

Die Exkursion des geographischen Instituts der Wiener Universität nach Istrien und an die Adria im November 1908.

Von cand. phil. Hellmuth **Braumüller**.

In der Erkenntnis, daß die Schulung des Geographen in der weiten Lehrstätte der Natur am wirksamsten gefördert wird, unternahm das geographische Institut auch diesmal eine Exkursion, und zwar nach Istrien und an die Adria. In erster Linie studierten wir dort das Karstphänomen; neben den rein morphologischen Beobachtungen versuchten wir den geologischen Aufbau des Landes zu verstehen, der ja bis zu einem gewissen Grade grundlegend für die Ausgestaltung der Erdoberfläche ist; wir achteten auf klimatische und floristische Verschiedenheiten und ließen das kulturhistorische Moment nicht außer acht. Der Umstand, daß wir so nahe dem Meere waren, gab uns Gelegenheit, einen Blick in die Ozeanographie und Biologie dieses Gebietes zu tun.

Wenn wir aus der Überfülle dessen, was wir in so kurzer Zeit sahen, die Hauptmomente als bleibendes Besitztum festgehalten haben, so danken wir dies in erster Linie unserem hochverehrten Lehrer Prof. Brückner, der uns das Verständnis für die geographischen Erscheinungen erschloß. Wir danken auch dem k. k. Ministerium für Kultus und Unterricht für die gewährte Subvention, den Direktionen der k. k. priv. Südbahn-Gesellschaft für Fahrpreisermäßigung und der Sektion Küstenland des D. u. Ö. Alp. V. für ihre freundliche Bewilligung des halben Eintrittspreises zur Besichtigung der Grotten und Höhlen von St. Canzian. In besonders dankbarer Erinnerung werden uns die Stunden an Bord der „Adria“ bleiben, wo Herr Prof. Cori uns in eine gleichsam neue Welt einführte und unser bleibendes Interesse für Biologie begründete. Auch dem derzeitigen Assistenten Herrn Dr. Götzinger sprechen wir unseren Dank aus; als Kenner des Gebietes hat er uns vielfach Anregung und Anleitung und dem Verfasser dieses Berichtes manchen weiteren Rat gegeben. Endlich bin ich meinen Reisegefährten für die Einsicht in ihre Notizen zu Dank verpflichtet.

Der erste Schritt hinaus in die offene Karstlandschaft zwischen Divaca und St. Canzian zeigte uns 16 Studierenden (3 Damen) einen ganz eigenartigen geographischen Typus. Am auffälligsten ist der Mangel an wechselnden Berg- und Talformen. Wir befinden uns auf einem welligen Plateau mit stumpfen Zügen, dem weitere plateauartige Berge aufgesetzt scheinen. In diesem ungegliederten Land tritt nacktes Gestein allerorten zu Tage; nirgends erblickt man Schutthalden oder Humusboden, hie und da nur einen grünlischen Schimmer von vereinzelt Wiesenstreifen, die auf Gesteinswechsel schließen lassen. Dem grauen Kalkboden sind spezifische Hohlformen eigen, mehr oder minder kreistrichterförmige Gebilde, die sich nach der Tiefe verjüngen. Diese Dolinen sind für die Karstlandschaft ebenso charakteristisch wie für Gebiete mit undurchlässigem Boden die Täler. Sie entstehen durch eine Erosion, die sich in der Vertikalen bewegt und mit der gleichzeitig eine chemische Ausräumung nach der Tiefe zu erfolgt. In diesen bald trichter-, bald schüsselförmigen Vertiefungen gewahrten wir einen eisenschüssigen Lehm, auf dem kleine Kulturen angelegt waren; diese Terra rossa ist der unlösliche Rückstand des Kalksteines; Wasser und Wind vertreiben die Roterde von der Oberfläche. Die verschiedenen Größenverhältnisse der Dolinen, ihre mannigfachen Ausgestaltungen geben Fingerzeige für den Umlauf ihrer Entwicklung und für ihre Beziehungen zu ähnlichen Gebilden. Geologische Orgeln, „Jamen“, Dolinen und „Uvalen“ stehen in ursächlichem Zusammenhang. Die Einzelformen zeigen große Variation und Kombination; die Klüftigkeit und Löslichkeit des Kalksteins, die tektonische Anlage und die sehr verschiedene Zusammensetzung des Gesteines bleiben bestimmend für die Formgebung. Die Karrenbildung lernten wir als chemische Wirkung abrinnenden Wassers atmosphärischen Ursprungs kennen. Die Böschung erschien nebst der Reinheit des Kalkes als das Maß und Richtung Angebende; horizontale Flächen zeigten Näpfchenbildung, steile Böschungen parallel laufende Rinnen, weniger steile unregelmäßige Verzweigungen.

Die Stephaniewarte bei St. Canzian liegt 160 *m* über der schäumenden Reka, die im „großen und kleinen Trichter“ bereits im Kalk fließt und doch noch offen zu Tage liegt. Sie kommt aus dem Flyschgebiete und hat sich dort durch eozäne Sandsteine ein Bett gegraben. Nachdem sie so bereits einen mehr als 30 *km* langen Lauf hinter sich hat, tritt sie bei Britof in das Kalkgebiet über; alsogleich setzt die Erosion nach der Tiefe ein. Von den Lokamühlen an bis zur Tomasini-Brücke des „kleinen Trichters“ berechnet sich das Gefälle auf das außerordentliche Maß von 80‰; die Reka fließt also bereits nach kurzer Strecke bedeutend unter der heutigen Plateaufläche und da sie auch im Sommer manchmal austrocknet, ist man berechtigt anzunehmen, daß das untere Karstwasserniveau noch tiefer liegt und sich erst im Innern der

Höhlen mit dem Flußbette vereint. Nach anderen Vorkommnissen in Istrien fließen auch andere Flüsse oberirdisch im Kalk; es ist eben entscheidend die Beschaffenheit des Kalkes und die Wassermenge des Flusses; noch wichtiger erscheint die Verkleidung der Kalkklüfte durch Lehm, also die Geschiebeführung des Flusses.

