher Betrachtung eine Art von Widerspruch herausempfinden könnte. Ich will den Punkt, um den es sich hier handelt, gleich selbst bezeichnen. Einmal wurde gesagt, dass manche Flüsse in Folge der schon begonnenen Verkarstung ihres Gebiets aus Mangel an Wasser ihr Bett im Kampfe mit der Gebirgsfaltung nicht vertiefen konnten, und andererseits liefern die in Rede stehenden Süßwasserabsätze den Beweis, dass stellenweise genug Wasser vorhanden war, um sogar gestaute Ansammlungen zu bilden. Im letzteren Falle hätten vielleicht die betreffenden Flüsse es leichter haben sollen, mit den Stauungshindernissen fertig zu werden.

Man muss also wohl, da schon die Natur selbst uns in dieser Hinsicht verschiedenartige Erscheinungen entgegenbringt, diese letzteren in gewissem Sinne nach den beiden Categorien, denen sie angehören, getrennt prüfen und diesen Categorien entsprechend sich über das jeweilige, wechselnde Mass der Wirkung klar werden, welches den verschiedenen, bei der Hervorbringung jener Erscheinungen thätigen Factoren zukommen konnte. Man darf ferner die Möglichkeit nicht ausschliessen, dass an einem und demselben Ort die Bedingungen für

beide Categorien von Fällen zeitweise aufeinanderfolgend gegeben waren. Jene Factoren aber, deren schwankende Wechselbeziehungen bei der Combination dieser Bedingungen zu jeweilig etwas verschiedenen Ergebnissen führen konnten, sind vornehmlich das Verhältniss der Geschwindigkeit der Gebirgsfaltung zur Energie der Flüsse, die Wassermenge und das Gefälle der letzteren, und der nach Ort und Zeit wechselnde Zustand der Verkarstung der Kalkgebirge, welche den Schauplatz für die hier in Frage kommenden Vorgänge abgaben.

Um diesen abstracten Gedankengang specieller zu erläutern, so lässt sich sehr gut denken, dass die geschlossenen Karstinmulden in ihrer ursprünglichen Anlage sämmtlich der erstgenannten einfachsten Kategorie diesbezüglicher Erscheinungen zufallen, dass nämlich die Verkarstung ihrer Umgebung schon mindestens gleichzeitig mit dem Beginn der Gebirgsaufstauung eingeleitet war, dass vielleicht, obschon ich hierauf in unserem Fall nur geringeren und keinesfalls principiellen Werth lege, sogar zeitweilig die Niederschlagsmengen dieser Gebiete etwas weniger bedeutend waren, und dass somit die Flüsse der Gebirgsstauung gegenüber unter ungünstigen Voraussetzungen arbeiteten. So bildeten sich geschlossene Thäler.

Von nun an konnten sich jedoch die Verhältnisse solcher individualisirter Mulden local in verschiedener Weise weiterentwickeln.

In dem einen Fall gaben die Mulden das Wasser der ihnen zukommenden Niederschläge auch fernerhin in ihren bereits von Hohlräumen durchzogenen Untergrund ab, diese Hohlräume wurden nach und nach zum Theil sogar erweitert und diese Form der Verkarstung des Untergrundes und des umgebenden Gebirges ging ungestört einer Steigerung entgegen.

In andern Fall traten, sei es durch Einsturz von Hohlräumen, die bisher dem Abfluss gedient hatten, sei es durch Einschwemmungen in diese Hohlräume von aussen, sei es endlich stellenweise durch Tropfsteinbildung Verstopfungen ein, Verstopfungen, welche den unterirdischen Abfluss der betreffenden geschlossenen Niederschlagsbecken ganz oder doch wenigstens theilweise hemmten. Diese Verstopfungen nämlich brauchen keine allseitigen und absoluten gewesen zu sein, sondern nur gross genug, um das Gleichgewicht von Zufluss und Abfluss zu stören, um einen Ueberschuss von Wasser der Oberfläche der Muldenvertiefungen zu lassen. Damit aber war der Anfang der Scenbildung gegeben, und wo dann ein stagnirendes Wasser das Thal bedeckte, wo also das Gefälle der Flüsse aufgehoben war, dort konnte es den letzteren erst recht nicht mehr überall gelingen, dem inzwischen fortgeschrittenen Process der Gebirgsfaltung die Spitze zu bieten. Die nunmehr sich einstellenden schlammigen Niederschläge der Süswasserbecken halfen zeitweise gewiss noch die Verstopfung des Muldenuntergrundes fördern, bis endlich durch vorläufig schwer für jeden einzelnen Fall zu ermittelnde Ereignisse die Trockenlegung jener Becken eintrat.

Man kann diese Trockenlegung verschiedenen Ursachen zuschreiben, welche einzeln oder vereinigt in Wirksamkeit gedacht werden dürfen. Man kann daran denken, dass durch gewaltsame Vorgänge, wie Erdbeben, die Verstopfungen stellenweise aufgehoben wurden, man

kann aber auch der sehr wahrscheinlichen Annahme zuneigen, dass in der Kalkgebirgsumgebung jener Seebecken sich, ganz unabhängig von den Verhältnissen an deren Untergrunde und sogar schon hoch über dem Seespiegel, Wege unterirdischer Wassercirculation entwickelten, durch welche die den See speisenden Niederschlagsmengen, oder wenn man will die Quellenzüge der Gebirgsumwallung, nach anderen Richtungen abgeleitet wurden, denn das ist ja gerade eine Eigenthümlichkeit der Karstgebirge, dass die Thalscheiden nicht gleichzeitig Wasserscheiden sind. (Vergl. meine ältere Arbeit, pag. [22]). Die Trockenlegung der Seen kann also nicht allein in Folge der Oeffnung von Abflussöffnungen nach unten, sie kann auch durch Absperrung der Zuflüsse von oben erfolgt sein.

Im Einzelnen mögen demzufolge unsere Vorstellungen von der Geschichte der verschiedenen mechanischen Vorgänge bei jedem Süßwasserbecken des Karstes noch etwas unbestimmt sein, und ich bezwecke mit den zunächst vorangegangenen Aeusserungen nur die allgemeinen Möglichkeiten anzudeuten, denen sich hier unsere Erklärungsversuche anpassen müssen. Andreerseits darf aber doch sehr wohl betont werden, dass die hier in den Vordergrund geschobene Annahme zeitweiliger Verstopfungen von Hohlräumen durchaus nichts Hypothetisches enthält, sondern in unserer positiven Kenntniss der Karstererscheinungen völlig begründet ist.

Wir werden später noch Gelegenheit haben, von verstopften Karsttrichtern im Gegensatz zu unverstopften zu sprechen, und unter der in diesem Aufsatz vertretenen Voraussetzung, dass die Karsttrichter durch den Act ihrer Entstehung mit Hohlräumen des Gebirginneren communiciren, dürfen wir den stellenweise durchlöcherten Untergrund der Karstmulden ganz gut mit dem Boden jener Trichter in dieser Frage vergleichen. Ich erinnere an die verschiedenen Ueberschwemmungserscheinungen im Karste, deren Schilderung von mir in meiner älteren Arbeit zusammengestellt wurde, und welche zunächst wenigstens beweisen, dass in Zeiten grösserer Wasserzufuhr die unterirdischen Canäle für den Durchtritt der vorhandenen Wassermengen oft zu eng werden, so dass eine Rückstauung des Wassers die Folge sein kann; ich erinnere aber vornehmlich an die oft bei derartigen anomalen Wasserverhältnissen eintretenden gewaltsamen Oeffnungen verstopfter Canäle, an die manchmal recht groben Roll- und Gesteinstücke, welche dann von den Wassermassen aus den Oeffnungen jener Canäle herausgeschafft werden müssen. (Vergl. l. c. pag. [32]). Wo aber Verstopfungen aufgehoben werden, da haben sich selbstverständlich vorher solche gebildet. Ich verweise endlich auf die von mir (l. c. pag. [26]) besprochenen Erscheinungen in dem geschlossenen Thal von Vodoteč bei Brinje in Croatien, welche nur durch Veränderungen im Systeme der subterranean Wassercirculation, durch Oeffnung neuer Wege und Verstopfung alter erklärt werden konnten.

Gerade dieses Beispiel des Beckens von Vodoteč, welches letztere noch vor etlichen Decennien zu den periodisch unter Wasser gesetzten gehörte, heute jedoch von Ueberschwemmungen frei bleibt, kann treffend zur Illustration der Vorgänge bei der Trockenlegung der tertiären Seebecken des Karstes verwendet werden.

