

Ausserordentliche Beilage

ZU DEN

MONATSBLÄTTERN

DES

WISSENSCHAFTLICHEN CLUB IN WIEN.

Der geologische Bau

der österreichischen Küstenländer.

Von

Dr. E. Tietze.

(Auszug aus dem Vortrage, gehalten im Wissenschaftlichen Club am 1. April 1885.)

Die landschaftlichen Eigenthümlichkeiten einer Gegend werden nicht allein von dem Klima derselben und der von dem Klima abhängigen Vegetation bedingt, die wirtschaftlichen Zustände eines Gebietes hängen nicht ausschliesslich von dessen geographischer Lage, von dessen Nachbarn oder von den ethnographischen Verhältnissen des betreffenden Districtes ab. Unter den Factoren, die dabei eine nicht unwesentliche Rolle spielen, kommt auch der geologische Aufbau dieser Gegend mehr als man wohl in der Regel zugestehen will, in Betracht. Es mag also nicht überflüssig sein, wenn ich im Hinblick auf die Reise nach Dalmatien, welche viele der geehrten Mitglieder des Wissenschaftlichen Club projectirt haben, einer Aufforderung des Herrn Secretärs des Vereines Folge leiste und versuchen will, einen kurzen Abriss von der Geologie der österreichischen Küstenländer zu geben und den Einfluss zu betrachten, der in diesem Falle der geologische Aufbau auf die Physiognomie und die Entwicklung des Landes genommen hat und nimmt. Es wird dadurch vielleicht das Verständniss des zu bereisenden Landstriches in der einen oder andern Hinsicht für die geehrten Theilnehmer an der Fahrt erleichtert werden.

Vorausschicken will ich, dass es zufällig gerade mehrere Mitglieder unseres Club sind, welche das Verdienst in Anspruch nehmen

dürfen, die Verhältnisse, um die es sich handelt, klargelegt und entwirrt zu haben. Beispielsweise hat Herr Hofrath v. Lorenz in der Umgebung des Quarnero höchst werthvolle Studien gemacht, für Istrien und die angrenzenden Theile von Krain verdanken wir Herrn Oberbergrath Stache eine sehr genaue geologische Aufnahme, und was speciell Dalmatien betrifft, so sind es die Herren Hofrath v. Hauer und wiederum Oberbergrath Stache gewesen, welche die geologische Kenntniss dieses Landes so weit gefördert haben, wie sie in den heute vorliegenden geologischen Karten zum Ausdruck gelangt. Was meinen eigenen Antheil an diesen Bestrebungen betrifft, von dem ich übrigens nur spreche, um zu motiviren, dass ich heute das Wort ergreife, so beschränkt sich derselbe auf einige Untersuchungen in dem croatischen Küstengebiet und auf geologische Recognoscirungen in gewissen, an Dalmatien angrenzenden und theilweise ähnlich aufgebauten Gebirgsdistricten, wie in Montenegro und einem Theile von Bosnien. Bei diesen Untersuchungen und Recognoscirungen bot sich mir allerdings Gelegenheit Dalmatien und Istrien selbst zu berühren, so dass es mir an eigener Anschauung für die zu besprechenden Gebiete nicht fehlt. Auch entfallen auf diesen meinen Antheil einige mehr theoretische Darstellungen, welche sich mit dem Karstphänomen befassen, d. h. mit einer Erscheinung, die,

wie wir noch erörtern werden, in allen unseren Küstenländern von grosser Bedeutung für den Charakter der Landschaft ist.

Allgemein ist bekannt, dass die Gebirge unserer Küstenprovinzen für einen Zweig des Alpensystems im weiteren geographischen und geologischen Sinne gelten, und dass sie in mancher Hinsicht eine Uebereinstimmung des Baues besonders mit den Südalpen aufweisen. Nach den neueren Ansichten von *Suess* würden diese zuweilen auch mit dem Namen der dinarischen Ketten belegten Gebirge allerdings auch mit dem System des kleinasiatischen Taurus sich bequem zu einem geologischen Ganzen verknüpfen lassen. Ich will Sie indessen mit der Discussion dieser Frage nicht weiter aufhalten und ebenso wenig durch eine längere Auseinandersetzung über die Eigenthümlichkeiten der Schichtenfaltung und der Schichtenstörungen in unseren Küstenländern behelligen, da uns dies heute zu weit führen würde. Nur soviel sei gesagt, dass ein System meist schief gestellter, nach der adriatischen Seite zu überschobener Falten die Tectonik jenes Gebietes beherrscht, und dass bisweilen diesen Falten parallele Längsbrüche, als eine Complication der vorhandenen Störungen sich einstellen. Der oft sehr schroffe Absturz der dalmatinischen Berge nach der Küste zu, hängt auf das Innigste und so zu sagen ganz organisch mit der erwähnten Art der Schichtenstörungen zusammen. Doch, wie schon angedeutet, würde die mir zugemessene Zeit nicht reichen, wenn ich dieses, für populäre Darstellung sehr schwierige Capitel hier ausführlicher behandeln wollte. Ich will vielmehr sofort an die Aufzählung der Formations- oder Gesteinsglieder gehen, welche den wesentlichsten Antheil an der Zusammensetzung der fraglichen Gebirge besitzen.