Zunächst wurden unter Führung von Einheimischen die Grotten aufgesucht, die um ein Bedeutendes über dem Rekaniveau liegen. Die Tominzgrotte hat einen weiten portalartigen Eingang (Höhe 10 *m*, Breite 20 *m*). Geschichteter Lehm mit abnehmender Mächtigkeit nach dem Innern zeugt für eine Einschwemmung des Materials bei Hochwasser. Man unterscheidet hier vier Kulturschichten, die nach den Funden einer Zeit entsprechen, die von der jüngeren Steinzeit bis ins sechste Jahrhundert n. Chr. reicht. Die 80 *m* lange Schmidlgrotte zeigt ähnliche Dimensionen; diese Grotten sind das Werk des einen Ausweg suchenden Hochwassers oder alte Flußläufe. Der Rudolf-Dom, in den die Reka sich zunächst stürzt, ist von großartigen Dimensionen; er erreicht eine Höhe von 70 *m*, eine Länge von 130 *m* und eine Breite von 50 *m*; am Ende desselben greift die Decke herunter bis auf eine Höhe von 35 *m* über dem Rekaniveau, um sich sogleich wieder in eine Höhe von 70 *m* zu schwingen. Diese unregelmäßigen Ausgestaltungen sind ein Hauptcharakteristikum der Höhlen von St. Canzian; hohe Dome, von denen der Müllerdom eine Höhe von 98 *m* erreicht, wechseln mit Fugen und kaum zu passierenden Schlupfen. Daß hierin ein Grund für die enormen Hochwasserstände zu suchen ist, kann nicht bezweifelt werden. Wenn die Reka hier bereits im Karstwasserniveau liegen würde, wäre das außerordentlich rasche Ansteigen um so eher begreiflich; von nicht geringer Wichtigkeit ist das talauf liegende Sandsteingebiet, das die anschwellenden Wassermassen ohne Verlust nach St. Canzian bringt. In den jetzt nicht von der Reka durchflossenen Höhlenräumen treten die regellos gestalteten Gebilde der Sickerwässer in Erscheinung; in einer dieser Grotten finden sich wohl ausgebildete Sinterterrassen, die aus vielen neben- und übereinander liegenden Becken gebildet sind, von denen einige mehr denn 1 *m* Tiefe haben. In derartigen Höhlengängen, die oft eingeschwemmte Lehmassen aufweisen, wird vielfach der einstmalige Verlauf der Reka vermutet.

Die Höhlen von St. Canzian stellen einen Typus dar, der infolge seiner Wasserführung und Luftzirkulation stark an den Temperaturschwankungen teilnimmt. Im allgemeinen haben wir eine Lufttemperatur im Mittel von 10 bis 11° und eine Wassertemperatur von 11 bis 12°; die jährlichen Schwankungen im Innern sind nicht so groß wie am Eingang, wo sie eventuell über 20° betragen¹⁾. Die Höhlen sind bisher auf

¹⁾ Vergl. A. Penck, Die Temperaturverhältnisse der Grotten von St. Canzian bei Triest, Met. Z., VI, S. 161—164.

eine Länge von 2·4 km erforscht; mit dem „See des Todes“ scheint das Ende erreicht zu sein. Man will gewisse Naturschächte, die Kačna jama und die in unterirdische Höhlen einmündende Jama von Trebič mit der Reka in Verbindung bringen; aber das Ansteigen des Wassers jener Höhlen zur gleichen Zeit wie in der Reka ist noch kein Beweis für deren Zusammenhang; auch will man an sogenannten Schnauflöchern den weiteren flußartigen Verlauf der Reka festlegen. Diesen Vermutungen stehen andere Beobachtungen entgegen. In neuester Zeit wurden in der Reka bei St. Canzian chemische Versuche gemacht und es zeigte sich, daß das eingeschüttete Lithiumchlorür nicht in einer, sondern in allen Quellen des nördlichsten Zipfels der Adria zu Tage trat¹⁾; da überdies nur jeweilig Spuren bemerkt wurden, so ist eine Mischung des Flußwassers mit Sickerwasser anzunehmen. Es scheint, daß tatsächlich mit dem Eindringen des Rekaflusses in die Tiefe ein Aufhören des Flußlaufes verknüpft ist; er dürfte sich allmählich im Kluftnetz verlieren und nach Bewegungsgesetzen des Grundwassers zirkulieren. Die ganze Anordnung der Höhlenräume spricht gleichfalls für eine Profilverringering der unterirdischen Flußhöhle; die Dome scheinen im allgemeinen mit der Entfernung vom Eingang niedriger, die Schlupfe enger zu werden und dies steht im Einklang mit der geringeren Zuführung von Kohlensäure ins Innere der Höhle.

