

Verbogene Verebnungsflächen in Istrien.

Von

Dr. Norbert Krebs (Triest).

(Mit 2 Profilen im Texte.)

Unter den auffallendsten Erscheinungen in den Oberflächenformen der Karstländer sind die großen weiten Hochflächen von besonderer Bedeutung. Stufenförmig liegen sie im nördlichen Teile des Karstes übereinander; einer höchsten Staffel gehören der Ternowaner Wald, der Birnbaumer Wald und das Plateau des Krainer Schneeberges an, eine mittlere Stufe zieht vom Triester Karst zum Tschitschenboden, eine dritte unterste senkt sich in der „istrischen Platte“ zum Meere. Jede der drei Hochflächen besteht aus Kalk und die eigentümlichen hydrographischen Verhältnisse der Karstgebiete hatten zur Folge, daß die Oberfläche durch Karren, Dolinen und Schlote wohl mannigfach unduliert, nicht aber eigentlich stark zertalt wurde. Zwischen der ersten und zweiten, der zweiten und dritten Stufe liegen Sandsteingebiete von großer Ähnlichkeit muldenförmig eingelagert und infolge der leichteren Zerstörbarkeit auch im großen und ganzen geringere Höhen bildend.

Durch die stark zertalten, hügeligen Sandsteingebiete an der Wipach einerseits, in West- und Inneristrien anderseits werden die drei Kalkplateaus gut getrennt. Der südliche Rand der ersten und zweiten Stufe fällt steil, oft mauerförmig zu den Tälern der Sandsteinzonen ab und wurde mit Bruchlinien in Beziehung gebracht, wiewohl meist nur mächtige Flexuren und daraus sich entwickelnde Überkippungen und Überschiebungen erkennbar sind.¹⁾ Der Gebirgsbau der Region besteht

¹⁾ Eine genauere geologische Aufnahme wird am Rande des Tschitschenbodens nicht unbeträchtliche Überschiebungen nachweisen können, die bislang in der Literatur unbekannt sind.

nämlich aus ziemlich weiten, flachgespannten Antiklinalen von asymmetrischem Bau, dergestalt, daß der Südfügel stets steiler ist als der entgegengesetzte. Jede meerwärts folgende Antiklinale wird flacher und damit niedriger.

Bei der großen Abhängigkeit der Oberflächenformen vom geologischen Bau, die sich im verschiedenen Verhalten der Sandstein- und Kalkgebiete besonders zeigt, ist es fast natürlich, das stufenförmige Absinken des Landes in der Richtung zum Meere mit den tektonischen Erscheinungen in Beziehung zu bringen. Die nicht selten flache Lagerung, die mit der Oberfläche mehr oder minder korrespondiert, das Zusammenfallen der Plateaugrenzen mit den Flexuren und die scheinbar sprunghafte Erhöhung der Hochflächen jenseits einer großen Synklinale sind Faktoren, die die Hypothese zu stützen scheinen.

Aber eine Summe von Beobachtungen lehrt, daß die Übereinstimmung der Oberflächenform mit dem Bau nur eine äußerliche ist und nur durch die ungleiche Erosion unverdient in den Vordergrund gerückt wird. Auf istrischem Boden, den wir besser kennen, zeigt sich eine oft auffallende Unabhängigkeit der Hochflächen vom geologischen Bau, dafür ein Zusammenfügen verschiedener Plateaus zu einer einheitlichen Ebene, die schräge gestellt ist. Ein Sprung in den Höhen zwischen der zweiten und dritten Karststufe läßt sich nicht nachweisen, die Verebnungsfläche geht ungestört über Kalk und Flysch, Syn- und Antiklinalen hinweg.

Wir machen eine kleine Reise durchs Land, um uns davon zu überzeugen.¹⁾ Vom Aussichtsturme nächst Općina oberhalb Triest übersehen wir die große Talung, der die Südbahn von Sesana bis Nabresina folgt. Sie ist ein Glied jener Hochflächen, denen die einzelnen Bergzüge aufgesetzt sind und sie senkt sich zuerst langsam, dann schneller von 400 m Höhe bis zu 160 m bei letzterem Orte. Die Furche liegt annähernd im Schichtstreichen, aber die Schichten fallen steil gegen Südwest und ihre Schichtköpfe werden gleichmäßig abgeschnitten, obwohl es harte, widerstandsfähige Hippuritenkalke sind,²⁾ denen sich gegen Osten auch Cosinaschichten und Nummulitenkalke anschließen.