Als ältestes Formationsglied erscheinen an der Oberfläche gewisse Schiefer und Sandsteine vom Alter der sogenannten Kohlenformation. Indessen treten dieselben nur an relativ wenigen Punkten im Bereich des croatischen Küstenlandes auf, und es verdient, um Missverständnisse zu vermeiden, bemerkt zu werden, dass Steinkohlen in diesem Schichtencomplex nicht gefunden werden. Darüber folgen dann schon etwas weiter verbreitet Sandsteine und Schiefer von nicht selten röthlicher Färbung, welche man auf unseren Karten unter dem Namen der Werfener Schichten zusammengefasst hat. Diese Schichten bilden die Grundlage für den Aufbau der immens mächtigen Kalkentwicklung, welche den besonders charakteristischen Bestandtheil der österreichi-

schen Küstengebirge vorstellt. In dieser Kalksteinentwicklung sind Abtheilungen der sogenannten Triasformation, des Jura, der Kreideformation und auch des Alttertiärs oder Eocäns vertreten. Der Jura ist bisher allerdings nur sporadisch nachgewiesen, Trias- und Kreidekalke sind am verbreitetsten.

Nicht überall ist es leicht die zu den beiden letzteren Bildungen gehörigen Schichtencomplexe von einander zu unterscheiden, da die für eine genauere geologische Altersbestimmung wichtigen Versteinerungen oft fehlen. Dies gilt insbesondere für die zur Trias gerechneten Kalke. Doch kennt man z. B. vom Debelo Brdo bei Knin und zwischen Dernis und Sinj deutliche organische Reste aus dem Niveau des sogenannten Muschelkalkes, und in einer etwas jüngeren Triasablagerung sind ebenfalls am Debelo Brdo und bei Castel Lastua, ganz im Süden Dalmatiens, bezeichnende Versteinerungen gefunden worden. Relativ häufiger ist das Vorkommen der sogenannten Rudisten in dem Kreidekalke und das Auftreten der merkwürdigen Nummuliten in den Eocänschichten.

Ueber dieser mächtigen Kalksteinbildung folgen nun wiederum gewisse Sandsteine, Schiefer und Mergel, welche von den Bewohnern des Küstengebietes mit dem Namen *macigno* oder *tasello* belegt werden, und welche dem Flysch der Alpengeologen, dem Karpathensandstein der Karpathengeologen, bezüglich dem sogenannten Wiener Sandstein des Wienerwaldes also etwa den Bildungen am Kahlenberge und Leopoldsberge entsprechen oder doch wenigstens der jüngern Abtheilung der genannten Gebilde gleichstehen. Das stellenweise Vorkommen dieser Bildungen gibt Veranlassung zu dem markantesten landschaftlichen Gegensatz, der in den österreichischen Küstenländern wahrgenommen werden kann, weshalb ich diesen Umstand besonders zu beachten bitte. Wenn ich gesagt habe, dieser istrisch-dalmatinische Flysch oder *macigno* liege *über* der grossen Kalksteinentwicklung dieser Gegend, so ist damit nicht gemeint, dass er sich etwa auf den höheren Spitzen und Kämmen der Gebirge befinde, es ist nur von einer Ueberlagerung im geologischen Sinne und von seinem jüngeren Alter die Rede; in Wahrheit befinden sich die aus dem *macigno* bestehenden Gebirgsmassen meist in hypsometrisch tieferem Niveau zwischen den Kalksteinketten eingeklemmt und eingefaltet. Während nun die höher ansteigenden Kalkberge sich durch schroffere Formen und durch ihre in den unbewaldeten Gebieten hervortretende hellere weissliche oder graue Gesteinsfarbe, sowie

durch besondere Sterilität auszeichnen, zeigen die aus Flysch bestehenden Hügel sanftere Terrainformen, grünliche oder braune Gesteinsfärbungen und abgesehen etwa von der aus localen Gründen etwas unfruchtbareren inner-istrischen Flyschentwicklung auch eine reichere Vegetation. Sie bilden vielfach den Ort für allerhand Culturen, wovon man sich in der Gegend von Miramare und Triest oder auch bei Castelnovo an der Bocca di Cattaro leicht überzeugen kann.

Von den Bildungen, die noch jünger sind als der Flysch, sind zunächst gewisse, der sogenannten Neogenformation angehörige Schichten zu nennen, wie sie bei Sinj und Dernis vorkommen. Dieselben besitzen jedoch keine ausgedehnte Verbreitung. Dann gelangen wir sofort zu den Absätzen der diluvialen und der heutigen Epoche.