Der folgende Tag war dem Studium des Hochkarstes östlich von Triest gewidmet. Aus normal gelagertem Gebiete kommen wir bei Boršt in eine Zone von Überschiebungen, die nach SW, also dem Meere zu, gerichtet sind. Hier tritt eine hydrographische Erscheinung zu Tage, die den Gesetzen der Wasserzirkulation im Karst zu widersprechen scheint. Ein Flößchen, in eine alte Hochfläche eingebettet, quert den Steilabfall des Karstes. Die Flüsse, die sonst im Flysch entspringen, verlieren ihren oberirdischen Lauf, sobald sie auf Kalk übertreten. Die besondere Anlage der Rosandraschlucht scheint in der Tektonik begründet zu sein²⁾. Eine dort eintretende Knickung des Steilabfalles, ein dazwischen auftretender Bruch in der Absenkung und anstehender Flysch in den Quellmulden wies auf einen möglichen epigenetischen Vorgang. Von Boršt führte uns die Bahn, die Höhe des Karstes erklimmend und dazu jene von der Rosandra in den Steilabfall gelegte Bresche benützend, nach dem Tschitschenboden. Auf dem Wege von dem am Rand der Hochfläche gelegenen Rozzo nach Podgačie gingen wir fast quer zur Streichungsrichtung und sahen Flysch mit Kalk wiederholt wechseln;

¹⁾ N. Krebs, Neue Forschungsergebnisse zur Karsthydrographie. Pet. Mitt., 1908, Seite 166.

²⁾ N. Krebs, Morphogenetische Skizzen aus Istrien. 34. Jahresber. d. deutschen Staatsoberrealschule in Triest, 1904, S. 5.

der Flysch markierte die ebenen, der eozäne Kalk die steil abfallenden Partien. Der ganze Steilabfall des Tschitschenbodens ist in Stufen zerlegt, den einzelnen Kalkzügen entsprechend; auch hier ist es wie bei Boršt zu überschiebenden und überkippenden Bewegungen mit der Richtung nach SW gekommen. Die Abhängigkeit der Formen von der geologischen Anlage kommt am Steilabfalle des Tschitschenbodens in der Stufenbildung der Kalke und in der Ausräumung des Sandstein- und Mergelgebietes zur Geltung. Lenken wir den Blick auf die großen Züge in dem Landschaftsbilde, so bemerken wir eine eingeebnete Plateaufläche, die sich über das ganze istrische Gebiet erstreckt, ganz unabhängig von Antiklinalen und Synklinalen; sie kappt die steil und weniger steil aufgerichteten Schichten unbekümmert um die Gesteinsgrenzen und stellt sich dar als die miozäne Verebnungsfläche¹⁾, die nach Beendigung der Faltung zur Ausbildung gelangte und in der postmiozänen Zeit gehoben wurde. Die istrische Platte liegt um einen immerhin bemerkenswerten Betrag unter der Verebnungsfläche des Tschitschenbodens. Diese Niveaudifferenz wird erklärt mit einer allgemeinen Schiefstellung des Landes. Auf die Verebnungsfläche aufgesetzt erscheinen Bergzüge, die Krebs als „Kettenkarst“ bezeichnet. Sie mögen die Teile darstellen, die von der Verebnung nicht mehr ergriffen wurden, weil vor Beendigung des Zyklus ein neuer durch die postmiozäne Hebung eingeleitet wurde.

Oberhalb Rozzo enthüllt sich das Karstphänomen in großartiger Weise. Der Boden ist von Dolinenzügen wie durchlöchert; nur nacktes, in Trümmer gegangenes Gestein liegt zu Tage und zeigt die immer wechselnden Auslaugungsformen des lösenden Wassers. An diesem Werke der Zerstörung sind alle möglichen Verwitterungseinflüsse tätig: Tau, Regen, Schnee, Eis und Wind, der hier stark in Erscheinung tretende Temperaturwechsel, die Inhomogenität und die verschiedene chemische Zusammensetzung der Kalke, ihre Lage und nicht zum wenigsten das Alter dieses Vorganges. Die Verkarstung dürfte in postmiozäner Zeit eingesetzt haben, als die eingeebnete Landschaft gehoben und damit das Karstwasserniveau in die Tiefe verlegt wurde. Uns fiel allgemein auf, daß die Dolinen hier oben verhältnismäßig klein und wenig tief erscheinen; wir glaubten, daß dieser scheinbare Widerspruch in den Lagerungsverhältnissen begründet ist; fingerförmig sind die Flyschschichten zwischen die Kalke eingequetscht und liegen anscheinend auf ziemlich Strecken teilweise nicht zu tief unter dem Kalke; im anderen Falle hat die Flyschdecke erst durch Denudation entfernt werden müssen, ehe die Bildung der Dolinen eintreten konnte.

Wir gelangten da, wo die Berge des Kettenkarstes an die Hochfläche treten, zu einer großen Senke, dem Polje von Podgačie. Es stellt

¹⁾ Vergl. N. Krebs, Die Halbinsel Istrien. Pencks Geogr. Abh. IX^{1/2}, S. 27 u. 34.

eine längliche im Gebirgsstreichen liegende Hohlform dar und wird auf allen Seiten von höher gelegenen Terrain abgeschlossen. Das Bedeutsame ist, daß sich die Einsenkung an Flysch knüpft. Wahrscheinlich wurde die Senke im Bereiche des Flysches ausgeräumt, wobei der benachbarte Kalk das entschwundene Material in seinen Klüften aufgenommen haben müßte. Das Polje mit den beiden für den Tschitschenboden stattlichen Dörfern, Podgačie und Lanišcie, gleicht in seiner Umrahmung von unbebautem, ödem Karstland einer Oase in der Wüste.