Jener Widerspruch also, den man, wie ich oben sagte, in meinen Ansichten über die geschlossenen Karstmulden herausfinden könnte, ist nur ein scheinbarer und kann ohne Zuhilfenahme aussergewöhnlicher Hypothesen ganz befriedigend, rein auf Grund der thatsächlichen Erkenntniss der Karsterscheinungen und ihrer Wechselbeziehungen gelöst werden. Wie man überdies leicht einsieht, käme sogar die zweifellose Feststellung eines solchen Widerspruchs keineswegs der von mir bekämpften Anschauung über die principielle Bedeutung der geschlossenen Thäler für den Beginn der Karstbildung zu Gute, sondern höchstens könnte man darin ein abträgliches Argument gegen die hier auf's Neue vertretenen und von Mojsisovics schon in seinem Werk über die Dolomitriffe Süd-Tirols (pag. 526) beifällig aufgenommenen Grundsätze über die Bildung von Querthälern erblicken. Die miocänen Einschlüsse einiger Karstmulden jedoch, so interessant sie für die geologische Geschichte der betreffenden Länder sind, würden für die Genesis der hier in Frage kommenden Unterwaschungs- und Einsturz-Phänomene nach wie vor von sehr secundärer Wichtigkeit sein.

Das stellenweise Vorkommen miocäner Süsswasserabsätze im Karstgebiete ist speciell eine Eigenthümlichkeit gerade des dalmatinischen oder bosnischen Karstes. In anderen Kalkgebirgen mit Karsterscheinungen, wie z. B. am Stol in Serbien oder bei Weitzenried im Banat, habe ich dergleichen nicht gesehen. Bei Schumacha am Südfuss des östlichen Kaukasus besuchte ich die südöstlichen Abhänge des langgestreckten dreigipfeligen Berges, an dessen Fuss die so vielfach von Erdbeben heimgesuchte Stadt erbaut ist. Ich sah hier tertiäre Schichten, einen blauen Tegel und darüber einen ebenfalls tertiären Kalkstein, und dieser letztere selbst zeigt die ausgesprochenste Dolinenbildung, die man sich denken kann. Dass im Bereiche dieses Kalksteines etwa noch jüngere Absätze vorkämen, welche daselbst von geschlossenen Süsswasserbecken herrühren könnten, ist mir nicht bekannt und auch der ganzen Terrainanlage nach unwahrscheinlich. Auch in Persien beobachtete ich in verschiedenen Gegenden, wie bei Aschref in Masenderan, theils beginnende, theils schon ausgesprochene Karsterscheinungen, zum Beispiel auch im Dalun Kuh, westlich von Isfahan und überhaupt in den Kalkgebirgen östlich von Chonsar, und doch fand ich gerade diese letzteren, z. Th. aus paläozoischen Kalken zusammengesetzten Bergketten völlig frei von jüngeren Süsswasserabsätzen, welche sich unsern bosnischen Braunkohlenbecken vergleichen liessen, auf welche Oberbergrath v. Mojsisovics für die vorliegende Frage einen so grossen principiellen Werth legt.

Der Zusammenhang zwischen solchen Tertiärbecken und den eigentlichen Karsterscheinungen bestünde demnach nur in dem zufälligen Zusammenvorkommen an demselben Orte.

Einen ähnlichen Zufall erblickt v. Mojsisovics in dem Vorkommen der sogenannten Karsttrichter in den Karstgebirgen. Erwägt man die überaus grosse Häufigkeit derartiger Trichter und ihre allgemeine Verbreitung in jenen Gebirgen, so ist das freilich einer der merkwürdigsten Zufälle in der Geologie, der um so merkwürdiger wird, als diese doch wenigstens für die äussere Plastik unserer Küstengebirge

so bedeutungsvollen Vertiefungen sich auch sonst überall in anderen Ländern gerade dort einstellen, wo auch „eigentliche Karsterscheinungen“ vorhanden sind, von welchen v. Mojsisovics freilich die Karsttrichter für völlig unabhängig erklärt.

Während man bisher die Worte Karsttrichter und Doline für gleichbedeutend und das eine Wort für die deutsche Uebersetzung von Doline, das andere aber für die slavische Uebersetzung von Karsttrichter gehalten hatte, unterscheidet mein verehrter Freund die auch von ihm für Einsturzbildungen angesprochenen Dolinen von den Karsttrichtern genetisch, ohne freilich fassbare morphologische Merkmale für diese Unterscheidung anzugeben. Es scheint nur, dass er besonders die kleineren Trichter oder die geselliger und dicht gedrängt vorkommenden Vertiefungen auf den Hochflächen der Karstgebirge zu jenen nicht durch Einsturz bedingten, sondern rein oberflächlichen Erscheinungen zählt. „Wie sich nun derartige oberflächliche Aushöhlungen im festen Kalkfels als Einstürze erklären lassen sollen,“ scheint ihm „gänzlich unverständlich“.

Wenn allerdings irgendwo in den Karstgebieten rein oberflächliche Aushöhlungen des Felsens vorkommen sollten, dann wird es auch Anderen nicht leicht werden, die Idee von Einstürzen dabei zu vertreten. Deshalb verhielt ich mich (l. c. pag. [34]) ablehnend gegen den Gedanken Boué's, der die kleinen Vertiefungen, welche sich zwischen maschenförmig erhabenen Theilen auf der Oberfläche einzelner Kalkblöcke finden, den Trichtern des Gebirges gewissermassen als analoge Miniaturerscheinungen gegenüberstellte. Deshalb ist es auch Zippe (im Schmid'schen Buch über die Grotten von Adelsberg etc., p. 209) nicht in den Sinn gekommen, das stellenweise zerfressene Aussehen der Oberfläche der Karstkalk mit den Karsterscheinungen selbst auf eine Stufe zu stellen. Die Frage ist nur, womit beweist v. Mojsisovics, dass gerade die Karsttrichter nichts als derartige Oberflächenerscheinungen sind, welche ihm zufolge in die Kategorie der geologischen Orgeln gehören sollen.

Es mag sein, dass verschiedene Autoren die Bezeichnung geologische Orgeln auf verschieden gestaltete Aushöhlungen in Kalkgebirgen und nicht immer in demselben Sinne angewendet haben. Karsten berichtete von geologischen Orgeln auf den Kalkfelsen Venezuela's, Andere sprachen von solchen in der Umgebung Berlins, die Erscheinungen jedoch, welche man ursprünglich bei Maastricht und später bei Burtscheid unweit Aachen mit diesem Namen belegte, sind augenscheinlich nicht ohne Weiteres mit den Karsttrichtern zu identificiren. Es sind dies meist annähernd cylindrische, Orgelpfeifen ähnliche Röhren im Kalkstein von einem relativ, das heisst im Verhältniss zu ihrer Tiefe, und auch meist absolut sehr engen Durchmesser, der nach wenigen Metern, oft sogar nur nach Decimetern bemessen wird.

Dagegen besitzt z. B. der von J. Lorenz (Jahrb. d. geol. Reichsanstalt 1859, p. 344) abgebildete, unter dem Namen Dirupo di Smergo bekannte Karsttrichter bei einer Tiefe von etwa 250 Fuss, beiläufig $\frac{1}{6}$ Meile, im Umfang, und der Trichter von Ponikve nördlich Buccari hat sogar ungefähr $\frac{1}{3}$ Meile im Umfang. Im Triestiner Karst aber mit seinen dicht gedrängten Trichtern dürften nach Guido Stache

(Geologisches Landschaftsbild des istrischen Küstenlandes, Oesterreich. Revue 1864, 2. Band, p. 200) wenigstens „30—40 Klafter so ziemlich das Mittel ihrer gewöhnlichen Weite sein.“

„Niemand,“ sagt schon Noeggerath (Ueber die sog. natürlichen Schächte oder geologischen Orgeln, Neues Jahrb. für Mineralogie etc. Stuttgart 1845, pag. 527) „der die geologischen Orgeln mit einem prüfenden Auge gesehen hat, kann auf den Gedanken kommen, diese sehr langen walzenförmigen Röhren mit den Erscheinungen in dem Kalkgebirge Krains und Dalmatiens, welches allerdings sehr viele trichterförmige Vertiefungen und Höhlungen zeigt, irgend vergleichen zu wollen“. Noeggerath glaubte bekanntlich, dass die betreffenden Erscheinungen bei Aachen und Maastricht auf eine Thermalwässeraction zurückzuführen seien, und mir ist unbekannt, ob diese Ansicht speciell für jenen Punkt schon völlig widerlegt ist.