Unter diesen jüngeren Absätzen sind als besonders interessant eigenthümliche Breccien hervorzuheben, das sind in diesem Falle Trümmergesteine, welche aus kantigen und eckigen Bruchstücken der älteren Kalke bestehen, wobei die einzelnen Stücke durch ein roth gefärbtes eisenschüssiges Bindemittel verkittet erscheinen. In diesen Breccien liegen oft zahlreiche Knochenreste von grösseren diluvialen Säugethieren, dem Pferd, dem Rind, dem Hirsch und auch einer Art von Rhinoceros angehörig. Diese paläontologischen Funde haben zu bemerkenswerthen Folgerungen bezüglich der Geschichte unserer adriatischen Gebiete in der jüngsten geologischen Vergangenheit Veranlassung gegeben, insofern nämlich die erwähnten Knochenbreccien nicht allein auf dem istrisch-dalmatinischen Festlande, sondern auch auf den diesem Festlande vorliegenden Inseln gefunden wurden, wie z. B. auf Lussin, Lesina und Spalmadore. Es ist nun nicht gut denkbar, dass die betreffenden Landthiere auf jene Inseln gelangt sind, während diese Inseln bereits ihren insularen Charakter besaßen, ja es ist nicht einmal leicht denkbar, dass diese Thiere auf so kleinen Inseln wie Spalmadore die für ihre Existenz nöthigen natürlichen Bedingungen vorgefunden hätten. Man hat daher aus dem Vorkommen ihrer Ueberreste auf diesen Inseln geschlossen, dass zur Zeit der Bildung der bewussten Knochenbreccien zwischen den heutigen Inseln und dem Festlande Dalmatiens noch eine continentale Verbindung bestand, welche den Verkehr für die betreffenden Thiere gestattete. Diese Folgerung wird unterstützt durch gewisse Thatsachen aus der heutigen Lebewelt. Die Uebereinstimmung z. B., welche in der Landconchylien-Fauna Dal-

matiens speciell mit derjenigen des Monte Garano auf der gegenüberliegenden italienischen Küste zu finden ist, weist ebenfalls mit einiger Wahrscheinlichkeit auf eine continentale Ueberbrückung der heutigen Adria in geologisch junger Zeit hin, obschon es in diesem Falle natürlich nicht völlig ausgeschlossen bleibt, dass auf dem Umwege über die Nordküste der Adria herum eine Wanderung der betreffenden Arten stattgefunden haben kann. Jedenfalls aber haben sich noch in historischer Zeit an unseren adriatischen Küsten Vorgänge abgespielt, welche in ähnlicher Weise wie zur Diluvialzeit in dem Ansteigen des Meeresspiegels an diesen Küsten, bezüglich in dem allmäligen Sinken des Festlandes ihren Ausdruck gefunden haben. Bei Triest, Pola, Zara hat man Reste römischer Bauten (Mauerwerk, Mosaikfußböden) und Sarkophage unter dem Niveau des Meeresspiegels unübertunden gefunden, worauf bereits v. Klöden die Aufmerksamkeit gelenkt hat. Dorthin haben die Römer nicht gebaut. Es haben also entsprechende Veränderungen seit der römischen Epoche in dem Verhältnisse zwischen Meer und Festland Platz gegriffen.

Dass nun bei diesen Veränderungen, welche, wie wir sahen, schon in der diluvialen Periode ihren Anfang gehabt haben müssen, oscillatorische Bewegungen vorgekommen sind in der Art, dass zeitweise die Tendenz der Bewegung sogar eine umgekehrte und der hier geschilderten entgegengesetzte gewesen ist, wie man aus dem Vorkommen gewisser jüngerer Conchylienbänke, die man z. B. bei Zara wenige Fuss über dem Meeresspiegel antrifft, schliessen möchte, mag ohne Weiteres zugestanden werden, für uns bleibt das insofern gleichgiltig, als das schliessliche Facit aller dieser Vorgänge in ihrer compensirten Wirkung ein relatives Sinken der Küsten bedeutet. Es ist freilich nicht leicht zu ermitteln, welcher Antheil dabei der Variabilität des Meeresspiegels und welcher Antheil eventuell den Bewegungen des festen Felsgerüsts der Erdrinde zukommt. Die Discussion gerade dieser Frage würde uns jedenfalls heute zu viel aufhalten.

Wir haben nunmehr die Hauptgruppen der sedimentären Formationen genannt, welche in unseren Küstenländern vorkommen. Fügen wir noch hinzu, dass an einigen wenigen Punkten auch noch eruptive Gesteine auftreten, wie bei Knin und Ostaria in Dalmatien, am Vratnik bei Zengg, bei Fuscine und an einigen anderen Stellen des croatischen Gebietes, bei Comisa auf der Insel Lissa und auf einigen kleineren Klippen in der Nähe von Lissa (Scoglio Brusnik und Scoglio Pomo), so haben wir für

unsern Zweck die Aufzählung aller der Bildungen erschöpft, die den Aufbau unserer Küstenketten zusammensetzen.

Die erwähnten Eruptivgesteine gehören ihrem Alter nach zumeist theils den Werfener Schichten, theils etwas jüngeren mesozoischen Niveaus an, sind aber nirgends jünger als die Kalksteine ihrer Umgebung.

Es handelt sich jetzt darum, auf die für den wirtschaftlichen Zustand und den landschaftlichen Charakter des Gebietes sich aus der freilich nur flüchtig besprochenen geologischen Zusammensetzung ergebenden Folgen hinzuweisen.

Zunächst darf dabei des Umstandes gedacht werden, dass gerade die Ausbildungsweise, welche den meisten der erwähnten Formationsglieder eigen ist, das Vorkommen nutzbarer Mineralien nicht sonderlich begünstigt.