Gegen Abend querten wir nochmals die Hochfläche in der Richtung auf Lupoglava. Von da fuhren wir mit der Staatsbahn nach Pisino (Mitterburg), wo wir von der Gemeindevertretung und dem Geographen Herrn Professor G. Gravisi herzlich empfangen wurden. Für die uns erwiesene Gastfreundschaft sei diesen Herren unser bester Dank ausgesprochen.

Pisino, in einer großen Flyschmulde am Rande der istrischen Platte gelegen, gleich begünstigt von Klima und Boden, ist jetzt ein Städtchen von 4000 teils kroatischen, teils italienischen Einwohnern. Die Foiba verschwindet hier an der Gesteinsgrenze in einem 218 *m* tiefen Schlund. Während der am nächsten Tage erfolgenden Rückfahrt nach Lupoglava berührten wir hinter dem Tunnel von Borutto einen wichtigen Knotenpunkt des Ursprunges mehrerer Gewässer und konstatierten starke Gefällsunterschiede und Höhendifferenzen der Flüsse. Ganz augenscheinlich verschiebt sich die Wasserscheide immer weiter gegen SE zu Ungunsten der Foiba. Auf dem Wege zum Monte Maggiore, den wir nun einschlugen, beobachteten wir in den gelblichen und graublauen Flyschmergeln häufig Wasserrisse; diese nannte Götzingler „Racheln“¹⁾; sie sind noch sehr jugendlichen Datums. Keinem größeren Flusse tributär, bilden sie vielverzweigte, in dem weichen Gestein prächtig ausgeprägte kleine Talsysteme. Sie finden sich dort, wo Lücken in der Vegetationsbedeckung eintreten; Schlagregen bei sonst trockenem Klima vergrößern ihr Zerstörungsgebiet auf unheimlich schnelle Weise. Die abgerundeten Kuppen werden auf diese Weise zerkerbt und immer mehr ihres Pflanzenwuchses beraubt. Plaiken und Rutschungen am steilen Gehänge verhelfen dem Zerstörungswerke zu gewaltigen Dimensionen, so daß die Rachelbildung in der Tat eine ernste Gefahr für die Bodenkultur geworden ist.

Der Steilabfall des Tschitschenbodens vollzieht östlich von Lupoglava eine Schwenkung nach SE, während der Albonenser Karst, von S kommend, nach NE ausbiegt. Beide Gebirgsketten kommen also aufeinander zu; die Antiklinalen treten beim Monte Maggiore näher zusammen, die Mulden verengen sich, und wie den Verlust der seitlichen Ausdehnung wett zu

¹⁾ Götzingler, Beiträge zur Entstehung der Bergrückenformen. Pencks Geogr. Abh. IX/1, S. 161.

machen, wächst und steigt die ganze Masse in die Höhe; zwischen beiden Gebirgszügen führt die Paßstraße durch eine Hochmulde direkt zum Schutzhause (927 *m*). Hier tritt ein überraschender Szeneriewechsel ein. Eben noch im Karst, auf seiner steinig-öden Fläche, im Banne seiner grauen Monotonie; jetzt schauend über unermeßliche Waldesgründe, die von Buchen und Eichen zu den immergrünen Gewächsen des Adriastandes leiten; unter uns das blaue Meer, in dem sich die Inseln widerspiegeln. Der Gipfel des Monte Maggiore fällt steil ab zum Quarnero, gegen *W* nimmt er bald sanftere Böschungen an; als fremdes Glied ragt er über die Rumpflache, die sich über ganz Istrien breitet und deren NW-Abdachung auf posthume Störungen schließen läßt, die vielleicht erst im Diluvium zum Abschlusse gekommen sind. Die Erhebungssachse schneidet überdies die Längsachse der Gebirgsstufen und -ketten im spitzen Winkel und stellt sich mehr meridional. Wir haben bei der Verebnungsfläche den Eindruck einer asymmetrischen Verbiegung. Dieser Geoantiklinale steht die Bildung der Geosynklinale des Adriatischen Meeres gegenüber.

Wenn wir Istrien von seinem höchsten Punkte aus überschauen, dann wird es uns klar, warum dieses Land verhältnismäßig so zurückgeblieben ist; seine geographische Lage und Geschichte geben darauf Antwort. Die ganze Topographie ist eine unruhige; es fehlen leitende Linien. Der nicht einmal so hohe, aber die Halbinsel abschließende Gebirgswall im NE, der völlig ungegliedert ein dem Meere paralleles Streichen hat, ist für den Verkehr ein großes Hindernis. Hier fehlt es an Tälern und das beständige Wechseln von abgeschlossenen erhabenen und hohlen Formen verursacht selbst dem Straßenverkehr große Umwege und Beschwerden. Dazu kommt die ganze Unwirtlichkeit des Karstbodens. Die Siedlungen sind klein; selbst die Seestädte Istriens können nicht recht zur Blüte kommen, weil das Hinterland so wenig fruchtbar ist. Und die Geschichte erzählt uns, wie schnell Istrien die Beute anderer Völker wurde. Unter den Römern hatte es eine Blütezeit gehabt, aber als danach Byzanz und dann Venedig sich zu Schirmherren machten, als mit den eindringenden Slawen die Ackerwirtschaft der Viehzucht Platz machte, als Krieg, Malaria und Pest in das Land zogen, da erlebte Istrien einen traurigen Niedergang. Ganze Städte wurden dezimiert und die völkischen Elemente, die hier lebten, trugen noch zu all dem Jammer den wirtschaftlichen Ruin; sie ließen den Ackerbau liegen und rodeten die Wälder. Heute noch spricht aus der Unfruchtbarkeit weiter Ländereien eine jahrhundertelange Mißwirtschaft. Der Kalkboden an sich ist des Anbaues wert; dafür sprechen die herrlichen Wälder des Kettenkarstes und die schon weit entwickelten Aufforstungen mit Schwarzföhren. Aber dieser Boden erfordert eine doppelte Sorgfalt und eine erhöhte Freudigkeit