Wenn nun in erweiterndem Sinne von dieser oder jener Seite der Name geologische Orgeln auch auf andere Aushöhlungen in Kalkgebirgen übertragen wurde, welche vielleicht theils mit den Karsttrichtern wirklich analog sind, theils aber, sei es nun mit Recht oder Unrecht, für reine Oberflächenerscheinungen gehalten werden, so muss dafür den betreffenden Autoren die Verantwortung überlassen bleiben. Das interessirt uns hier nicht weiter. Ich aber habe seiner Zeit allerdings betont, dass die Dolinen oder Karsttrichter weder der Gestalt, noch der von Noeggerath behaupteten Entstehung nach geologische Orgeln, noch auch reine Oberflächenerscheinungen etwa nach Art der Riesentöpfe seien.

Ich suchte diese Behauptung auch zu stützen, und so gern ich der Belehrung zugänglich eingestehe, dass ich mich ja theilweise geirrt haben könnte, so ungern vermisste ich gerade hier in dem besprochenen Aufsatz meines hochverehrten Collegen eine irgend begründete Widerlegung jener Ansicht, deren Stützen doch erst weggeräumt werden müssten, ehe sie auch mir jetzt „gänzlich unverständlich“ erscheinen könnte. Ein autoritativer Machtspruch ist doch wohl noch kein Beweis, und ich will bei dieser Gelegenheit ehrlich eingestehen, dass mich bei jener Arbeit, die nach der anfänglichen Erwähnung einiger Titel beinahe wie schonend aussehende Ignorirung des Inhalts der älteren Arbeiten über den Karst etwas betroffen gemacht hat.

Wo sich solche Hohlräume bilden, wie sie doch thatsächlich im Karst nachgewiesen sind, müssen auch schliesslich Einstürze entstehen. Wo aber sollten die Spuren dieser Einstürze an der Oberfläche anders zu suchen sein, als in den Karsttrichtern, oder aber welche andere Oberflächenerscheinungen entsprechen dann solchen Einstürzen?

Die annähernd kreisförmige Gestalt der Karsttrichter, welche übrigens, wie schon Marenzi hervorhob, keineswegs überall so sicher ausgesprochen ist, kann doch kein Argument gegen unsere Annahme sein. Die Schutthalden im Innern der Karsthöhlen, die ihrerseits sprechende Zeugen von Einstürzen sind, wie z. B. der sogenannte Calvarienberg der Adelsberger Grotte, entsprechen doch mit ihrer annähernd kegelförmigen Gestalt ganz gut den Trichterformen der Oberfläche.

Dass die ungefähr kreisförmige Gestalt des Randes oder auch die unbedeutenderen Dimensionen vieler Karsttrichter an und für sich nicht als Argument gegen die Entstehung derselben durch Einstürze verwendet

werden kann, lehren uns die Pingenzüge alter verlassener Bergbaue. Die Einstürze, welche sich über alten Gruben-Strecken bilden, nehmen sehr häufig eine trichterförmige Gestalt mit rundlichem Umriss an der Oberfläche an. Namentlich aber erinnere ich hier auch an die von Ch. Lyell in seinen *principles of geology* (10 edition, 2 vol. London 1868, pag. 127) zusammengestellten Beobachtungen über das Erdbeben von Calabrien im Jahre 1783, bei welcher Gelegenheit sich kreisförmige Vertiefungen meist nur von der Grösse von Wagenrädern bildeten. Dieselben waren häufig mit Sand gefüllt, der aus der Tiefe herausgequollen war. Wenn man niedergrub, so fand man diese Vertiefungen trichterförmig und der feuchte lose Sand in ihrer Mitte bezeichnete die Röhre, aus welcher das Wasser hervorgekommen war. Unter der die Oberfläche constituirenden Bodenschicht, befanden sich also augenscheinlich durch eine Wassercirculation beeinflusste und theilweise gelockerte Gebilde. Die solchergestalt unterminirte Oberfläche gab in Folge der Erderschütterung nach und es bildeten sich jene Trichter, durch deren Canäle dann in Folge des Drucks der einsinkenden Decke feuchte Sandmassen hervorgepresst wurden.

Diese stellenweise, wie bei Rosarno sogar gesellig auftretenden Trichter, waren also keine blossen Oberflächenerscheinungen, sondern offenbar Einstürze, ebenso wie die kleinen, in ihren Dimensionen nur nach Centimetern bemessenen, ausgesprochen trichterförmigen Vertiefungen auf einer Donauinsel bei Moldawa, welche daselbst im Jahre 1879 nach einem Erdbeben längs einiger unter der Oberfläche verlaufenden Risse entstanden, wie uns Zsigmondy (Verhandl. d. geol. Reichsanstalt 1879, pag. 327) näher berichtet hat. Auch bei dem jüngsten Erdbeben in Agram scheinen im Alluvialgebiet der Save ganz ähnliche Vorgänge stattgefunden zu haben. Die Trichterform mit kreisförmigem Umriss an der Oberfläche ist also für Einstürze unter gewissen Bedingungen geradezu charakteristisch und darf demgemäss, wenn sie bei sich nach der Oberfläche zu öffnenden Höhlungen vorkommt, keineswegs als Beweis gegen die Entstehung solcher Vertiefungen durch Einsturz angesehen werden. Also darf auch die blosse Gestalt der Karsttrichter nicht unter den Argumenten gegen die Einsturztheorie verwerthet werden.

Der Zusammenhang solcher angeblicher Oberflächenerscheinungen verkarsteter Gegenden mit den Aushöhlungen der Tiefe ist aber auch thatsächlich und direct erwiesen.

Für alle die Löcher, in welchen in jenen Gegenden Bäche oder Flüsse verschwinden oder für die oft trichterförmigen Vertiefungen, aus denen gelegentlich Wasser, und zwar nicht selten in Strahlen gleich Springbrunnen hervorbricht, wie uns dies z. B. Clesius (Verhandl. d. geol. Reichsanstalt 1867, pag. 159) aus der Gegend von Fiume, oder Eichwald (Bulletin de la soc. imp. des naturalistes de Moscou 1854, pag. 76) von der Insel Oesel geschildert haben, wird natürlich Niemand einen derartigen Zusammenhang bestreiten. Freilich sind solche Punkte wie die zuletzt erwähnten in relativ tiefen, dem unterirdischen Wasserspiegel der betreffenden Gegenden zeitweilig erreichbaren Niveau's gelegen. Doch ist nicht bekannt, dass solche Trichter, wie die von Clesius und Eichwald beschriebenen, eine von der anderer Karsttrichter ab-

weichende Gestalt besässen, die dann schon von vornherein eine verschiedenartige Entstehung derselben voraussetzen lassen könnte. Zudem ist auch für andere Trichter, deren Niveau's über dem jeweiligen Spiegel der unterirdischen Wassercirculation liegt, ein directer Zusammenhang mit den unterirdischen, durch Auswaschung bedingten Hohlräumen nicht selten nachzuweisen.

Lorenz (Jahrb. d. geol. Reichsanst. l. c.) zweifelte deshalb nicht im geringsten an der Entstehung der Trichter durch Einsturz. Nach ihm steht die Basis des grossen Karstrichters von Ponikve, „wie bei den meisten anderen“, durch Spalten mit dem grossen Höhlensystem des liburnischen Karstes in Verbindung. G. Stache (Oesterr. Revue, l. c.) sagt, dass die Trichter des Triestiner Karstes an ihrem Grunde entweder „in tiefe Löcher“ enden oder geschlossen sind. Dieses Geschlossensein ist indessen wohl nur ein scheinbares, wie weiter unten noch erörtert werden wird. Sollten wir denn in der That jenen Karstrichtern, bei welchen die Löcher, durch welche sie mit dem Gebirgsinnern communiciren, nicht mehr sichtbar sind, eine andere Entstehungsweise anweisen als den übrigen, nur um ihnen den Charakter als reine Oberflächenerscheinungen zu retten, nur um mit Mojsisovics sagen zu können, dass die Karstrichter mit den Karsterscheinungen nichts zu thun haben und nur zufällig mit denselben zusammen vorkommen? Das wäre doch eine gewaltsame Trennung von augenscheinlich zusammengehörigen Dingen, die noch Niemandem eingefallen ist, der sich längere Zeit mit dem Studium der Karsterscheinungen beschäftigt hat, und der wir deshalb auch in den Arbeiten von Stache oder Lorenz nicht begegnen.