Die grossen mesozoischen Kalksteinmassen der Küstenländer haben sich beispielsweise dem Auftreten von Erzlagerstätten hier ebensowenig günstig erwiesen wie in den Alpen. Nicht einmal die dort stellenweise (z. B. bei Raibl) sich findenden Zinkerze kommen in dem triadischen Complexe Croatiens und Dalmatiens vor. Jüngere, der Tertiärzeit angehörige Eruptivgesteine, wie etwa die in Ungarn so vielfach erzführenden Trachyte fehlen. Was das Vorkommen von Steinkohlen anlangt, so wurde schon bemerkt, dass die der Steinkohlenzeit angehörigen Bildungen, die ja auch in den Alpen nur selten und dann relativ wenig durch Kohlenführung sich auszeichnen, auch in den Küstenlandschaften, die wir besprechen, keine Kohlenflötze besitzen. Ein kleines Flötzchen Pechkohle bei Rastel-Grab ist nicht zu rechnen. Es gibt allerdings in Istrien und Dalmatien Lagerstätten von fossilem Brennstoff, dieselben gehören jedoch viel jüngeren Formationen an. So kennt man unter dem von *Stache* gewählten Namen der liburnischen Stufe eine zwischen den Kreide- und Eocänkalken des Küstengebietes sich stellenweise einschiebende Reihe von Süsswasserabsätzen, welche z. B. bei Albona in Istrien eine Anzahl minder mächtiger Kohlenflötze enthalten, und auch in einer noch etwas jüngeren eocänen Schichtenabtheilung werden, z. B. am Monte Promina in Dalmatien, Kohlen mit einigem Erfolge ausgebeutet, im Allgemeinen sind das jedoch untergeordnete Mengen, die höchstens für den mehr localen Bedarf von Bedeutung sind, und ohne dem absoluten Wert der betreffenden Bergbaue zu nahe zu treten, lässt sich doch sagen, dass relativ, für die Industrie des ganzen Landes nämlich, die Kohlenproduction

dasselbst keine genügende Ausdehnung besitzt. Einige der jüngeren Tertiärzeit angehörige Braunkohlenablagerungen kommen dabei noch weniger in Betracht, als die schon genannten Punkte bei Albona und am Monte Promina. Die marine Entstehungsweise der Kalke, die eigenthümliche Natur der Flyschbildungen, welche bisher noch nirgends, weder in den Alpen und Karpathen noch in Italien und dem Orient sich als besonders kohlenreich erwiesen haben, schliesst die Anwesenheit mächtiger und ausgedehnter Kohlenflötze in der Regel aus, und was die erwähnten Braunkohlenbildungen anbelangt, so können dieselben schon deshalb nicht mehr als ein untergeordnetes locales Interesse beanspruchen, weil der Raum, den die jüngeren Tertiärbildungen in den betreffenden Landstrichen einnehmen, ein ziemlich beschränkter ist. Ich wiederhole aber, um Missdeutungen auszuweichen, nochmals, dass hier nur vom Mineralreichthum des Landes im Allgemeinen, im Verhältniss zu der grösseren Montanproduction anderer Gebiete die Rede ist, und dass damit kein Urtheil über den Geschäftswerth der einzelnen Productionspunkte abgegeben werden soll; es kann ja, um diesen Gedanken an einem Beispiel aus einem ganz verschiedenen Productionsgebiete zu erläutern, auch die Tabaksproduction eines Landes eine unbedeutende, dem Bedarf nicht entsprechende und doch für die einzelnen Producenten ganz rentabel sein.

Von sonstigen Mineralproducten Dalmatiens und der anderen Küstenländer kann nicht wohl gesprochen werden. Man kennt an einigen Stellen im Flysch das Auftreten von Thoneisensteinen, dieselben haben jedoch nie zu einer Ausbeutung Veranlassung gegeben, man kennt im Bereich der Kreidekalke vielfach asphaltische Ausschwitzungen, aber auch für die Verwendung dieses Productes bieten sich gerade keine besonderen Aussichten. Nur Kalksteine selbst sind selbstverständlich in genügender Menge für Bauzwecke und dergleichen vorhanden, und es mag auch erwähnt werden, dass sich solche Steine hie und da zu monumentalen Verwendungen eignen, aber damit ist auch Alles gesagt, was sich zu Gunsten dieses Zweiges der Urproduction in Istrien und Dalmatien sagen lässt.

Wie aus dem Gesagten hervorgeht, ist das Gebirgssystem, um das es sich handelt, vornehmlich aus Kalken zusammengesetzt. Dadurch wird der landschaftliche Habitus des Landes zunächst bestimmt, wobei es allerdings ganz gleichgiltig bleibt, ob dieser Kalk der Trias- oder der Kreideformation angehört.