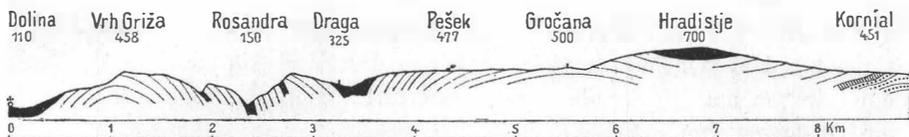
8 km weiter gegen Südost erreicht dieselbe Verebnungsfläche die Rosandraschlucht, die allein ins Kalkplateau eindringt und um so mehr Beachtung verdient. Zu beiden Seiten ist, wie auch an anderer Stelle nachgewiesen,³⁾ das Plateau gleich hoch, es steigt landeinwärts von 450

¹⁾ Vgl. stets die Spezialkarte des k. u. k. militärgeogr. Instituts 1 : 75.000.

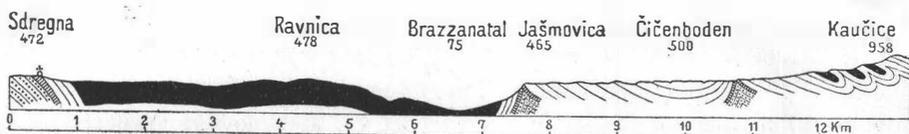
²⁾ Das sieht man besonders schön im Eisenbahneinschnitt der neuen (Tauern-) Bahn südlich der Station Općina. Bei Sistiana ist Flysch im Kalk eingeklemmt und die Kalkschichten stehen fast saiger.

³⁾ Morphogenetische Skizzen aus Istrien, 34. Jahresbericht d. Staatsrealschule in Triest, p. 6.

zu 500 m an und schneidet, wie das beigefügte Profil (I) zeigt, Kalk und Flysch ab. Es ist besonders zu beachten, daß alte Täler in die Hochfläche einmünden: das von Gročana und Vrhpolje, vor allem aber die langgestreckte Talung von Matteredia, die selbst wieder aus dem Sandsteingebiet Berkin einst Zuflüsse empfangen hat, welche heute blind enden.¹⁾ Auch diese Senke von Matteredia steigt gegen Osten hin an.



Profil I. Durch das Rosandratal bei Triest.



— Flysch Num.kalk Cosina Sch. Kreidekalk Schichtbau nach Staches Profilen.

Profil II. Durch den Nordrand des Beckens von Pinguente.

Die große Verebnungsfläche selbst zieht von der Rosandra südwärts den Tschitschenboden entlang. Die Bahn nach Pola führt zwischen Hrpelje und Rakitović größtenteils auf derselben. Sie erscheint nicht völlig eben — das ist von einem alten, außer Tätigkeit gesetzten Niveau kaum zu erwarten — die Sandsteinzüge bilden Vertiefungen, die kalkigen Riegel sind ungleich geböschet, kurz die Kleinformen decken den geologischen Bau auf, während doch im Gesamtbild die einstige Einebnung unverkennbar bleibt. Mit Benützung der Stacheschen Mitteilungen²⁾ legen wir auch hier ein Profil (II).

Es ist von besonderer Bedeutung, daß wir das Niveau nicht nur in die Senke von Matteredia, sondern auch ins istrische Flyschland verfolgen können. Wer von Opčina gegen Süden und Südosten blickt oder wer vom Plateaurand oberhalb Pinguente west- und südwärts schaut, erkennt ohne weiteres, daß die Höhen der Sandsteinzone trefflich mit denen des Karstplateaus übereinstimmen und mehrfach trifft man im Flyschland selbst wie bei Paugnano und Bošte die Neigung zur Plateaubildung. Es besteht kein Sprung in den Höhenverhältnissen längs des Südrandes der Tschitscherei, sofern wir die alten Rumpfflächen betrachten. Erst die nachträgliche Erosion, die im Flysch mächtig wirkte,

¹⁾ Vgl. ebenda, p. 15 ff.