Auch Ad. Schmidl (die Grotten und Höhlen von Adelsberg u. s. w. Wien, 1854) sah die Dolinen ebenfalls als durch Einstürze entstanden an. Ihm verdanken wir wichtige Feststellungen in dieser Richtung. Er schreibt (l. c. p. 151): „Es darf wohl vorausgesetzt werden, dass gewaltsame Ereignisse in den Höhlen, Einstürze u. dgl. auch an der Oberfläche correspondirende Zeichen veranlasst haben. — Nachdem Herr Rudolf die markscheiderische Aufnahme des westlichen Arms der Planina-Höhle bis zur Haidinger-Grotte vollendet hatte, ersuchte ich ihn auch über Tags die correspondirenden Züge zu machen, und in der That trafen wir im Walde über dem ersten Einsturz, am Ende des Canals bei der Isissäule, eine Doline und über dem grösseren, zweiten Einsturz, Golgatha eine zweite 18 Fuss tiefe grosse Doline mit mehreren einzelnen kleinen Trichtern in derselben, an welcher die Merkmale, dass sie durch Einsturz sich gebildet hatten, unzweifelhaft waren.“ (Vergl. auch l. c. pag. 193). Schmidl ist auch der Einzige, welcher auf einige morphologische Unterschiede im Dolinenphänomen aufmerksam gemacht hat. Er unterscheidet demgemäss die eigentlichen, trichterförmigen Dolinen von gewissen, bei den Slovenen Jama genannten, mehr schachtartigen Abgründen, welche sich in Krain „von einem Durchmesser von wenigen Fuss bis zu 50 Klaftern und darüber finden.“ Aber selbst diese Vertiefungen führen an ihrem Grunde nirgends stehendes Wasser, was sie als blosse Oberflächenaushöhlungen thun sollten. „Eine besonders merkwürdige Classe dieser Schachte bilden diejenigen, durch welche man zu einem unterirdischen Flusse hinab

gelangt, bis jetzt sind 6 dergleichen Abgründe bekannt.“ (l. c. p. 194.)
 Noch andere Schachte führen, wie ermittelt wurde, zu relativ trocknen,
 von ehemaligen Bächen schon verlassen horizontalen Corridoren herab.

Urbas (Zeitschr. des deutschen und österr. Alpenvereins 1877,
 p. 159) hat auf der, seinem Aufsätze über die Gewässer von Krain
 beigegebenen Karte gradezu manche unterirdischen Flussläufe nach der
 oberflächlichen Verbreitung der Karsttrichter markirt, und auch Fr.
 Schmidt (Untersuchungen über die silurische Formation von Ebstland,
 Livland und Oesel, Dorpat 1857 p. 89) erzählt uns von einem Erras
 genannten Flusse, dessen unterirdischer Lauf durch eine Reihe von
 Erdtrichtern an der Oberfläche bezeichnet wird, welche also nicht
 anders als durch stellenweises Nachsinken der Decke des unterirdischen,
 vom Erras durchflossenen Corridors erklärt werden können.

Es sei mir erlaubt, hier die Mittheilung einer Beobachtung ein-
 zuflechten, welche zwar in einem Terrain angestellt wurde, in welchem
 man nichts weniger als Karsterscheinungen erwarten sollte, die aber
 wegen der Analogie der dabei ins Spiel kommenden mechanischen Vor-
 gänge ganz passend hier ihren Platz findet.

Es ist bekannt, dass die Kreidemergel bei Lemberg in Galizien
 von tertiären Schichten überlagert werden, welche dort zumeist aus
 ziemlich losen Sanden bestehen. Geht man von der Stadt aus nach dem
 sogenannten Eisenbründl (Zielazna woda), so sieht man bald ausserhalb
 der Stadt, linker Hand, eine weisse Kreidewand. Hier theilt sich das
 Thal nach aufwärts zu, rechts gelangt man zum Eisenbründl, links in
 ein kleines Thal, in welchem die mechanische Fabrik liegt. Auf dem
 Rücken, der beide Thäler trennt, sieht man am Abhange gegen das
 letzterwähnte Thal eine Art plateauartiger Terrasse über dem letzteren ent-
 lang verlaufen. Hier liegt ein etwas grünlicher Sand unmittelbar über der
 Kreide, der Sand ist seiner Natur nach wasserdurchlässig, die Kreide-
 mergel sind es nicht. Daher entspringen in der Gegend von Lemberg
 viele Quellen an der Basis des Sandes und an der oberen Grenze
 der Mergel, so wie sich auch in Vertiefungen an der oberen Grenze
 der Kreide das Wasser gern zu Teichen staut. So viel sei zur Orien-
 tirung über die allgemeinen Verhältnisse vorausgeschickt.

Im Mai 1880 entstanden nun auf jenem Plateau nach heftigen
 Regengüssen plötzlich mehrere (etwa 4) tiefe Löcher im Bereich des
 Sandes, welche von den Hirten, die dort das Vieh weiden, sofort be-
 merkt wurden. Herr Professor Kreuz, der mich auf die Erscheinung
 aufmerksam machte, hat jene Löcher unmittelbar nach deren Ent-
 stehung besichtigt und später haben wir dieselben zusammen besucht.
 Die Löcher zeigten oben einen Durchmesser von 2 bis 5 Fuss und
 liegen in einer ostwestlich streichenden Linie. Sie gehen senkrecht nach
 der Tiefe und erweiterten sich nach etwa 2 Klafter Tiefe, namentlich
 in der Richtung nach Osten zu. Diese Richtung, wenn sie auch schliess-
 lich gegen die Thalsole in deren oberen Theil sich wendet, ist eine
 in Bezug auf das Thal, in welchem die Fabrik liegt, thalaufwärts ver-
 laufende, was einigermaßen auffallend genannt werden kann.

Nun aber ergab eine Beobachtung der Höhenverhältnisse der Kreide
 längs der an den Thalrändern sichtbaren Aufschlüsse, dass deren Ober-
 fläche unter der Sandbedeckung sich an diesem Punkte nach Osten

senkt, wie denn überhaupt unsere Untersuchungen jener Gegend eine trotz der flachen Schichtlagerung mannigfache Unregelmässigkeit der Kreideoberfläche erwiesen haben. Es findet also die Wassercirculation an dieser Stelle auf der Kreideoberfläche ostwärts gegen den oberen Theil des genannten Thales zu statt.

Diese Wassercirculation war jedenfalls schon seit langer Zeit in der Lage, Lockerungen der zunächst auf den Kreidemergeln ruhenden Sandpartien zu veranlassen und sogar auf mechanischem Wege Hohlräume zu schaffen. Der tertiäre Sand jedoch ist keineswegs so leicht zum Nachfall disponirt, wie man bei einem so losen Material erwarten könnte. Schon die steilen Abhänge des sogenannten Sandberges bei Lemberg bezeugen dies und namentlich im feuchten Zustande wird seine diesbezügliche Consistenz verstärkt. Es wurden also die durch Auswaschung erzeugten Hohlräume an der Basis des Sandes in unserem Falle keineswegs sofort wieder durch das Zusammensinken der Sandmassen geschlossen und demgemäss konnten jene Hohlräume eine gewisse Ausdehnung erreichen, ehe das Gleichgewicht der Sandmassen gestört wurde, welche Störung dann durch die bei Gelegenheit des starken Regens entstandenen Einstürze wieder ausgeglichen wurde. Es ist nicht möglich, den vorhandenen Thatsachen eine andere Deutung zu geben.

Bei einem Besuche der betreffenden Löcher im Juli fand ich dieselben noch immer offen und schachtartig, nur beim vierten nach Osten zu gelegenen Loche war durch Nachfall des Sandes an den Wänden eine Verschüttung eingetreten. Es hatte sich statt eines tiefen Schachtes ein seichtere, trichterförmige Vertiefung entwickelt, welche nach unten zu scheinbar geschlossen war. Ich glaube aber nicht, dass Jemand diesem losen Verschluss schon getraut hätte und ohne Bedenken in den Trichter hinabgesprungen wäre.

In ähnlicher Weise, wie hier im Kleinen jene Sandtrichter, werden sich auch die durch Einsturz entstandenen Karsttrichter schliessen können und Kalkgeröll wird ihre nach abwärts reichenden Mündungen mehr oder weniger verstopfen.

Doch ist diese Verstopfung durchaus nicht immer eine absolute. Allen Beobachtern ist, wie ich mich in meiner älteren Arbeit (l. c. p. [34]) ausdrückte, sehr bald die Thatsache zugänglich gewesen, „dass die Spuren eines noch so starken Regens auf den Karstplateau's überraschend schnell verschwinden. Wären hingegen die Dolinen eine blosse Oberflächen-Erscheinung etwa nach Art der Riesentöpfe, dann müsste sich das Wasser an ihrem Grunde zu stehenden Becken ansammeln.“ Ich berief mich dabei auch auf G. v. Helmersen, der das rein der oberflächlichen Aushöhlung zuzuschreibende Phänomen der sogenannten Riesentöpfe oder Riesenkessel in den baltischen Gebieten von den trichterförmigen, das Wasser in die Tiefe durchlassenden Einsenkungen der dortigen Kalke sehr wohl zu unterscheiden wusste (Mém. de l'académie de St. Pétersbourg 1867, p. 13 im 11. Bde.). Jene Riesentöpfe, das sind wahre, ausschliessliche Oberflächen-Erscheinungen, weder die Karsttrichter, noch die geologischen Orgeln sind es. Wie man aber speciell in unseren illyrisch-bosnisch-dalmatinischen Kalkgebirgen, etwa im Vellebit oder in der Kapella, die Existenz so zahlreicher Riesen-

töpfe erklären möchte, als es die Karsttrichter sind, ist mir vorläufig unklar.