Der Kalk disponirt, namentlich in solchen stark gefalteten Gebirgen, sehr zur Zerklüftung, ferner ist der Kalk eines der auflöslichsten Gesteine. Jedes Wasser, namentlich aber kohlen-säurehaltiges, wie es die meisten Quellen führen, ist im Stande, eine gewisse Menge Kalk aufzulösen. Die Klüfte und Spalten verschaffen dem Wasser allenthalben Zutritt in das Innere des Gebirges und überdies ist das Wasser auch zwischen den einzelnen Schichtbänken zu circuliren im Stande. Auf diese Weise entstehen durch Auslaugung Hohlräume. Dieselben erweitern sich mit der Zeit zu Höhlen, an denen Dalmatien bekanntlich ziemlich reich ist (ich erinnere an die Verliccahöhle, welche die Dalmatiner gern mit der Adelsberger Grotte vergleichen), und diese Höhlen treten untereinander in Communication, so dass eine unterirdische Wassercirculation entsteht. Sind einmal ganze Bäche auf diese Weise gebildet, so wirkt das Wasser dann nicht mehr blos chemisch und auflösend, sondern auch mechanisch, das heisst abwaschend und durch den Transport festen ungelösten Materials. Auf diese Weise erweitert sich das System der unterirdischen Corridore beständig, und man kann dann sagen, die Erosion sei in solchen Kalkgebirgen vielfach in das Innere des Gebirges verlegt, im Gegensatz zu anderen Gebirgen, bei denen die erodirende Thätigkeit nur in der Ausfurchung oberflächlich sichtbarer Schluchten sich kundgibt. Daraus entstehen dann alle die Eigenthümlichkeiten der Karstlandschaften, deren typisches Vorbild wir gerade in unseren Küstengebirgen besitzen.

Um Missverständnisse zu vermeiden darf im Vorübergehen erwähnt werden, dass die Erscheinungen, um die es sich hier handelt, allerdings nicht gerade auf diese österreichischen Küstengebirge und ihre nächsten Umgebungen beschränkt bleiben. In beinahe jedem grösseren Kalkgebirge wird man die Spuren der betreffenden Vorgänge beobachten. Albanien und Griechenland bieten dafür treffliche Beispiele, und ich selbst habe im südwestlichen Klein-Asien und in der Kette des Dalun Kuh in Central-Persien ganz analoge Verhältnisse studiren können, ja sogar die von flacher gelagerten silurischen Kalken eingenommenen Gebiete der russischen Ostseeprovinzen wären hier in gewissem Sinne zu nennen, allein man wird sich auf die Kalkmassen der dinarischen Erhebung stets in erster Linie berufen, wenn man die Besonderheiten des Karstprocesses zu erläutern wünscht.

Abgesehen von den schon erwähnten Höhlen und unterirdischen Flüssen gehört zu diesen

Eigenthümlichkeiten noch die über grosse Gebiete herrschende Quellenarmuth, die für viele Gegenden geradezu eine Wassernoth für die Bewohner zur Folge hat. Das ist eine der Hauptcalamitäten für das Land, die schon vielfach die Fürsorge der Behörden in Anspruch genommen hat. Es handelt sich dabei nicht allein um die Bewohner selbst, sondern auch um den Viehstand derselben. Man kann das Vieh, das ohnehin auf dem steinigem Boden keine geeigneten Weideplätze findet, nicht einmal genügend tränken. Es bleibt also nichts übrig, als höchstens Schafe oder Ziegen zu halten, die sich mit dem Wassermangel bequemer abfinden und die man dann aber oft stundenweit zur Tränke führen muss, wenn das Wasser der wenigen Cisternen oder kothigen Pfüzten, aus denen man hie und da den Wasserbedarf deckt, nicht mehr ausreichen will. Ziegen und Schafe haben jedoch für die Bewohner manche andere Unannehmlichkeiten im Gefolge. Diese beweglichen Thiere gelangen leicht überall hin und zerstören gern die spärlichen Culturen. Man ist also genöthigt, ihretwegen die kleinsten bebauten Parcellen mit Steinwällen zu umgeben, eine mühsame Arbeit, die in keinem rechten Verhältniss zu dem zu erhoffenden Ertrage steht, und welche, wie wir sahen, indirect auf die Ungunst der geologischen Verhältnisse, das heisst auf die durch diese bedingte Quellenarmuth zurückgeführt werden muss.

Quellen treten bekanntlich überall dort auf, wo entweder eine relativ undurchdringliche Schicht bei geeigneter Neigung das aus höheren Regionen herabsickernde Wasser zum Austritt zwingt oder wo ein wasserführender Spalt an der Oberfläche mündet, vorausgesetzt, dass solch ein Spalt nicht zu tief unter die Oberfläche herabreicht. Ist nun aber ein Gebirge so zerklüftet, dass alles Wasser in die Tiefe sinkt, so ist klar, dass an den Flanken des Gebirges nur spärlich Wasser hervordringen kann. Viele Quellen entstehen deshalb erst an der Basis der in den Küstenländern so überaus mächtigen Kalkmassen, dort, wo die früher erwähnten Werfener Schichten zum Vorschein kommen, was leider nicht überall der Fall ist, oder unter besonderen Verhältnissen an der Grenze gegen den Flysch, namentlich im Falle einer überkippten Lagerung der Mergel und Sandsteine der letztgenannten Formation.