²⁾ Die Eozängebiete in Innerkrain und Istrien, Jahrb. d. Geolog. R.-A. 1864, p. 37 ff.

an der Grenze des Kalkes aber Halt machte, hat den Höhenunterschied geschaffen.

Schwieriger als im Kalk ist die Verfolgung des alten Niveaus allerdings im Sandsteingebiet, das heute in ein stark gegliedertes Bergland aufgelöst ist. Die Höhe von Antignano korrespondiert mit dem Plateaurand bei Černikal, der Monte Paugnano entspricht den Sandsteinhöhen um Momiano und dem Rande des Quietotales bei Grisignana (350 *m*). Um 100 *m* niedriger sind die westlicher gelegenen Höhen um Pirano und bei Buje, um 100 *m* höher in gleicher Weise das Sandstein- und Kalkgebiet um Sdregna am Westrande der „Conca di Pinguente“. Auch hier erfolgt ein Ansteigen von der Küste landeinwärts.

Aber die Verebnungsfläche umfaßt nicht nur die höheren Teile des Sandsteingebietes inklusive des Monte Draguč (504 *m*) und den Kalkzug von Buje, sondern auch die ganze südistrische Platte, die bei flachwelligem Schichtwurf eine ausgesprochene Neigung gegen Südwest hat. Südöstlich von Pisino, dem Monte Draguč gegenüber, erreicht sie Höhen von 450 bis 480 *m*. 350 *m* finden wir bei St. Martino östlich der Arsa, zu Porgnana, zwischen Gimino und Canfanaro, bei Antignana an der Leme Draga, bei Montreo, Raccotole und Visinada gegenüber dem früher erwähnten Grisignana.¹⁾ Die Linie von 250 *m* ist durch mancherlei Talungen zerstückt, aber darum doch noch erkennbar, sie zieht vom Val Blas am Canale dell' Arsa über Filippiano und die Roveria zum Monte St. Pietro bei Valle, dann über die Leme Draga bei Morgani und über Mompaderno, Visignano nach Castellier nächst dem Quieto. 150 *m* trifft man bei Cavrano an der Mündung des Val di Bado, bei Altura, Lavarigo, Dignano und Valle, dann bei Villa di Rovigno und Geroldia am Lemekanal und nahe der Quietomündung. Noch an der Küste von Merlera und Promontore trifft man 80 *m*, ebensoviel bei Rovigno und Orsera. Die alte Hochfläche bricht also noch steil gegen das Meer hin ab, ein Teil derselben ist durch die Brandung zerstört worden.

Im ganzen Mittel- und Südistriem ist dieses einheitliche Niveau, das wir über alle drei Zonen, Platte, Sandsteingebiet und Tschitschenboden verfolgen konnten, nachträglich durch die Erosion mehr oder minder zerstückt worden. Es ist aber wichtig, daß sich das Niveau ohne Unterbrechung zu beiden Seiten des Quieto, der Leme Draga, des Val di Bado und der Arsa finden läßt, daß die heutigen Flüsse im Verlaufe der Fastebene keine Störung hervorrufen. Wenn auch nur selten bei der ziemlich schwebenden Lagerung, läßt sich doch auch hier gelegentlich wie an der Leme Draga bei Canfanaro oder bei Golzana feststellen, daß die Hochfläche die Schichten schräge abschneidet. Stache betont auch von

¹⁾ Wir verfolgen natürlich nur Punkte, wo anscheinend keine nachträgliche Erosion eingesetzt hat.

der Umgebung von Pola, daß Syn- und Antiklinalen vorliegen, „die durch die Abrasion und Erosion unkenntlich gemacht werden.“¹⁾

So können wir ein Niveau von Triest bis Pola, von Pirano bis über die Arsa hinaus verfolgen. Es ist eine große weite ebene Fläche, die sich noch in einige Täler zwischen höhere Berggruppen fortsetzt und für deren Entstehung wir eine Abhängigkeit vom geologischen Bau leugnen müssen.