Wie würde man sich z. B. die Entstehung solcher Riesenkessel hoch auf dem Gipfel der Dinara denken, wo es (vgl. Zittel, Die Morlakei, Oesterr. Revue 1864, 2. Bd., p. 230) Karsttrichter gibt, die „zuweilen eine Tiefe von mehr als 100 Fuss haben.“ Wo kämen da die von der Oberfläche her wirkenden Wasserstrudel her, um solche Trichter auszuhöhlen. Die Riesenkessel oder Riesentöpfe unserer Salzburger Alpen gehen wenigstens nie über 6500 Fuss hinauf, d. h. sie bleiben beträchtlich unter der Höhe der dortigen Gipfel zurück, haben übrigens immer nur bescheidene Dimensionen (1—6 Fuss Durchmesser bei höchstens Klafertiefe) und kommen gewöhnlich „in den tieferen Theilen eines grössern Hochgebirgskessels oder Hochthales“ vor. (Vgl. Fr. Simony, Ueber die Spuren der vorgeschichtlichen Eiszeit im Salzkammergute, in Haidingers Berichten von Freunden der Naturw. 1. Bd., p. 233 und 243.)

Im Karst unserer Küstenländer sind übrigens, wie ich beiläufig bemerken will, solche Riesentöpfe (*marmites des géants*) noch nicht nachgewiesen worden. Wäre aber selbst Jemandem ein derartiger Nachweis gelungen, dann müsste erst noch gezeigt werden, dass diese Töpfe von früheren Beobachtern mit Einsturztrichtern verwechselt wurden, ehe diesen Beobachtern ein Vorwurf gemacht werden dürfte.

Die Riesentöpfe unserer nördlichen Alpen bringen mich in erklärlicher Ideenverbindung auf die dortigen sog. Karrenfelder, zu deren Eigenthümlichkeiten sie (die Töpfe nämlich) stellenweise gehören.

Auch v. Mojsisovics spricht von diesen Karrenfeldern. Er sagt vom bosnischen Karst: „Als ich zum erstenmal mit Karsttrichtern besäte Gehänge sah, wurde ich sofort an die Karrenfelder unserer nördlichen Kalkalpen erinnert. Es fiel mir zunächst auf, dass diesen südlichen Gegenden Karrenfelder vollständig fehlen, trotzdem die äusseren Bedingungen zur Bildung derselben in vielen Fällen erfüllt schienen.“

Ich weiss nicht, ob es andern Lesern leichter als mir gelungen ist, den in diesen zwei Sätzen enthaltenen Gedanken sofort zu verstehen oder vielmehr in einen Bezug auf die vorliegende Frage zu setzen. Es kann Jemand unter den Palmen des Südens wandeln und dabei daran denken, dass die Fichten des Nordens unter den Tropen nicht vorkommen, das ist richtig, wenn es sich aber um eine Untersuchung der Structur des Palmenstammes handelt, dann wird er durch diesen Gedanken nicht wesentlich gefördert werden.

Einige Zeilen später werden zwar die Karsttrichter die „Stellvertreter“ der Karren genannt und wird auf das gesellige Auftreten sowohl der Karren als der Karsttrichter hingewiesen, wodurch ein Beiden gemeinsames Merkmal ermittelt wird, sollte jedoch, wie ich fast glaube, der Autor damit den Sinn verbunden haben, dass die Entstehung der Karren und der Karsttrichter dieselbe sei, so genügt doch jenes gemeinsame Merkmal allein noch zu keinem Beweise.

Zwischen den beiden citirten Stellen befindet sich auf derselben Seite des besprochenen Aufsatzes der von mir schon früher discutirte Passus, wonach die Karsttrichter zu den geologischen Orgeln gehören sollen. Sind die Karren etwa auch geologische Orgeln oder sind sie

die Stellvertreter derselben, und welche Bedeutung hat eventuell diese Stellvertretung? Man wird unter den gegebenen Umständen solche Fragen verzeihlich finden.

Was sind überhaupt Karren? Karren (vgl. namentlich Simony l. c. Das Capitel über Karrenfelder p. 226) sind Rinnen und Furchen, welche an den Gehängen der Kalkalpen auf der Oberfläche fester Gesteinsmassen herablaufen. Die von solchen Rinnen oft dicht durchfurchten Felspartien hat Agassiz Karrenfelder genannt. „In der einfachsten Form,“ schreibt Simony, „finden sich diese Karren (nicht zu verwechseln mit Karen, den Vertiefungen des oberen Gebirgsterrains) in steil abfallenden Felsflächen. Da bilden sie oft dicht an einander liegende, unter sich und mit der Falllinie der Fläche parallele, halbrund ausgehöhlte Rinnen von 1—6 Zoll Tiefe und Breite, welche durch wieder abgerundete, oder auch schneidige oder gekammte Zwischenerhöhungen von einander getrennt sind. Auf dem Dachsteingebirge erscheinen ganz grosse Partien steiler Abfälle und Wände aus der Ferne bei einer bestimmten Beleuchtung ganz regelmässig parallel senkrecht gestreift.“ Diese Streifen sind die Karrenrinnen. Escher (vgl. Heim, Mechanismus) wurde durch die von Karrencannellirungen gestreiften steilen Wände gewisser schweizerischer Hochgebirgskalke sogar an das Bild von Orgelpfeifen erinnert¹⁾.

Je weniger stark nun die Felsflächen geneigt sind, desto weniger regelmässig verlaufen die Karrenrinnen, desto mehr aber wächst deren Tiefe und Breite, indem sie dann oft 3—4 Fuss Tiefe und 1—3 Fuss Breite besitzen. Immer aber sind die Rinnen, wie Simony sagt, an ihrem Grunde „regelmässig ausgerundet“. Oft verzweigen sich die Karren und bisweilen münden sie in einen sog. Karrenbrunnen (gleichbedeutend mit Riesentopf).

Das sind freilich bloss Oberflächen-Erscheinungen. Ausser solchen kommen indessen, wie ebenfalls schon Simony nachwies (l. c. Haidinger's Berichte p. 58) in unsern Nordalpen auch wahre Karstphänomene vor, welche aber von den Karren mit Recht getrennt gehalten wurden. Umgekehrt fehlt aber auch in den Karstgebirgen die Erscheinung der Karren nicht gänzlich. Schon Zippe (Bemerkungen über den Höhlenkalkstein des Karst, als Anhang in dem citirten Schmidt'schen Buch p. 211) spricht davon, und auch Zittel (Oesterr. Revue l. c. p. 227) schilderte uns „die zahlreichen ausgedehnten Karrenfelder“ des Vellebit. „Wenn,“ so schreibt er, „das Regenwasser auffällt auf den nackten Stein, so löst es beständig kleine Partien Kalks auf, im Laufe der Zeit bilden sich Rinnen, die nach und nach zu vertieften Hohlkehlen werden, welche alle vom höchsten Kamm des Felsens aus-

¹⁾ Ich brauche wohl nicht besonders auszuführen, wodurch derartige Cannellirungen von den von Noeggerath geschilderten geologischen Orgeln verschieden sind. Trotz jenes nicht einmal glücklichen Vergleiches mit Orgelpfeifen kann da ebenso wenig eine Verwechslung begründet erscheinen, wie wenn es Jemandem einfallen wollte, die oft orgelpfeifenartig neben einander stehenden Säulen gewisser Basalte und Porphyre hier zum Vergleich heranzuziehen. Ich erinnere mich dabei an den unter dem Namen der grossen Orgel bekannten Porphyberg von Schönau in Schlesien. Man kann freilich vom rein landschaftlichen Standpunkt aus derartige Vergleiche wagen, aber man darf die dabei gefundenen Aehnlichkeiten doch nicht auf das morphologisch-geologische Gebiet übertragen.

laufen und so jene scharfen, schneidenden, wie Messerrücken hervorstarrenden Kanten die bezeichnendste Erscheinung der Karrenfelder bilden.“