zur Arbeit. Heute steht das oft zweigeteilte Istrien unter österreichischer Herrschaft und ein Aufschwung ist unverkennbar. Istrien aber ist auch heute noch ein Land vieler Völker; neben den wenigen Deutschen sind es zumeist Italiener und an erster Stelle ein Konglomerat slawischer Völker; auch hier tobt der unselige nationale Kampf, der von jeher ein Hemmnis für den Fortschritt war.

Zu unseren Füßen lag dies von dem Wechsel geschichtlicher Ereignisse stark berührte Land. In wunderbarer Klarheit traten seine morphologischen Züge hervor: Der graue Hochkarst, in Stufen absetzend oder sich in langen NW—SE streichenden Ketten gliedernd, die beiden Flügel der Flyschmulde von Triest und Pisino mit ihren vielen Gräben und aufgeschnittenen Kuppen und dem grünen, warmen Unterton dieser Landschaft, und die pultförmig gestellte istrische Platte, die zum Meere sich neigt. In voller Deutlichkeit prägte sich die Einsenkung am Cepičsee aus, die in einer weiteren Tiefenlinie bis ans Meer führt. Darüber hinaus schweifte der Blick zum Kap Promontore, zur Bucht von Pola mit ihren vorliegenden Scoglien und auf das weite Meer. Von N grüßte die schneeweiße Zinne des mächtigen Triglav in den Julischen Alpen, die in Stufen zum Karstgebäude überleiten. Der Krainer Schneeberg im NE, der kroatische Karst als hohe Mauer im E mit dem darunter liegenden Fiume und die schwach in Erscheinung tretenden Züge des Velebitbogens in Dalmatien ergaben in der Gesamtwirkung ein überreiches geographisches Bild. Mit einem letzten Blicke auf die freundlich am liburnischen Gestade blinkenden Ortschaften der österreichischen Riviera begannen wir den Abstieg. Noch am selben Abend fuhren wir nach Pola.

Am nächsten Tage besichtigten wir das Marinemuseum und die Hafenanlagen von Pola, das heute der Hauptstützpunkt der österreichischen Marine ist. Der Hafen, durch eine Scoglienreihe in einen inneren und äußeren gegliedert, findet seine Fortsetzung im Kanal von Fasana. Seine Größen- und Tiefenverhältnisse sind äußerst günstig; er besitzt zahlreiche und treffliche Ankerplätze, und ein Kranz von befestigten Hügeln macht ihn zu einem Kriegshafen ersten Ranges. Trotz dieser bevorzugten Lage kann ein Aufschwung erst seit 50 Jahren verzeichnet werden und die Stadt hat nunmehr mit etwas über 36.000 Einwohnern den Stand erreicht, den sie vor etwa 2000 Jahren unter römischer Herrschaft innegehabt hatte.¹⁾

Das Land taucht hier im allgemeinen langsam gegen Westen unter das Meer; zahlreiche Scoglien und die den Hafen bildenden Hügelarme ragen als höher liegende Regionen über die Meeresoberfläche; die tiefer liegenden Parteen der Hügellandschaft sind durch die stattgehabte Senkung vom Meere überflutet worden. Die sich im allgemeinen von NW nach SE erstreckenden Brionischen Inseln, welche wir mit dem For-

¹⁾ N. Krebs, Die Halbinsel Istrien. Pencks Geogr. Abh. IX/2, S. 113.

schungsschiffe „Adria“ anliefen, repräsentieren die Fortsetzung jener untergetauchten Festlandränder. Ihre Lage im Meere begünstigt sie außerordentlich in klimatischer Hinsicht. Die scharfen Extreme, die einesteils in der kalten Bora, andererseits in der starken Besonnung auf dem Festland zur Geltung kommen, werden hier durch den Einfluß des Meeres gemildert, es herrscht Seeklima. Dementsprechend ist auch die Vegetation ausgebildet. Wo sie nicht gerodet ist, herrscht die Macchie, ein undurchdringlicher Gestrüppwald, der sich aus den verschiedenartigsten Sträuchern und Bäumen zusammensetzt. Wir unterschieden darin den Erdbeerbaum (*Arbutus Unedo*), welcher gerade blühte und zu gleicher Zeit seine der Erdbeere ähnlichen scharlachroten, spitzwarzigen Früchte trug. Neben ihm standen in wirrem Durcheinander der niedrige Pistazienstrauch (*Pistazia lentiscus*), baumartige Eriken (*Erica arborea*), der hohe, schlanke, dichtbeblätterte immergrüne Lorbeer (*Laurus nobilis*), der rotbeerige, stachlichte Wacholder (*Juniperus oxycedrus*), die kleinblättrige, feingestaltete Myrte (*Myrtus communis*) mit schwarzen Früchten, die typisch mediterrane Steineiche (*Quercus ilex*) und viele andere, meist strauchartige Pflanzen. Während diese Macchienbestände systematisch gelichtet werden, ist man auf der anderen Seite bemüht, auswärtige Bäume hier heimisch zu machen, z. B. die mediterranen Kiefern und Föhren, Pinien (*Pinus pinea*) und die lichtgrüne Zeder (*Cedrus*). Auf der ganzen Insel findet sich der graue bisweilen gelbliche Kalkstein, dessen Fruchtbarkeit, wie im Karst, durch das Auftreten der Terra rossa bedingt ist. Äcker und Weingärten im Wechsel mit Macchien und Baumanlagen verleihen dieser Landschaft einen farbigen Reiz. Die Südwestküste der Insel, wo der stärkste Angriff des Meeres erfolgt, besitzt eine verhältnismäßig breite Strandplattform; an den umherliegenden Kalkfragmenten beobachteten wir die glatte Auswaschung der mechanischen und chemischen Wirksamkeit des Wassers und die rauhen Formen der organogenen Erosion durch Bohrmollusken. Längs des Strandes findet sich eine eigenartige Anordnung der Macchien zur Streifenbildung. Der starke Fallwind (Bora) greift die Bestände an den Stellen geringsten Widerstandes immer wieder an und hindert den Nachwuchs. Was der Wind auf der einen Seite, leistet das bewegte Wasser auf der anderen. Das salzige Spritzwasser, das bei stärkster Brandung nach bestimmten Stellen geschleudert wird, ertötet die in seinen Bereich fallenden Sträucher und unterbindet das Wachstum der nachstrebenden Vegetation. Diese Vegetationsschliffe¹⁾ bringen barchanähnliche Formen mit glatt zugeschnittener Oberfläche zu stande. An der Bucht von Val Catena besichtigten wir die Überreste einer römischen Ansiedlung: Villenanlagen einer Sommer- und Winterstation, Tempel, Treppenhäuser am Gehänge,