Wir wollen aber nicht verhehlen, daß es auch einige Gebiete gibt, wo die Verfolgung der Fastebene unmöglich ist oder auf Schwierigkeiten stößt. Jenseits des stark zertalten Sandsteingebietes der Foiba und oberen Arsa (Bogliunsica) verlieren wir die Spur: gegen den Čepić-See senken sich allseitig die Verebnungsflächen, am Monte Maggiore und seiner südlichen Fortsetzung läßt sich nichts erkennen. Im östlichen Tschitschenboden findet man die Fastebene oberhalb Rozzo in 700, oberhalb Brest ob Vragna²⁾ in 800 *m* Höhe und vielleicht entspricht dem auch das alte, längst in Dolinen zerfallene Topolovac Dol, das oberhalb Veprinaz mit 800 *m* Höhe plötzlich über dem Quarnero abbricht.

So wie aber am Quarnero die Schichten des Maggiorekammes schräg abgeschnitten werden, so enden auch die Ketten des Tschitschenbodens an einer Linie, die von Volosca über Bergud gegen Sapjane zieht. In der Talung von Mattereda steigt man von Westen bis Starada beständig, dann erfolgt eine plötzliche Senkung gegen den Castuaner Karst, der sich zwischen Sapjane, Klana und Castua wieder in 500 *m* Höhe dehnt. Wir zweifeln nicht, daß tektonische Erscheinungen, wie sie in wahrscheinlich später Zeit erst den Quarnero geschaffen haben,³⁾ auch die Ungleichmäßigkeiten im Verlaufe der Fastebene ins Leben riefen.

Die Rumpffläche war also noch nachträglichen Störungen unterworfen, wie wir auch sonst noch sehen werden. Ihr Charakter ist der eines fast ebenen Landes, das sich im Widerspruch befindet mit den heute herrschenden Formen tief eingeschnittener Täler. Ihre Entstehung könnte bei der Unabhängigkeit der Oberfläche vom Schichtbau nur Abrasionsvorgängen auf dem Lande oder im Meere zugeschrieben werden. Marine Abrasion halten wir bei der großen Verbreitung der Fläche für ausgeschlossen, da sie bloß einen schmalen Brandungsgürtel zu umfassen

¹⁾ Die Wasserversorgung von Pola, Wien 1889, p. 25.

²⁾ Zu unterscheiden von Brest ob Rakitović, das viel westlicher liegt.

³⁾ Stache betont in der „Übersicht der geolog. Verhältnisse der Küstenländer von Österreich-Ungarn“, Wien 1889, p. 84 (Einleitung zum Werke über die „liburnische Stufe“), das Vorhandensein einer quartären gewaltigen Bruchlinie an der Ostküste von Istrien. Wir möchten darauf hinweisen, daß allerdings die Schichten am Kanal von Farasina schräge geschnitten werden, daß aber noch auffälliger die Tatsache ist, daß im Westen, Norden und Osten des Golfes von Fiume die Schichten und Flächen zum Meere einfallen.

vermag. Sie könnte nur dann so breite Flächen einebnen, wenn sie mit einer positiven Strandverschiebung Hand in Hand ginge, wofür uns Belege fehlen. Vor allem müßten sich wohl am Rande des Tschitschenberglandes und um die isolierten Kuppen einiger Berge am Triester Karst und in Berkin, wo sich die Ebene in Täler auflöst, Brandungskehlen, wenn nicht gar Küstenablagerungen finden. Derlei gibt es nicht.

So erscheint uns die Einebnung durch subaerische Kräfte wahrscheinlicher und wir finden uns hier in Übereinstimmung mit Penck¹⁾ und Cvijic²⁾, die solche Verebnungsflächen aus Dalmatien und der Herzegowina beschreiben, sowie mit amerikanischen Physiographen wie Davis, der das Wort „Fastebene“ (Peneplaine) zuerst angewendet hat, wie Russel und Bailey Willis, die im Kaskadengebirge derartige Flächen fanden, die sich über viele tausend Quadratmeilen erstrecken.³⁾ Zur Zeit der Entstehung mag der größte Teil Istriens eine große Ebene gewesen sein, in der sich Flüsse nur träge bewegten. Daran schloß sich ein niedriges Bergland, aus dem Täler kamen, die für ihre Kürze unverhältnismäßig breit waren. Wir stellen uns die Verhältnisse vor wie in einem alten, fast abgetragenen Lande, das völlig eingeebnet worden wäre, wenn nicht wieder eine Tiefenerosion eingesetzt und damit ein neuer „Zyklus“ begonnen hätte.