Es geht also nicht wohl an, bei diesen Dingen von einer Stellvertretung zu sprechen und die Karsttrichter gewissermassen für die südliche „Facies“ der Karrenfelder zu halten, so verlockend es auch sein mag, eine in der neueren Stratigraphie besonders erfolgreich angewendete Methode auf die Morphologie der Oberfläche zu übertragen,

Simony führte einst die Entstehung der Karren auf die Wirksamkeit von Schmelzwässern ehemaliger Gletscher zurück. Da nun, wie v. Mojsisovics selbst in den Grundlinien der Geologie von Bosnien-Hercegovina (p. 46) angibt, in Bosnien bisher keine Spur alter Gletscher gefunden wurde, so möchte, wollte man sich jene Ansicht Simony's aneignen, schon darin eine Schwierigkeit gegen die Annahme einer genetischen Verwandtschaft zwischen Karren und Karsttrichtern gefunden werden. Allerdings stellen sich die Karren nach den späteren Darlegungen von Gümbel, Heim (Mechanismus der Gebirgsbildung, 1. Bd., p. 259 und 337), und nach der fleissigen Arbeit Fugger's über den Untersberg (Zeitschr. d. deutsch. u. österr. Alpenvereins, 1880, p. 176) ziemlich zweifellos als reine Erosions-Erscheinungen heraus, welche nicht gerade nothwendig auf Glacialwirkungen bezogen werden müssen, das hebt aber weder morphologisch noch genetisch den Unterschied zwischen Karren und Karsttrichtern auf.

Was die rein genetische Seite der Frage anlangt, so liegt es ja auf der Hand, dass das blosse Regenwasser eben nur Rinnen, aber an und für sich keine trichterförmigen Vertiefungen hervorrufen kann, der Regen fällt ja allgemein und tropft nicht gerade continuirlich, wie von einer Dachrinne, auf bestimmte Stellen herab. Regen und Verwitterung helfen ohne Zweifel der Bildung der Karsttrichter vielfach nach und modelliren dieselben in ihrer Weise, wo die Regenwasser ein Loch vorfinden, so werden sie es mit Vorliebe aufsuchen, das bestreitet Niemand, aber die erste Ursache jener Vertiefungen ist doch eine andere. Selbst Fugger, der in der oben erwähnten Arbeit über den Untersberg in dem Capitel über die Schneetrichter eine anscheinend nicht ungeschickte Erklärung der Bildungsweise der dortigen Trichter versucht, welche sich mit Zuhilfenahme oberflächlich wirkender atmosphärischer Agentien unter dem Einflusse der Vegetation begnügt, widerspricht sich selbst, indem er am Schluss seiner Ausführungen jene Trichter mit dem Entstehen der zahlreichen Quellen in den untern Partien des Berges in Verbindung bringt und so eine Communication der Trichter mit dem Gebirgsinnern feststellt. Ueberdies wäre die Fugger'sche Erklärung für Trichtergebiete auf geneigten Gehängen völlig unanwendbar.

Was aber die morphologische Seite der Frage anbetrifft, so ist die Aehnlichkeit zwischen Dolinen (Karsttrichtern), geologischen Orgeln und Karren genau so gross, wie die zwischen einem Weintrichter, einer Orgelpfeife und einer nach oben offenen Dachrinne, und die Aehnlichkeit eines Karsttrichters und eines Riesentopfes oder Karrenbrunnens ist ziemlich genau dem Namen beider Erscheinungen entsprechend die-

selbe, wie zwischen einem zum Durchlass von Flüssigkeiten bestimmten Trichter und einem Topf mit festem Boden.

An diesem Grade der Aehnlichkeit oder Unähnlichkeit wird nichts geändert, wenn der Trichter an seinem Grunde verstopft wird, wie das auch bei einem im menschlichen Gebrauche befindlichen Trichter, sagen wir durch Papier, und wie das bei einem Karsttrichter durch herabgefallene Gesteinsblöcke oder durch an seinem Grunde zusammengeschwemmten Lehm geschehen kann.

So gut, wie sich jener Trichter im Sande von Lemberg von selbst schloss, von dem wir oben geredet haben, so gut, wie sich die Pinggen über alten Grubenstrecken oberflächlich schliessen oder sogar alte Schächte scheinbar in einer gewissen Tiefe durch Zusammenbruch und Nachfall sich verstopfen können, ebenso gut kann das bei einem durch Einsturz entstandenen Karsttrichter vorkommen.

Es braucht dann durchaus nicht immer grobes Blockmaterial zu sein, welches an der Basis der Trichter oberflächlich gefunden wird. Ich sage das im Hinblick auf eine Bemerkung Fugger's (l. c. p. 194) bezüglich der von ihm sogenannten Schneetrichter des Untersberges, welcher Beobachter aus der Abwesenheit gerade des groben Schuttes am Grunde der dortigen Trichter ein Argument gegen den Einsturzcharakter derselben ableiten möchte.

Hat nämlich die Verstopfung einen gewissen Halt gewonnen und ist die Bewegung des Trichters gewissermassen zur Ruhe gekommen, dann wird das feinere, von den Trichterwänden abbröckelnde Schuttmaterial leicht an der Basis des Trichters sich ausbreiten und den groben Schutt überdecken können, dann werden auch die Verwitterungslehme der Karstkalke, die terra rossa und dergleichen Producte sich an dieser Basis ablagern können. Ihrerseits werden dann diese feinteiligen Absätze nicht wenig zur weiteren Verfestigung des Trichterbodens beitragen und eine Steigerung der Verstopfung des Trichterschlundes bewirken können. Es ist also durchaus nicht nöthig, eine principielle Verschiedenheit der Entstehung von verstopften und unverstopften Karsttrichtern anzunehmen.

v. Mojsisovics glaubte einen innigen Zusammenhang zwischen der Verbreitung der terra rossa und der der Karsttrichter zu finden und sah gerade in diesem geahnten Zusammenhange einen Beweis für seine Ansicht von der Entstehung der Trichter durch rein oberflächlich wirkende mechanische und chemische Kräfte. In ähnlicher Weise beinahe, wie das Fugger für seine sogenannten Schneetrichter auf dem Untersberge thut, scheint auch er anzunehmen, dass die auf zufälligen Vertiefungen der Karstplateaus sich ansammelnden Wässer einen Auslaugungsprocess begannen, der allmählig an bestimmten begünstigten Stellen Trichter aushöhlte, in welchen die in kohlen-saurem Wasser unlöslichen Bestandtheile der Kalksteine liegen blieben.

Das Zusammentreffen des Auftretens rother Lehme mit der Entwicklung von Karsterscheinungen hat unter Anderem allerdings auch schon Boué betont, und ich selbst habe, als ich in meiner öfters citirten Arbeit (pag. [14] bis [17]) das Vorkommen der terra rossa erörterte, einen localen Zusammenhang dieses Vorkommens mit den zum Theil verkarsteten Kalkgebirgen verschiedener Gegenden (des Banats,

Bulgariens, Brasiliens u. s. w.) wahrscheinlich zu machen gesucht. Ich theilte auch schon damals die Ansicht, dass die terra rossa der bei der Auflösung der Karstkalken verbleibende unlösliche Rückstand sei, „die unlösliche Asche des Kalkes“, wie sich v. Mojsisovics ausdrückt.

Nachdem ich, fussend auf den diesbezüglichen Verbreitungserscheinungen, auseinandergesetzt hatte (pag. [15]), „dass die Entstehung des rothen Lehmes mit dem Kalke selbst in irgend einem Zusammenhang stehen muss“, knüpfte ich an die Ausführungen an, welche Zippe in dem erwähnten Schmid'schen Buche (p. 214) schon im Jahre 1854 über die Entstehungsart des rothen Lehmes aus etwas Thon und Eisencarbonat enthaltenden Kalken gab, und welche im Wesentlichen trotz ihrer Kürze so zutreffend sind, dass auch die späteren Mittheilungen von Neumayr und Fuchs, auf welche sich v. Mojsisovics beruft, unsere Anschauungen hierüber nicht viel weiter gebracht haben, ebensowenig, wie man dies von einer kürzlich erschienenen Publication Taramelli's (Dell' origine della terra rossa, estratto dai rendic. del R. Istituto Lombardo, 1880) behaupten kann, welche, die älteren Ansichten desselben Verfassers berichtigend, die terra rossa in ihrer Beziehung zu dem Kalke nicht übel dem Schlamm vergleicht, den ein unreiner Schnee beim Schmelzen zurücklasse. Ueberdies hätte man sich auf jene Mittheilungen von Neumayr und Fuchs nicht gleichzeitig berufen dürfen, da dieselben zu einander im Gegensatz stehen.