Mit der Entwaldung hat diese für alle höher gelegenen Theile bestehende Quellennoth nichts zu thun, ebensowenig etwa mit einem geringen Regenfall. Es liegen ja bereits eine Reihe

von Beobachtungen vor, welche beweisen, dass die Menge des atmosphärischen Niederschlages in unseren Küstenländern nicht geringer ist als in manchen andern Gebieten der Monarchie, und was die Einflüsse der Entwaldung betrifft, so ist daran zu erinnern, dass gewisse, vom Meere entferntere Gebiete, wie z. B. der Nordostabhang der Kapella, noch heute schöne Waldbestände tragen, ohne deshalb quellenreicher zu sein als andere völlig entholzte, aber ihnen geologisch gleichartige Gebirgsflanken. Die meisten Reisenden bekommen in jenen Gegenden eben nur die dem Meere benachbarten entwaldeten Landstriche zu Gesicht, und so entwickelt sich leicht die Vorstellung, als ob die in den Gebirgen herrschende Wassernoth, von der sie in der Regel hören, in einer directen Beziehung zu dem kahlen Aussehen der Landschaft stünde. Auch die geehrten Theilnehmer an der geplanten Excursion werden sich nur schwer von ähnlichen Voraussetzungen freihalten können. Wer aber Gelegenheit gehabt hat, das fragliche Gebiet etwas mehr in seiner Gesamtheit kennen zu lernen, der wird die Spärlichkeit der oberflächlich austretenden Wasseradern im Bereich der dinarischen Hochlandschaften in erster Linie mit den geologischen Verhältnissen in Zusammenhang bringen.

Im Gegensatz zu dieser Quellenarmuth und doch schliesslich von denselben Grundursachen abhängig ist das Auftreten solcher Quellen in den tieferen Regionen, welche gleich im Anfange einen ganzen Bach oder Fluss vorstellen. Beispiele davon sind der Fluss, der bei Fiume fliesst, die Ombla bei Gravosa oder auch der Bach, der unweit Cattaro entspringt und nach kurzem Laufe ins Meer geht. Die Rieka in Montenegro, die in den Scutari-See mündet, kann zwar füglich nicht bei der Aufzählung der österreichischen Karstflüsse genannt werden, aber sie ist eigentlich das schönste Beispiel für die besprochene Erscheinung. Sie ist gleich von der Quelle an für kleinere Dampfschiffe schiffbar. In allen solchen Fällen hat sich das Wasser schon innerhalb des Gebirges in grösserer Menge aus den verschiedenen Höhenlagen gesammelt. Der Austritt einer solchen Quelle ist nur die oberflächliche Fortsetzung eines in unterirdischen Hohlräumen sich bewegt habenden Baches und nicht gleichbedeutend mit dem Austritt von Sickerwasser aus einer wasserdurchtränkten Gesteinsschicht. Bisweilen kommt es sogar vor, dass derartige Quellen unter dem Niveau des Meeres herauskommen, wie zwischen Fiume und Volosca oder an der

Küste bei Zengg. Ohne die beständige, natürlich unter einem hohen hydrostatischen Drucke erfolgende Süswasserzufuhr vom Gebirge her würde an solchen Stellen das Meer selbstverständlich in das Gebirgsinnere eindringen. Das bekannte, viel besprochene Phänomen der Meermühlen von Argostoli (jonische Inseln), welches ich selbst vor einigen Jahren zu sehen Gelegenheit hatte, bietet für ein derartiges mögliches Eindringen des Meeres in das Kalkgebirge den besten Beleg. Stellt man sich nun vor, dass aus irgend einem hier nicht näher zu erörternden Grunde das in das Gebirgsinnere eingedrungene Meereswasser dort der beständigen Verminderung unterliegt, so muss auch der Zufluss von der See her ein constanter sein, wie dies eben auf Argostoli der Fall ist. Doch sei dies nur beiläufig erwähnt.

Es geschieht nun aber nicht blos, dass ganz fertige Bäche aus einem Gebirge herauskommen. Auch das Umgekehrte kommt vor. Ein an der Tagesoberfläche fliessender Bach verschwindet plötzlich in einem nach der Tiefe führenden Schlunde, wird von da durch unterirdische Canäle weiter geleitet und kommt an einer anderen Stelle jenseits des Gebirges wieder zum Vorschein. Auf diese Weise verlieren dann solche Gebirge die Eigenschaft als Wasserscheiden. Das ist eine der merkwürdigsten Thatsachen. So verschwindet z. B. die Dobra im Gebiete der ehemaligen croatischen Militärgrenze bei Ogulin, um jenseits einer ansehnlichen Erhebung bei Mariatrost wieder hervorzutreten, und so bezieht, wenigstens einer vielfach verbreiteten Vorstellung gemäss, die Quelle der Ombla bei Gravosa ihren Wassergehalt zum Theil von der im Popovo polje in der Hercegovina sich verlierenden Trebinčica. Wie sich hier zeigt, sind die Flussläufe an der Tagesoberfläche oft nur fragmentarische. Daher kommt es, dass nur wenige grössere zusammenhängende Flüsse im Lande existiren (etwa nur die Narenta und die Kerka wären zu nennen), und dass die einzelnen Thalstrecken rings vom Gebirge eingeschlossene langgestreckte Kessel sind, mit einem Worte, dass es in Dalmatien so viele, sozusagen blinde Thäler gibt. Die unentwickelte Thalbildung ist also die directe Folge der Durchlöcherung des Gebirges und der Verlegung der Erosionsthätigkeit in das Innere desselben.