¹⁾ Schiller, Über „Vegetationsschliffe“ an den österr. Küsten. Österr. botan. Zeitschr. 1907, 7/8.

Weinkeller mit Kelteranlagen und Wirtschaftsräume. Die Süßwasserleitung aus römischer Zeit wird heute von der Flutwelle erreicht. Moloreste liegen unter dem Meeresspiegel und sind trotz allem unversehrt geblieben. Dies deutet zum wenigsten auf eine relative Senkung des Landes in historischer Zeit.¹⁾ Sie ist an der ganzen Westküste Istriens zu erkennen. Die Küstenformen zeigen starke Gliederung, tief eingreifende Buchten und vorspringende Kaps; überall fast begleiten Kliffs die Küste; höher liegende Strandterrassen fehlen; die Abrasion geht auch heute noch langsam vor sich, weil der ganzen Westküste entlang Kalke anstehen; die Brandung kann diese nicht wegspülen wie undurchlässiges Material, sondern nur mechanisch lockern und chemisch auslaugen; es erfolgt Absturz entlang den Klufflinien und Bildung von Löchern und Hohlräumen. Außerdem genießt die Westküste einen besonderen Schutz; die Bora vermag hier die Wasser nicht gewaltig aufzurühren und der Scirocco trifft die Küste nur seitlich; zudem erweisen sich die vorlagernden Scoglien als Wellenbrecher. Das kleine Felseneiland S. Giovanni in Pelago, in dessen Nähe die versunkene Stadt Cissa²⁾ vermutet wird, besitzt einen Leuchtturm, dessen Konstruktion in dem Bestreben gipfelt, alles Licht zu verwerten; in der Tat geht auch nur das durch Glas absorbierte Licht verloren. Dieser Leuchtturm hat ein festes Feuer mit rotem Blinken nach je zwei Minuten und leuchtet auf eine Entfernung von 14 Meilen.

Von hier aus folgten wir der liebenswürdigen Einladung des Herrn Georg Ritter von Hütterott nach der benachbarten Insel St. Andrea und fanden in dem gastfreien Hause eine überaus herzliche Aufnahme. Wir alle vereinigen uns an dieser Stelle mit den Gefühlen des Dankes und freudigster Rückerinnerung.

Zu den bevorstehenden ozeanographischen Beobachtungen des folgenden Tages entwarf Herr Dr. Göttinger folgendes Schema:

1	2	3	4	5	6
Station	Datum	Position	Tiefe der Beobachtung	Temperatur des Wassers	Zeit
7		8	9		10
spez. Gewicht des Wassers, aräometrisch bestimmt		Zugehörige Temperatur des Wassers	Strömungen in den verschiedenen Tiefen		Durchsichtigkeit und Farbe
	11			12	
	Lufttemperatur, Bewölkung, Windrichtung und Stärke, Seegang			Sonstige Bemerkungen (Gezeiten)	

Auf diese Punkte sollten unsere Untersuchungen sich erstrecken. Vor dem Hafen von Pola und in der Nähe von S. Giovanni in Pelago be-

¹⁾ Gnirs, *Mitteil. d. Geogr. Ges. Wien* 1908, S. 4 ff.