„Es ist ferner klar,“ schrieb ich (pag. 17), „dass mit dem Beginne jener Auflösung und Auswaschung des Karstkalkes auch der Anfang jener Prozesse zu setzen ist, welche der Auflösung gegenüber als secundäre, dieselbe begleitende, betrachtet werden müssen. Zu diesen Vorgängen gehört aber auch, oder mit diesen Vorgängen hängt wenigstens zusammen die Bildung des rothen Lehmes, der terra rossa.“ Deshalb wies ich auch der Hauptmasse dieser Ablagerung im Gegensatze zu den Anschauungen Stache's ein nicht bloß diluviales, sondern zum Theile sogar neogenes Alter an, obwohl mir damals der später von Neumayr erwähnte Umstand des Vorkommens tertiärer Säugethierreste in den rothen Lehmen unseres Karstes noch so unbekannt geblieben war, dass ich die Möglichkeit zukünftiger diesbezüglicher Funde besonders erörtern zu müssen glaubte.

So bestimmt also auch mir der genetische Zusammenhang der terra rossa mit unseren Karstkalken im Allgemeinen vorschwebt, so vermag ich aber doch andererseits diesen Zusammenhang gerade mit der von v. Mojsisovics vorausgesetzten Entstehung der Karsttrichter nicht vollkommen einzusehen.

Zunächst muss ausgesprochen werden, dass die Localitäten des Vorkommens der terra rossa zwar vielfach, aber nicht ausschliesslich Karsttrichter sind. „Nur strichweise in grösseren Partien,“ schreibt Stache (Oesterr. Revue 1864, 5. Band, p. 219), „fleckweise aber über ganz Istrien verbreitet, stets aber zerrissen und unterbrochen durch den hervortretenden steinigen Untergrund, sind die rothen, eisenschüssigen Lehme, die terra rossa der Istrianer.“ Unter-Istrien wird (Morlot, Geolog. Verhältnisse von Istrien, p. 3, in Haidinger's naturw. Abhandlungen, Wien 1848) nach dem weit verbreiteten deckenartigen Vor-

kommen dieses Gebildes geradezu als *Istria rossa* bezeichnet. Auch H. Wolf spricht davon, dass in dem Karst nördlich von Karlstadt (Verhandl. d. geol. Reichsanstalt, p. 240) rothe eisensteinführende Lehme in Form einer mächtigen Decke vorkommen. „Die Dolinen sind damit nivellirt und ausgeglichen wie in der Ebene von Möttling in Krain.“ Der Lehm ist folglich nicht auf die Basis der Dolinen beschränkt, wenn er auch, da alles Schwemmmaterial leicht Vertiefungen zugeführt wird, vielfach von der Umgebung der Dolinen her in dieselben gewandert sein wird und sich in verstopften Dolinen dann sogar oft leichter conserviren konnte als auf freien, zumal geneigten Karstflächen.

Während nun einerseits die *terra rossa* auch ausserhalb der Karstrichter angetroffen wird, gibt es andererseits vielfach Karstrichter oder Dolinen, in welchen jenes Zersetzungsgebilde fehlt. Der Zusammenhang der Entstehung des rothen Lehmes mit der Entstehung der Trichter ist also durchaus kein nothwendiger. So entbehren eine grosse Anzahl der Trichter des Kapellagebirges oder des Zengsko bylo derartige Ablagerungen. Ebenso wenig sah ich dergleichen in den Karstrichtern der Gegend von Vlašenica in Bosnien. Ganz besonders schlagend in dieser Richtung sind aber die Angaben Lipold's in seinem Aufsätze über die Eisenstein führenden Diluviallehme in Unter-Krain (Jahrb. der geol. Reichsanstalt 1858, pag. 246—257). Es kommt dort der Fall vor, dass alle Unebenheiten der Oberfläche durch jene Lehme ausgeglichen werden, aber es kommt auch nicht selten der umgekehrte Fall vor, dass „die Lehme gerade in den tiefsten Stellen jener zahlreichen, häufig 50—100 Fuss hohen trichterförmigen Kessel, welchen Unter-Krain seinen karstähnlichen Charakter verdankt, gänzlich fehlen und nur an den oberen Rändern derselben noch vorhanden sind.“ Lipold glaubt, dass hier ursprünglich auch die Trichter mit Lehm erfüllt waren und dass der letztere aber durch die Regen- oder Schneewässer „durch Ritzen und Spalten des Kalksteines einen Abfluss“ gefunden habe. Wenn nun auch jene Lehme Krains nicht völlig identisch mit der *terra rossa* sind, sondern nur, wie übrigens auch v. Mojsisovics annimmt (Geologie von Bosnien, p. 45), eine Art Stellvertretung der letzteren bilden (an der Zusammensetzung des Karstes nehmen sehr verschiedenartige Kalksteine Theil, und nicht jeder zersetzt sich in gleicher Weise), so spricht doch der erwähnte Fall in unserem Sinne deutlich genug gegen den supponirten Zusammenhang der Entstehung der Verwitterungslehme mit der Entstehung der Trichter.

Noch mehr! Dieser Fall spricht auch ganz direct gegen den blossen Oberflächencharakter der Trichter. Wie könnten denn gerade aus einer rings geschlossenen, vergleichsweise sogar bedeutend eingesenkten Vertiefung Materialien fortgeschwemmt werden, während solche Materialien auf der Abschwemmung leicht ausgesetzten freien Oberfläche rings um die Vertiefung liegen bleiben? Wären jene Trichter nicht nach unten durchlässig, dann bliebe die *terra rossa* auf ewige Zeiten, das heisst wenigstens bis zur gänzlichen Zerstörung des Gebirges in diesen Löchern liegen und bildete sich der rothe Lehm ausschliesslich in solchen geschlossenen Löchern, dann hätten wir auch keine Gelegenheit, relativ mächtige Ablagerungen von *terra rossa* auf evident secundärer Lagerstätte zu beobachten, wie dergleichen Stache (Verh. d. geol. R.-A.

1872, p. 221) bei Pomer südöstlich von Pola constatirte. Nehmen wir dagegen eine Verbindung der Trichter mit dem Gebirgsinneren an, dann braucht es nicht allein das ausserhalb der Vertiefungen befindliche Lehmmaterial zu sein, welches auf secundäre Lagerstätten gebracht werden kann, dann kann äusserstenfalls durch Vermittlung subterranean Flüsse auch ein Lehm angeschwemmt werden, der seinen Weg vorher durch derartige Trichter genommen hat.

Von welcher Seite wir also auch die Frage nach dem Ursprung der Karsttrichter angehen, nirgends kommen wir mit der Hypothese, dass sie rein oberflächliche Aushöhlungen seien, zurecht.

Wenn man in der modernen Geologie nach den Grundsätzen von Hoff und Lyell die Erklärung des Gewordenen gern an die Betrachtung des Werdenden anknüpft, dann sollten uns in vorliegender Frage schon die oben erwähnten, direct beobachteten Beispiele von trichterförmigen Einstürzen bei Bergbauen oder in Folge von Erdbeben und Unterwaschungen einen Fingerzeig geben. Wir können aber noch weiter gehen und sagen, dass die Bildung von Trichtern in Karstgegenden sogar unter den Augen der Menschen vor sich gegangen ist und geht.

Als ich die oben schon einmal erwähnte Gegend von Schuhmacha im Herbst 1875 besuchte, fielen mir die Unterschiede auf, welche die Wandungen der zahlreichen Trichter im dortigen Tertiärkalk zeigten. Die meisten dieser meist nicht sehr grossen, vielleicht 5 bis 6 Klafter im Durchmesser haltenden Trichter hatten Wandungen, deren Gesteinsoberfläche schon die Spuren eines gewissen Alters trug, sie bestanden also bereits mehr oder minder lange Zeit, einige wenige Trichter indessen zeigten Wandungen mit ganz frischen Gesteinsbruchflächen und an der Basis dieser Einsenkungen lag grobes Blockmaterial mit noch gar nicht durch die Atmosphären beeinflussten Bruchflächen. Diese Trichter waren demnach vor nicht sehr langer Zeit entstanden, und zwar durch einen gewaltsamen Act entstanden, dessen Ursache bei der Häufigkeit der Erdbeben in jenem Gebiete nicht ferne liegt, nicht aber wäre es möglich gewesen, hier an eine Bildung der betreffenden Vertiefungen durch rein oberflächliche Auslaugung zu denken. Die ätzende und lösende Kraft des Wassers erzeugt nichts weniger als frische Gesteinsoberflächen.