Vielleicht mag eingewendet werden, daß die einstigen träge fließenden Gewässer doch wohl Sedimente hinterlassen haben müßten. Diese fehlen allerdings an der Oberfläche ganz. Aber dort und da, beispielsweise nördlich von S. Canzian bei Gradišće, dann unweit Repentabor und am Tschitschenboden oberhalb Nugla fand ich in Taschen des Kreide- und Nummulitenkalkes fette gelbe Lehme mit kohligem Schmitzen, ganz so, wie man sie im lettigen Talgrunde der heutigen istrischen Flüsse, am Quietto und an der Foiba entdeckt. Die kohligem Schmitze sind da größer und entpuppen sich als Pflanzenreste.

Wenn man sich wirklich mit dieser Art der Funde — denen sich viele werden beigesellen lassen⁴⁾ — zufrieden geben soll, wird man eben

¹⁾ Geomorphologische Studien aus der Herzegowina; Z. d. D. u. Ö. Alpenverein 1900, p. 32.

²⁾ Morphologische und glaziale Studien aus Bosnien, der Herzegowina und Montenegro II. T.; Abhandl. d. Geogr. Ges. Wien III/2, p. 78.

³⁾ Twentieth Ann. Rept. U. S. Geol. Survey, pt 2, p. 144. Professional Paper Nr. 19, Series C, Systematic Geology and Paleontology 64. U. S. Geol. Survey, p. 70.

⁴⁾ Hofrat Penck berichtete mir von anderen Vorkommnissen östlich von S. Canzian, Prof. Moser kennt Lager des gelben Lehm aus der Gegend von Nabresina, Hugues (Idrografia sotteranea carsica, Gorizia 1903, p. 44) stützt seine Theorie auf die vielen Vorkommnisse des zähen Lehm in den Spalten des Kalkes. Auffallend ist auch das Auftreten einer nicht ganz unbedeutenden gelben Lehmdecke auf einigen der höchsten Kuppen des Sandsteingebietes westlich und südlich von Pingvente, die noch eingehender studiert werden muß.

bedenken müssen, daß das Karstphänomen die meisten einstigen Ablagerungen zerstört hat. Die Kalke wurden größtenteils gelöst,¹⁾ die unlöslichen Substanzen ebenso wie die fein zerriebenen Sandsteinreste in den Klüften und Spalten des Karstes eingeschwemmt. Während sich in den Höhlungen viel bald gelber, bald rötlicher Lehm findet, ward die Oberfläche nackt und steinig, nur die Formen erinnern noch an die einstige Vergangenheit.

Die Verebnungsfläche ist jünger als die Faltung der Oligozänperiode, denn sie quert Kalk und Flysch in gleicher Weise. Sie selbst muß aber noch von späteren Gebirgsbewegungen betroffen worden sein, da wir uns nur so ihre Schrägestellung erklären können. Das durchschnittliche Gefälle der Fastebene beträgt in West- und Südtirien bei einer Höhendifferenz von 400 *m* und 20—25 *km* Entfernung 16—20‰, mindestens achtmal so viel als das der heutigen Täler Arsa und Quieto. Für eine ungestörte Ebene ist eine solche Böschung viel zu groß; außerdem beweist die nachträgliche Erosion, daß eine Hebung stattgefunden hat.

Welcher Art die jugendliche Dislokation war, der Istrien noch nach der Bildung der Verebnungsfläche ausgesetzt gewesen ist, läßt sich nur vermuten. Faltungsvorgänge in der Tiefe mögen, wie Penck es unlängst für wahrscheinlich angenommen hat,²⁾ zu einer Aufwölbung der oberen Schichten, zu einer Verbiegung der Erdoberfläche geführt haben. Jedenfalls erstreckt sich diese Deformation über viel größere Strecken als eine gewöhnliche Falte; sie wäre vergleichbar mit dem, was amerikanische Geologen als „uplift“ bezeichnen. Allem Anschein nach ist die Verbiegungsfläche asymmetrisch, sie erhebt sich sachte aus dem Meere, steigt langsam zu beträchtlicher Höhe an, um dann am Ostrand des Tschitschenbodens in einem kurzen, stark geneigten Flügel oder an einem Bruche abzusinken zum Castuaner Karst, an dem sie sich wieder aufrichtet, um neuerdings zu bedeutenderer Höhe am Westrand des kroatischen Karstes anzusteigen.³⁾