²⁾ Hilber, *Mitteil. d. Geogr. Ges., Wien* 1890, S. 333—335.

obachteten wir, ohne vor Anker zu gehen; die übrigen Stationen waren „feste“, im Gegensatz zu den „fliegenden“. Die Lufttemperatur maßen wir außer durch Schleuderthermometer durch das Assmann'sche Aspirationspsychrometer, die Temperatur des Wassers mit Hilfe der Meyer'schen Schöpfflasche. Dieselbe wird an einer Winde hinuntergelassen, in bestimmter Tiefe entkorkt und möglichst schnell heraufgeholt; die der entkorkten Flasche enteilenden Luftblasen werden zur annähernden Schätzung von Strömungen benützt. Für die Bestimmung des Salzgehaltes werden Aräometer verschiedenen Gewichts ausprobiert; mit Hilfe der hydrographischen Tabellen von Knudsen wird aus Dichte und entsprechender Temperatur der Wasserprobe während der Aräometrierung der Salzgehalt bestimmt. Die Durchsichtigkeit des Wassers zeigt sich abhängig von vielen Faktoren; schwebende Sinkstoffe und die Verteilung der Mikroorganismen sind in erster Linie maßgebend. Die Sichttiefe wird durch eine weiße Scheibe, die Secchischeibe, ermittelt. Die Bewölkung ergab sich aus einem Vergleich des sichtbaren Himmelsgewölbes gegenüber den vorhandenen Wolkenmassen. Bei der Windrichtung unterschieden wir zwischen dem Wolkenzuge und der Richtung des Windes der unteren Luftschichten. Wir studierten die Interferenz verschiedener Wellensysteme und lernten Seegang von Dünung unterscheiden.

Mit der Einfahrt in den Lemekanal wandten wir uns wieder der Morphologie des Landes zu. Auffallend ist der schlauchartige, gewundene Lauf der Lemebucht, das beständige Wechseln von Spornen und Prallstellen. In der Nähe der Mündung sahen wir, besonders am Nordufer ein Terrassenniveau ausgeprägt; es entspricht dem Villanova-Stadium¹⁾ der pliozänen Talbildung, das durch ein Aussetzen der Tiefenerosion charakterisiert ist. Diese einebnenden Vorgänge gelangten durch Einsetzen eines neuen Zyklus zu vorzeitigem Abschluß. Wir haben es nur mit Talverbreiterungen zu tun, denen die wasserscheidenden Aufragungen nicht zum Opfer fielen. Die Ausbildung des Lemetales, die Eintiefung unter das Niveau der Villanova-Terrassen, setzen wir in postpliozäne Zeit. Heute ist der untere Tallauf mit Meerwasser erfüllt; das ertrunkene Tal deutet auf eine stattgehabte Senkung in postdiluvialer Zeit. Auf dem ersten Schuttkegel am östlichen Kanalende ist die kleine Siedlung Cul di Leme entstanden. Das Tal ist stark malariaverseucht, denn hier und in dem feuchten Untergrund und den Tümpeln der Leme Draga leben die Überträger dieser Krankheit, die Anophelesstechmücken; die Ortschaften liegen deshalb auf der Plateauhöhe, ohne jedoch ganz malariefrei zu sein. Auf unserem Anlegeplatz machten wir um 10 und 12 Uhr mittags Beobachtungen über den Salzgehalt. Seine Abnahme nach so kurzer Zeit war

¹⁾ Krebs, Verbogene Verebnungsflächen in Istrien. G. Jahresber. aus Österr. IV., S. 75; Die Halbinsel Istrien, S. 34.

uns der Ausdruck für eingetretene Ebbe und Ausströmen süßen Wassers vom Kanalende; beide Male herrschte infolge des Überlagerns von kaltem Quellwasser verkehrte Temperaturschichtung. Die dolinenfreie und mit Terra rossa angefüllte Leme Draga ist die natürliche rückwärtige Fortsetzung des Lemekanals und bezeichnet mit ihm den einstigen Lauf der Foiba. Die Hochfläche entlang dieser Tiefenlinie ist wunderbar erhalten; sie dacht sich mit dem schon vom Monte Maggiore beobachteten abnormalen Gefälle zum Meere ab. Über dem eingeebneten Niveau sind noch Inselberge, die entweder Reste einer älteren Einebnung oder uneingeebnet gebliebene Teile der miozänen Verebnungsfläche darstellen.

In Parenzo verließen wir das Schiff. Die Stadt liegt, wie alle Küstenstädte Istriens, mit seinen Häuserreihen hart am Meere; sie besitzt einen durch Scoglienvorlagerung sehr geschützten Hafen und eine dreischiffige Basilika aus dem 6. Jahrhundert mit drei übereinander liegenden Mosaikböden, von denen der unterste fast im Meeresniveau liegt. Dies ist ein neuerlicher Beweis für die positive Strandverschiebung.

Die Eisenbahn Parenzo—Triest macht in dem zerschnittenen Gelände am Quieto unglaublich große Umwege, um der Steigungen Herr zu werden. Statt 6 *km* direkten Weges führt ein 47 *km* langer nach dem jenseitigen Ufer und die 153 *km* lange Strecke wird in 7 Stunden zurtückgelegt! Ein weites, flachwelliges, stark ausgeglichenes Land, das auf weite Strecken von einem mächtigen Terra rossa-Mantel umhüllt ist und nur vereinzelte schüsselartige Dolinen trägt, kennzeichnet das hohe Alter des Parenzaner Karstes, auf dessen fruchtbarem Boden Weinkulturen gedeihen. Das Quietotal ist das größte Quertal Istriens und hat dieselbe Entwicklung wie das Lemetal genommen. Besonders schön ausgeprägt sind die pliozänen Talterrassen. Der Quieto, der in breitem Tale der Westküste zufließt, hat es vermocht, die vom Meere eroberte und einst bis nach Montona reichende Bucht mit seinen eigenen Flußsedimenten auszufüllen. Nach Durchquerung des Bujenser Karstes tritt die Bahn an die Küstenlinie, in deren Verfolg sie Pirano, Isola, das alte Capodistria, Muggia und endlich Triest erreicht.