Als eine weitere Folge der unentwickelten Thalbildung erscheinen dann die stellenweise in den Küstenländern vorhandenen periodischen Seen. Dies Phänomen, für welches der Zirknitzer See in Krain zwar das bekannteste,

aber durchaus nicht das einzige Beispiel ist, tritt ein nach der Schneeschmelze oder nach längeren Regengüssen, so dass es sich füglich als eine Art von Ueberschwemmung manifestirt. Es beruht darauf, dass die unterirdischen Wassercanäle natürlich rings geschlossene Wände besitzen, so dass durch die sich bald erweiternde, bald aber auch verengende Röhrenleitung, wenn dieser Ausdruck erlaubt ist, nur einem bestimmten Volumen Wasser in einer gewissen Zeit der Durchtritt gestattet wird. Ist nun das Wasserquantum, welches abzufließen hat, ausnahmsweise grösser, so muss eine Rückstauung stattfinden, welche unter Umständen in einzelnen Thalkesseln, die mit diesem Röhrennetz durch Schlünde und Spalten in Verbindung stehen, zur zeitweiligen Bildung eines Sees führt. Alle Beobachtungen stimmen darin überein, dass nicht das von den Seitenwänden der rings geschlossenen Kessel, also von oben ablaufende Wasser zur Seebildung in diesem Kessel genügt, sondern dass das seebildende Wasser von unten herauftritt, also dem unterirdischen Röhrennetz entstammt. Das bewusste Phänomen wird übrigens stets ein unregelmässiges sein, so dass die Höhe der Inundirung nicht immer der Menge der Wasserzufuhr während einer bestimmten Zeit entsprechen wird, denn in einzelnen Fällen werden sich die subterranean Canäle durch Deckeneinstürze verstopft haben, in anderen Fällen werden solche verstopfende ältere Gesteinspfropfen durch den gewaltigen Wasserdruck beseitigt werden, was natürlich bald der Stauung, bald dem rascheren Abfluss des Wassers zu Gute kommt.

So viel möge über die unvollständige Thalbildung gesagt werden, die hier wie in allen verkarsteten Gebieten sich übrigens auch als ein grosses Hinderniss für die bequemere Entwicklung der Verkehrswege herausstellt, denn wer immer in ein rings geschlossenes blindes Thal hineingelangen oder aus demselben herauskommen will, der muss einen oder einige Gebirgsrücken übersetzen und kann nicht, wie dies in anderen Gebirgsgegenden, die ein ausgebildetes, vielfach verzweigtes Thalsystem besitzen, doch wenigstens sehr oft möglich ist, aus einer Thalfurche ohne Ueberschreitung eines Gebirgsriegels in die andere gelangen. Das ist also auch eine der Calamitäten, welche in dem geologischen Bau des Landes begründet sind.

Die am meisten in die Augen springende Erscheinung in den dalmatinischen Kalkgebirgen sind aber die sogenannten Dolinen oder Karstrichter. Das sind Vertiefungen von etli-

chen Dutzend Schritten bis zu mehreren tausend Fuss Durchmesser und der jeweilig entsprechenden Tiefe und von mehr oder weniger kreisförmigem Umriss. Diese Dolinen sind gleichsam ringsgeschlossene Thäler im Kleinen und unterscheiden sich ausser dem Grössenverhältnisse von den erwähnten blinden Thälern, die ihrerseits meist in die Länge gezogene Vertiefungen vorstellen, hauptsächlich durch die rundliche Art des Umrisses. Doch hält es in einzelnen Fällen schwer, zwischen den kleineren blinden Thälern und den grösseren Dolinen eine scharfe Trennung vorzunehmen.

Wenngleich die Dolinen in der Entfernung, z. B. von der Küste aus gesehen, allerdings nicht wesentlich das Bild alteriren, welches die dalmatinischen Berge darbieten, so sind sie doch für die Detailplastik dieser Berge geradezu das bestimmende Element des Reliefs, und man wird sich ihrer Bedeutung für den Charakter der Landschaft bei jeder Excursion nur allzusehr bewusst. Diese Bedeutung ist aber eine gleichsam innerlich im Wesen des Kalkgebirges völlig begründete, denn gerade diese Karstrichter bilden so recht eigentlich den oberflächlichen Ausdruck für die kolossale Durchlöcherung des Gebirgsinnern in unseren Küstengegenden.

Die Dolinen sind nämlich, was man auch neuerdings von anderer Seite dagegen gesagt haben mag, Einsturztrichter, und man hat derartige Einstürze auch vor den Augen des Menschen entstehen sehen. Fast überall in jenen Landstrichen kann man ältere Leute treffen, welche sich auf solche Ereignisse zu erinnern wissen, und die nach dem Erdbeben von Klana im Jahre 1871 angestellten Untersuchungen von *Stur* haben ebenfalls die Neubildung von Karstrichtern ermittelt. Die letzteren gleichen deshalb den sogenannten Pinggen über alten verlassenen oder sonst zu Bruche gegangenen Bergbauen. Schreitet nämlich die Aushöhlung der unterirdischen Corridore mehr und mehr vor, so kommt stellenweise der Moment, wo die Decke des Gewölbes unter dem Drucke der überlastenden Massen nachgibt, und wo der deshalb erfolgende partielle Einbruch der Decke ein Nachsinken von Gesteinsmaterial an der Gebirgsoberfläche herbeiführt. In manchen Fällen communicirt dann die Oberfläche direct mit dem Gebirgsinnern, und so werden diese Einstürze, abgesehen von den schon bei der Faltung der Kalksteinbänke erzeugten Spalten und Klüften, die Ursache der Erscheinung, dass auf der Höhe unserer Karstplateaux die Spuren selbst gewaltiger Regengüsse so rasch verschwinden; nicht selten aber verstopfen