Uebrigens sagt schon Graf Marenzi (Der Karst, ein geologisches Fragment, Triest 1864, p. 19), der in anderer Hinsicht freilich in dieser und in anderen Schriften sehr eigenthümliche Ansichten über die Gebirgsbildung des Karstes und anderer Gebirge äussert, dass die Dolinen-Grotten- und Spaltenbildung „noch in unseren Tagen häufig sehr augenfällig fortgesetzt wird. In der Campagne des Ritters Napoli bei Triest wurde vor wenigen Jahren durch einen Einsturz ein lang gedehnter, mehrere Fuss hoher Felsstaffel erzeugt.“

Bereits in meiner älteren Arbeit (l. c. pag. [33]) berief ich mich auf das Zeugniß Stur's, der uns von einem gelegentlich des Erdbebens von Klana gebildeten Trichter von 18 Fuss Tiefe und 100 Quadratfuss Oberfläche berichtet hat. Wenn nun auch dieser Trichter von Novokračina inmitten einer Alluvialausfüllung des dortigen Kesselthales entstand, so zweifelt doch Stur nicht daran, dass eine der unter dem Alluvialboden im Kalk befindlichen Höhlen in Folge der Erschütterung

eingebrochen sei und dadurch auch das Nachsinken der Alluvialdecke bewirkt habe. Ueberdies ist in den Karstgebieten nicht selten eine Art Correspondenz oder Abhängigkeit zwischen so zu sagen durch Schwemm- oder Verwitterungsgebilde maskirten Karsttrichtern und der Oberfläche solcher Schwemmgebilde wahrzunehmen (vergl. Lipold, Geologische Aufnahme in Unter-Krain, Jahrbuch d. geol. R.-A. 1858, p. 262), weshalb die Entstehung eines Trichters im Schwemmboden, wie bei Novokračina, unter sonst entsprechenden Bedingungen sehr wohl auf die Entstehung eines Trichters im Kalk selbst zurückgeführt werden kann.

Wahrscheinlich sind in den verschiedenen Karstländern die Trichter erzeugenden Einstürze selbst seit historischer Zeit nicht gar so selten gewesen. Es fehlte, was bei den ethnographischen Verhältnissen eines Theils jener Länder nicht Wunder nimmt, vielleicht hie und da nur an Beobachtern, welche solche Ereignisse in der Literatur fixirten. Den Bewohnern selbst ist die Sache nichts Neues.

Professor Pilar in Agram, der als Landsmann der croatischen Bewohner unsers Karstes in leichter Weise mit denselben verkehren konnte und bei diesem Verkehr Vieles zu hören bekam, was anderen der Sprache und Sitte minder kundigen Reisenden verborgen blieb, schreibt in seinem Beitrage zur Lösung der Wasserfrage im croatischen Karst (in dem oben citirten Werk: Die Wassernoth im Karste p. 142) bezüglich der modernen Entstehung von Einsturzlöchern und Trichtern wörtlich Folgendes: „An manchen Stellen gehen diese Veränderungen so rasch von Statten, dass mancher Grenzer-Jüngling, welcher nach einigen Decennien sein Vaterland wiedersah, wohl sagen konnte, es sei durch Neubildung von Trichtern gar nicht mehr zu erkennen gewesen. Häuser mussten in Folge von Erdstürzen verlegt werden, Obstgärten, die einmal bestanden, waren nicht mehr, und neue Saumwege waren angebahnt, da die früheren unwegsam geworden.“

Wer möchte unter solchen Umständen noch an der Einsturznatur der Karsttrichter zweifeln?

Sehr treffend und geistreich bezeichnet aber v. Mojsisovics die endliche Verwandlung der unterirdischen Denudation in eine ausschliesslich subaërische und somit die Verwandlung der unterirdischen Flussläufe in oberirdische als ein Ziel des Karstprocesses.

Die Vorgänge also, durch welche die auffallenden und sonderbaren Erscheinungen der Karstgebiete bedingt werden, streben dahin diese Erscheinungen schliesslich wieder zu verwischen. Das Streben der Erosionsthätigkeiten ist eben hier wie sonst trotz anscheinend gegentheiliger Wirkungen schliesslich ein nivellirendes. Es ist mutatis mutandis die alte Geschichte vom Saturn, der seine Kinder verschlingt.

Die Deckengewölbe der unterirdischen Corridore stürzen nach und nach ein, zuerst stellenweise, dann in weiterem Umfange, bis sie endlich gänzlich verschwinden. Der oberflächlich sichtbare Ausdruck jener ersten stellenweisen Einstürze sind aber unsere Pingen ähnlichen Karsttrichter. Hie und da verbinden sich benachbarte Einzeltrichter zu einer grösseren Doline von ungleichen Durchmesser. Viel weiter ist gerade in unseren illyrisch-bosnischen Karstgebieten der Vorgang in den meisten Fällen nicht gediehen. Die Decke der Corridore ist zumeist nur eine in dieser Weise durchbrochene oder durchlöcherter, aber sie wölbt sich

noch immer über jenen zahllosen finsternen Galerien, von denen wohl die meisten dem Fusse des Menschen für immer unzugänglich bleiben werden. Macht aber die Zerstörung des Gewölbes Fortschritte, gibt es dann nach oben zu mehr offenen Raum als verdeckten, dann erscheinen nur mehr einzelne Deckbalken oder Brückenbögen als Reste der ursprünglich continuirlichen Decke. Als ein derartiger Gewölberest darf z. B. die Felsenbrücke aufgefasst werden, welche am unteren Ende des nach oben offenen Felsenkessels der Mazocha bei Adamsthal in Mähren sich über dem die Mazocha verlassenden Bache aufbaut. Jene devonischen Kalkgebiete mit ihren indessen immerhin noch zahlreichen und durch mancherlei Einschlüsse so interessanten Höhlen scheinen stellenweise schon jenem vorgeschrittenen Stadium der Verkarstung sich zu nähern, in welchem durch die Fortsetzung dieses Vorganges die ersten Aeusserungen desselben theilweise verwischt sind.

Die Erscheinungen in Karstgebieten sind ausserordentlich mannigfaltig und oft sehr zusammengesetzter Natur, es sind aber stets dieselben Factoren, durch deren Zusammenwirken alle diese Erscheinungen hervorgerufen werden. Trotz äusserer Mannigfaltigkeit in den Vorgängen sind die inneren Gesetze derselben ausserordentlich einfache. Die combinirten Wirkungen einer theils oberirdischen, theils unterirdischen Wassercirculation nach den gewöhnlichen hydrostatischen und hydrodynamischen Gesetzen, Erosionseffecte im Innern von Kalkgebirgen chemische Auslaugungen, mechanische Auswaschungen, Bildung von Hohlräumen und Einstürze der Decken dieser Hohlräume, Gleichgewichtstörungen und Wiederherstellung dieses Gleichgewichts, das sind die Ursachen, auf welche ein Theil der bisherigen Beobachter den Karstprocess zurückführte. Es muss dem Urtheil der unbefangenen Leser unsrer Ausführungen überlassen bleiben zu prüfen, ob dabei die Natur noch anderer Kräfte benötigte, oder die Wissenschaft neuer Theorien bedurfte, um zu entscheiden, wie viel an solchen Theorien neu, und wie viel an denselben gut war.

Unsere Ausführungen sind einigermaßen lang geworden, jedenfalls länger, als ich es beim Beginne dieses Aufsatzes vermuthete. Widerlegungen aber sind immer umständlich, namentlich wenn sie zugleich der Vertheidigung eines älteren Standpunktes und der Abwehr eines die Fundamentalpunkte einer Frage berührenden Angriffes dienen sollen.

Qui tacet consentire videtur. Sollte also auch der Schein einer Zustimmung vermieden werden, so glaubte ich, den besprochenen Darlegungen gegenüber nicht schweigen zu dürfen.

Wenn ich mir nun die in diesem Falle keineswegs angenehme Pflicht der Discussion fremder Meinungen auferlegte, so sollte diese Discussion auch keinen der mir im Hinblick auf die etwaigen Meinungsverschiedenheiten wesentlich scheinenden Punkte übergehen. Gerade in dieser etwas umständlichen, mit der Kürze der discutirten Ausführungen contrastirenden Ausführlichkeit mag der Massstab meiner Achtung des Gegners und der Würdigung eines Autors gefunden werden, dem die Wissenschaft schon für zu viele und schöne Erfolge verpflichtet ist, als dass sein Verdienst durch Ablehnung einiger Ansichten, wie die hier besprochenen, geschmälert werden könnte.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt](#)

Jahr/Year: 1880

Band/Volume: [030](#)

Autor(en)/Author(s): Tietze Emil

Artikel/Article: [Zur Geologie der Karsterscheinungen. 729-756](#)