Am nächsten Tag setzten wir unsere ozeanographischen Studien fort. Der Triester Golf eignet sich des sandig-schlammigen Meeresbodens wegen vorzüglich zum „Dredgen“ und das Forschungsschiff „Adria“ ist dementsprechend ausgerüstet. Das „Hieven“ des Schleppnetzes geschieht durch eine elektrisch angetriebene Winde; das Fangmaterial wird zur Durchsicht in einen Sortiertisch gelassen und durch einströmendes Wasser vom Schlamme gereinigt. Erst beim zweiten Dredgezug gelang es, eine reichhaltige Fauna und Flora des Meeres zu fördern. Aus der reichen Beute seien nur hervorgehoben: die wunderbar geformten See- und Schlangensterne, die den Meeresboden

stark bevölkernden Holothurien (Seegurken), Krebse verschiedenster Art, Cardien und viele andere Bivalven; Turitella, Arca Noë und die Purpurschnecke, Tintenfische mit Fangarmen; Austern, Seespinnen, an Muscheln festgewachsene Röhrentiere und ein Grundfisch mit oben dicht beieinander stehenden Augen; Kiesel- und Hornschwämme und eine Anzahl von Rot- und Grünalgen. Der hierauf folgende Planktonzug wurde in einem kleinen seidenen Netze vorgenommen; die durchsichtigen Planktonten, die mit unbewaffnetem Auge kaum sichtbar sind, haben zuweilen Eigenbewegungen, werden aber im großen und ganzen durch Strömungen verfrachtet. Sie sind so eingerichtet, daß sie im Wasser schweben; dies wird erreicht durch besondere Schwebevorrichtungen oder durch Annäherung ihres spezifischen Gewichtes an das des Meerwassers. Das Plankton kann direkt als Erhalter der reichen Lebewelt des Meeres angesehen werden; es dient der jungen Brut zur Nahrung und eine Verminderung desselben übt naturgemäß eine starke Reduzierung auf den Bestand aus.

Bei Annäherung an die Westküste (bei Grado) tauchen fast ebene, flache, von Wasserkanälen durchzogene Streifen Landes auf. Diese Laguneninseln sind ganz eigenartige Erscheinungsformen der Erdoberfläche. Indem sie an Stellen wachsen, wo Pflanzenwuchs Gelegenheit zum Festsetzen von Schlamm und Sand bietet, sind sie nichtsdestoweniger den Strömungen überlassen, die beständig die Inseln umbilden; die hochgehende Flut sucht ihrerseits zu zerstören, was sich in ruhigem Absatz gebildet hat. So sind die Lagunen der Schauplatz bedeutsamer Kämpfe zwischen Land und Meer. Westlich von Grado an der Natissamündung beginnt das Festland. Eine scharfe Trennung beider Gebiete ist nicht immer durchführbar; es finden Übergänge statt, die im Wechsel der Vegetation zum Ausdruck kommen. Der beherrschende Einfluß des Meeres äußert sich in dem Auftreten von Tamarix; dieser buschige Strauch bevorzugt salzdurchtränkten Boden, während Schilfrohr mehr an Süßwasser gebunden ist; den Saum des Festlandes künden überdies Wiesenvegetation und Laubbäume an. Das Lagunengebiet ist seiner sehr geringen Tiefe wegen großen Veränderungen im Landschaftsbilde unterworfen. Während sich bei unserer Fahrt in die Natissa noch recht ansehnliche Wassermassen zwischen den Inseln ausbreiteten, trat auf unserer Rückfahrt vielfach der grauschlammige Boden hervor und außer einigen Salztümpeln blieben nur die enggewundenen Kanäle. Im Gegensatz zu den Wattenmeeren der Nordsee tritt keine Verbindung mit dem Festland zur Zeit der Ebbe ein. Der vom Meerwasser befreite Boden bleibt weich und nicht einmal Fußgänger können auf ihm zum festen Land schreiten. Die kleinen Inseln sind also von der Außenwelt abgeschnitten; die Bewohner, auf den Fischfang und -Handel angewiesen, leben in einer Bedürfnislosigkeit, die angesichts der nahen Kulturzentren verwundern muß. Grado nimmt als empor-

blühender Badeort allerdings eine Sonderstellung ein. Sein von Rippelmarken durchfurchter Strand zeigte mehrere durch Tange gekennzeichnete Strandmarken; deutlich hob sich der Strandwall heraus. Auf dem Sande selbst erblickten wir die kleinen Kotwülste des Eichelwurms *Balanoglossus* und die radiale Zeichnung der *Arenicola*.

Die morphologischen Züge treten am klarsten am Gestade zwischen Grado und Triest in Erscheinung, westlich des Timavo die Flachküste mit ihrem Lagunengürtel, östlich desselben die Steilküste. Die Hafenstadt Triest liegt unterhalb des 400 *m* hohen Karstwalles auf breiter, hügeliger Küstenniederung. Lange Zeit durch Venedigs Vorherrschaft in der Entwicklung gehemmt, ist Triest heute eines der Hauptorgane des österreichischen Staates.

Wir beschlossen unsere Reise mit einer Besichtigung des Aquariums der k. k. zoologischen Station und bewunderten noch einmal den Artenreichtum der Lebewelt des Adriatischen Meeres. So war uns Geographen Gelegenheit geboten worden, die Arbeitsmethoden der Ozeanographie und die biologischen Verhältnisse im nördlichsten Teile der Adria kennen zu lernen; hiefür sprechen wir dem Verein zur Förderung naturwissenschaftlicher Erforschung der Adria unseren aufrichtigen Dank aus.