sich auch diese Löcher, deren Bildung überdies nicht immer mit einem Schlage, sondern oft ruckweise vor sich geht, durch das von den Seitenwänden der Trichter herabfallende Blockwerk. Die Blöcke klemmen sich gegenseitig zwischen den Trichterwänden, die Zwischenräume zwischen denselben werden durch feinen Schutt oder durch die bei der Verwitterung der Kalksteine entstehenden und seitlich hereingeschwemmten lehmigen Producte ausgefüllt, so dass nach und nach am Boden des Trichters sich eine lehmbedeckte kleine Ebene bildet. Das ist nun für die Culturarbeit der Küstenbewohner eine überaus wichtige Thatsache, denn die Anpflanzungen basiren in diesen Gegenden ausser den früher genannten, von den Flyschgebilden eingenommenen Partien und abgesehen von dem Areal, welches die rings geschlossenen, häufig jedoch durch Schotterabsätze steriler gewordenen blinden Kesselthäler einnehmen, fast nur auf der Bebauung des Bodens der Dolinen. Das sind dann die kleinen Oasen in der Karstwüste, aber man sieht, wie mühsam der Küstenbewohner um seine Existenz kämpfen muss, denn was sind das für unbedeutende, der Cultur zugängliche Flächen im Vergleich zu dem Areal des ganzen steinbesäten Gebirges, und wie beschwerlich ist dabei der Zugang zu diesen kleinen Ackerparcellen!

Die soeben erwähnten lehmigen Verwitterungsproducte des Kalkes sind meistens intensiv roth gefärbt, und diese Färbung bildet durch ihren Gegensatz zu den grauen Tönen des umgebenden Gebirges ebenfalls ein eigenenthümliches Element der Landschaft in jenem Gebiete. Der bei den italienisch redenden Küstenbewohnern für diesen Lehm übliche Name Terra rossa, der auch in die wissenschaftliche Nomenclatur übergegangen ist, bezieht sich auf diese Färbung. Sehr abenteuerlich waren zum Theil die Hypothesen, welche vor längerer Zeit über die Entstehung der Terra rossa verlautbart wurden. Die Einen erblickten in der rothen Erde ein vulcanisches Product, Andere ein Erzeugniss heisser Quellen, wiederum Andere brachten ihr Entstehen mit der Verwitterung der oft röthlich gefärbten Werfener Schichten in Verbindung, eine

Annahme, die schon mit der weiten allgemeinen Verbreitung des rothen Lehms und der geringen oberflächlichen Verbreitung der Werfener Schichten nicht im Einklang steht, und endlich glaubte man auch die Möglichkeit, dass dieser Lehm ein Meeresabsatz sei, discutiren zu müssen. Das sind, wie man sieht, sehr entgegenstehende Meinungen, die zu ihrer scheinbaren Begründung überdies eines äusserst complicirten Apparats von Voraussetzungen bedurft hätten. Sehr einfach erscheint uns dagegen heute allerseits die schon 1854 von *Zippe* angedeutete, von mir selbst im Jahre 1873 warm befürwortete und näher motivirte Erklärung der fraglichen Erscheinung, der zufolge die rothe Erde nichts ist als der unlösliche, durch Eisenoxyd roth gefärbte Rückstand von der Auflösung der ursprünglich ja nicht aus chemisch reinem kohlen-sauren Kalk bestehenden, sondern durch Thon und Eisen verunreinigten Kalksteine. Nur einem von besonderen Zufälligkeiten bedingten Zusammentreffen von Umständen ist es zuzuschreiben, dass die *Zippe*'sche Erklärung des betreffenden Vorganges erst ziemlich spät und gleichsam durch Neuentdeckung sich allgemeinen Eingang verschafft hat.

Ich habe nunmehr mein Versprechen einzulösen gesucht und wenigstens in den allerallgemeinsten Zügen den Einfluss geschildert, den die geologische Beschaffenheit der österreichischen Küstengebirge auf die landschaftliche Gestaltung derselben und auf die wirthschaftlichen Verhältnisse seiner Bewohner ausübt. In letzterer Hinsicht ist dabei allerdings hervorgetreten, dass dieser Einfluss ein vielfach sehr ungünstiger ist, dass das Land nicht zu den von der Natur besonders gesegneten gehört, aber ich habe damit natürlich nicht beabsichtigt, von dem geplanten Besuch Dalmatiens abzuschrecken, da die Theilnehmer an der Reise unter den besprochenen Uebelständen ja wenig zu leiden haben dürften, sondern im Gegentheil, ich wollte versuchen, das Interesse für ein Land zu steigern, welches für den Beobachter so besonders reich an Anregungen ist und welches für jeden Besucher zu einer Quelle schöner und lehrreicher Erinnerungen zu werden vermag.