Im Osten hindert uns der Quarnerobruach an der Verfolgung der Deformation in ihrem östlichen Flügel; soweit die Abrasionsfläche sich heute erkennen läßt, verläuft die Hauptachse der Erhebung nicht in der Richtung der einstigen Gebirgsfaltung, sondern mehr in der Meridionalen. Es liegt also eine posthume Bewegung vor, die mit der alten in der Richtung nicht völlig übereinstimmt, dafür aber besser der heutigen Verteilung von Land und Meer entspricht.

¹⁾ Darauf weist A. Grund in einem bestimmten Beispiel hin (Die Karsthydrographie, Geogr. Abh. VII/3, 1903, p. 62.

²⁾ Die Physiographie als Physiogeographie, Geogr. Zeitschr. XI, 1905, p. 260 f.

³⁾ Das Tal der Rečina bei Fiume liegt wieder in einer Abrasionsfläche, die am Grobničko polje mindestens 600 *m* hoch ist.

Die mächtige Anschwellung des Tschitschenbodens gegen Osten und die pultförmige Gestalt der istrischen Platte, die hydrographische Einseitigkeit des Landes wären Faktoren des heutigen Landschaftsbildes, die aus der Schrägestellung der alten Peneplaine unmittelbar hervorgegangen sind. Von den beiden auffallendsten Grundzügen der jetzigen Geographie geht der eine, die Entwicklung NW-SE gerichteter Käme und Steilabfälle, auf die ursprüngliche Faltung, das Ansteigen vom Golf von Venedig gegen den Quarnero auf die jüngere Deformation zurück.

Während sich auf istrischem Boden eine Geoantiklinale (Dana) ausprägte, vertiefte und erweiterte sich vermutlich im Westen die angrenzende Synklinale. Die Schrägestellung einer Scholle bedeutet relativ für deren eine Seite eine Hebung, für die andere eine Senkung. In den gesenkten Teil drang von Westen her, sich ostwärts verschiebend, die Adria ein. Aber wenn damals schon ein Meer das Becken erfüllte, so lag seine Ostküste noch in einiger Entfernung vom heutigen Gestade. Es fehlen an den Küsten Istriens und Dalmatiens alle jungtertiären Meeresablagerungen, die den Saum der Apenninen bilden. Seit dem Miozän scheint das Becken bis zur Gegenwart weiter gegen Osten zu rücken, heute befindet sich, wie wir aus mancherlei Beweisen entnehmen können, die Küste des ganzen Istrien in einer Senkungsbewegung und da wir sie in Friaul, bei Salvore und Umago, bei Rovigno und Pola, am Canale dell' Arsa und im Golf von Fiume finden,¹⁾ müssen wir wohl annehmen, daß sie das ganze Land umfaßt.

Deshalb tragen die Formen der Halbinsel heute auch einzelne Züge, die sich nicht einfach auf die Erhebung und Schrägestellung der Halbinsel zurückführen lassen. Man kann seit jener Zeit mehrere Umgestaltungen nachweisen. Zunächst erfolgte konsequent der schräg gestellten Peneplaine eine Zertalung derselben. Dann aber fand wieder eine Seitenerosion statt, die sich an allen Flüssen der Westküste und sogar in einigen heute wasserlosen Tälern nachweisen läßt, denn bei dem noch höher gelegenen Grundwasserspiegel gab es damals der fließenden Gewässer noch mehr als heute. Zu beiden Seiten des Quieto liegen breite Terrassen, die mit Steilrändern sich in die höhere Peneplaine einschneiden; letztere liegt bei Visignano 240 *m* hoch, erstere bei Villanova nur 160 *m* hoch. Auch am Nordrande liegt ein gleichnamiger Ort auf derselben Stufe. Danach wollen wir sie als die Terrasse von Villanova bezeichnen. Ihr analog ist die Talung von Sterna am Karst von Buje, die Einebnungsfläche um Geroldia und Orsera, die trockene Talfurche südlich von Canfanaro und S. Vincenti. An der Dragogna und am Quieto aufwärts lassen

¹⁾ Wir können hier auf die Senkungserscheinungen der istrischen Küste nicht weiter eingehen und verweisen nur auf die kurzen Bemerkungen in den „Morphogenetischen Skizzen aus Istrien“ I. c., p. 25.

sich die Spuren des Niveaus verfolgen, für die Leme Draga haben wir versucht, es auch graphisch darzustellen.¹⁾

Die Talerweiterung im Stadium von Villanova ging wohl zu einer Zeit vor sich, wo die Hebung ruhte. Wieder entwickelten sich kleinere Ebenen, aber zu einer so allgemeinen Abflachung des Landes wie einst kam es nicht, denn die Tiefenerosion setzte neuerlich ein und schuf die heutigen Täler. Ja sie grub sie noch tiefer aus als sie heute sind, denn der Meeresspiegel muß damals — im Diluvium — nicht nur noch weiter westlich, sondern auch tiefer gelegen sein. Seit der Zeit tritt eine entgegengesetzte Bewegung ein: nur der kurze Oberlauf der Flüsse ist noch erodierender Tätigkeit unterworfen, der weitaus größte Teil unterliegt der Akkumulation, der Unterlauf der meisten Gewässer ist ertrunken und bildet die Buchten von Muggia, Capodistria, Pirano, den Porto Quieto, den Canale di Leme und den Canale dell' Arsa. Die Senkung der Küste geht bis in historische Zeit.

So folgen aufeinander Gebirgsfaltung, Einebnung, Schrägestellung und Hebung mit Talvertiefung, neuerliche Seitenerosion, wiederum Tiefenerosion, schließlich eine Senkung, die zur Akkumulation führt. Für diese Summe von Vorgängen steht uns die Zeit seit dem Oligozän zur Verfügung, denn oligozäne Flyschschichten sind noch mitgefaltet. Für die Zeitbestimmung der einzelnen Phasen sind wir nur auf Vermutungen angewiesen. Auch unsere obige Behauptung, daß der tiefste Stand der Erosion dem Diluvium angehört, beruht nur auf einigen Beobachtungen anderer Natur. Diluvialen Ursprungs sind nämlich die bekannten lößähnlichen Sande von Sansago, die sich zum Teil unter dem Meeresniveau finden, desgleichen die auch bekannten Säugetierreste auf den Inseln. Die Inseln müssen also damals noch landfest gewesen sein. Endlich tauchen nach einer gütigen Mitteilung A. Grunds die Diluvialschotter der Narenta unter den Meeresspiegel hinab. Dies hat uns schon in einer früheren Arbeit bewogen,²⁾ das Tal des Lemekanales als diluvial anzusprechen und wir möchten dies für die übrigen ertrunkenen Täler aufrechterhalten.

Eine wichtige Frage wäre noch, ob im Diluvium wie in anderen Gebieten des Mittelmeeres neue Gebirgsbewegungen in Istrien stattgefunden haben. Stache hat sie angenommen und hat vornehmlich den quarnerischen Bruch in diese Zeit verlegt.³⁾ Die Küstenumrisse West- und Südistriens geben uns keinen Anlaß, Senkungsbrüche heranziehen zu

¹⁾ Morphogenetische Skizzen aus Istrien, I. c., p. 12. Wir halten das Villanova-Stadium für analog dem der weiten Abrasionsfläche zu beiden Seiten der Kerka um Scardona, die Penck (Geomorphologische Studien aus der Herzegowina) beschreibt. Zeitschr. d. D. u. Ö. Alpenverein. 1900, p. 35.

²⁾ Morphogenetische Skizzen aus Istrien, I. c., p. 14.

³⁾ Vgl. Seite 79, Anm. 3.

Physiographische Entwicklung der istrischen Halbinsel.

Physiogr. Stadium	Typische Lokalität	Charakteristische Veränderung am Lande	Charakteristische Veränderung am Meere	Tektonische Vorgänge	Periode	Gleichzeitige Entwicklung im Mittelmeergebiet
Gegenwart	Quietotal	Erosion auf den Höhen. Akkumulation in den Tälern	Überflutung der Küsten	Senkung	Gegenwart	Untergetauchte Küsten
Leme-Stadium	Leme Draga	Rückstau der Flüsse durch Vordringen des Meeres. Akkumulation	Eindringen d. Meeres. Ertrinken der Täler, Überflutung der Küsten	Senkung	Diluvium-Gegenwart	Einbrüche und Senkungen
		Tief eingeschnittene Täler	Meer vermutlich aus der nördlichen Adria ganz verschwunden	Vollendung der Aufwölbung, Flexuren, eventuell Brüche	Diluvium	Tiefstand des Meeres
Villanova-Stadium	Terrassen v. Villanova	Bedeutende Tiefenerosion	Meer weiter westlich. Bedeutende Höhenunterschiede	Hebung	Ober. Pliozän-Diluvium	Rückzug des Meeres, Vorherrschen der Erosion
		Seitenerosion, Bildung von Talebenen	Meer weiter westlich. Geringere Höhenunterschiede	Pause in der Hebung oder Senkung	Mittl. Pliozän	Vordringen des Meeres
		Tiefenerosion	Meer weiter westlich. Größere Höhenunterschiede	Hebung	Ende Miozän-Unt. Pliozän	Rückzug des Meeres, Aufsteigen d. Landmassen
Peneplaine	Rosandra-schlucht, ganz Südistrien	Vollendete Abrasion. Weites ebenes Land	Meer weiter westlich. Geringe Höhenunterschiede	Pause in der Gebirgsbewegung oder Senkung	Miozän	Entwicklung des heutigen Mittelmeeres, Südeuropa ein Gewirr von Inseln und Meeresstraßen
		Beginnende Abrasion	—	Intensive Gebirgsfaltung	Oligozän-Miozän	Faltung der Gebirge

müssen, ihre Formen erklären sich aus der nachträglichen allgemeinen Senkung und der Brandung. Wann jener Bruch oder die Flexur am Ostrande des Tschitschenbodens und des Monte Maggiore sich ausgebildet hat, ob er spättertiär oder quartär ist, wagen wir vom physiogeographischen Standpunkt aus nicht zu entscheiden.¹⁾ Wir denken uns aber, daß die Aufwölbung des Landes nicht auf einmal vor sich ging, sondern allmählich erfolgte und vielleicht erst zu Beginn der diluvialen Zeit ihr Maximum erreichte. Vielleicht sind damals am Monte Maggiore die Verebnungsflächen vernichtet oder so entstellt worden, daß man sie heute nicht mehr findet.

Ob und inwieweit die in Istrien gefundene Verebnungsform sich auch gegen Norden hin auf die höchste Karststufe fortsetzt, bleibt zunächst außerhalb unserer Betrachtung. Scheinbar sind hier die Schwierigkeiten größer, doch glauben wir aus mancherlei Beobachtungen schließen zu können, daß sich auch hier die Fortsetzung unserer Rumpffläche sowohl am Westabfall bei Ternowa als auch im Schneeberggebiete — stets als Verebnungsfläche — wird finden lassen.

Heute begnügen wir uns, die große Peneplaine Istriens etwa als Miozän, die Terrasse von Villanova als Pliozän, die ertrunkenen Täler als diluvial anzusprechen. Wir glauben eine Stütze für die Richtigkeit unserer Hypothese darin zu finden, daß sich nach A. Philippson ein ähnliches Schwanken von Erosion und Akkumulation, Hoch- und Tiefstand des Meeres im ganzen Mittelmeergebiet nachweisen läßt.²⁾

So versuchen wir die Entwicklungsgeschichte der istrischen Oberfläche in nebenstehendes Schema zu kleiden, das die Summe der stattgefundenenen Veränderungen rekapituliert.

¹⁾ Herr Professor J. Cvijic zeigte mir vor kurzem auch bei Lovrana und in Nordcherso Terrassen, doch fehlen mir derzeit die Mittel, sie einzureihen.

²⁾ A. Philippson, Das Mittelmeergebiet, p. 16—18.