

## IX.

## Ueber die geologischen Verhältnisse von Radoboj in Kroatien.

Von A. v. Morlot.

Zur Veröffentlichung mitgetheilt von dem geognostisch-montanistischen Vereine für Innerösterreich und das Land ob der Enns, und vorgetragen in der Sitzung der k. k. geologischen Reichsanstalt am 8. März 1850.

Ganz abgesehen von seiner technischen Wichtigkeit als ein ergiebiger Schwefelbergbau ist Radoboj einer der interessantesten Punkte, die es für den Geologen gibt, und zwar wegen der Menge der vortrefflich erhaltenen Versteinerungen, welche sich dort finden. Wenn es schon eines günstigen Zufalls bedarf, damit ein in's Meer gefallenes Blatt noch frisch genug im Schlamm eingebettet werde, damit es in diesem, der später zu einer Steinschichte langsam erhärtet, einen deutlichen Abdruck erzeuge, so wird es noch viel seltener der Fall sein, dass an einer einzigen Stelle innerhalb eines engen Raumes viele verschiedene Pflanzenarten zugleich auf diese Weise für die Zukunft aufbewahrt worden. Noch viel seltener wird es aber sein, dass sogar Insecten sich auf dieselbe Art mit den Blättern erhalten. Daher ist denn Radoboj, wo man schon 200 verschiedene Pflanzen-, 231 Insecten- und 11 Fisch-Arten aufgefunden hat, als eine der reichsten Fundgruben von derartigen vorweltlichen Gegenständen zu betrachten, die es überhaupt nur gibt, und es sind nur sehr wenige Punkte bekannt, welche sich in dieser Beziehung damit messen können. Die Fische werden von Herrn Heckel in Wien studirt, es sind lauter Meeresformen, unter denen eine Sardelle in Hunderten von Exemplaren vorkommt, während die andern Arten nur sparsam auftreten; ihr Gesamtcharakter spricht für eine gemässigte Meereszone (in Bezug auf Klima). Die Pflanzen sind schon lange ein besonderer Gegenstand der Untersuchung von Professor Unger in Wien, und er wird nächstens eine eigene Abhandlung darüber schreiben, worin die gewonnenen allgemeinen Resultate entwickelt werden sollen. Es möge daher hier nur angeführt werden, dass man nebst einigen Sectangen (*Fucus*) eine wirklich erstaunliche Anzahl von Blättern, Früchten, ja sogar von eigentlichen Blüten und Blumen <sup>1)</sup> von den verschieden-

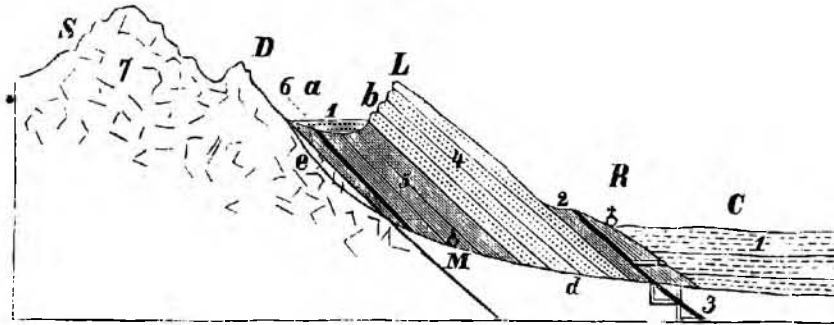
<sup>1)</sup> Eine *Apocynacee* mit den fünf Blumenblättern, auf denen man die Nectarien sieht und zwischen welchen die Staubgefässe heraussehen.

artigsten Landpflanzen hat, es sind da Palmen, Nadelhölzer, eine Menge von Laubhölzern nebst einigen andern Gewächsen, wie Hülsenpflanzen, und auch ein Paar Süßwasser-Gewächse. Der Charakter dieser Flora ist tropisch mit manchen subtropischen und sogar temperirten Elementen, was ebenfalls von den Insecten gilt, welche Professor Heer in Zürich studirt. Unter den letztern finden sich besonders viele Ameisen, aber auch Fliegen und Mücken, Heuschrecken und Wanzen, selbst Schmetterlinge, während Käfer selten sind. Ihre Erhaltung gränzt zuweilen an das Wunderbare, nicht nur, dass z. B. die Nervatur der Flügel vollkommen deutlich ist, sondern man bemerkt oft sogar Farbenzeichnung und auf einigen Gelsenflügeln ist das Irisiren im schief darauffallenden Sonnenlichte zu sehen. Vogelfedern sind mehr als einmal vorgekommen, und ein nicht näher zu bestimmendes Vogelgerippe wurde gefunden. Ziemlich selten sind kleine, deutlich geschiefbeförmige Stücke von Holzkohle, welche vollkommen unverändert erhalten nur durch eingedrungene steinige Materie etwas erhärtet ist, übrigens noch schwach abfärbt; da von vulkanischen Wirkungen keine Spur vorhanden ist, so muss sie nothwendig von einem vom Blitze getroffenen und verkohlten Baumstamme herrühren. Diese zahlreichen organischen Ueberreste erzählen, wie bloss angedeutet, gar ausführliche Geschichten über die Verhältnisse des vorweltlichen Landes, von dem sie herkommen und dessen Lage aus andern Umständen sich ungefähr als der nördlich von Radoboj gelegene Strich bezeichnen lässt, welcher nebst einem Theil von Ungarn ein gutes Stück von Steiermark bis zu und mit dem Wechsel-, dem Kleinalpe-, dem Kor- und Saualpe- und dem Bachergebirge umfasste, während weiter hinaus damals alles Meer gewesen zu sein scheint. Um aber ein Näheres darüber sagen zu können, müssen zuerst die Resultate aus den Untersuchungen des Botanikers und des Entomologen, nebst genaueren Nachrichten über verschiedene andere Umstände abgewartet werden, und es sollen daher in gegenwärtiger Abhandlung ohne weitere Rücksicht auf die besprochenen angeführten Versteinerungen bloss die übrigen geologischen Verhältnisse von Radoboj mit nächster Umgebung besprochen werden.

Radoboj liegt eine Stunde nordöstlich vom Städtchen Krapina, welches zwei Meilen OSO. vom Markte Rohitsch oder sechs Meilen östlich von Cilli in Untersteiermark entfernt ist. Radoboj und Krapina liegen beide am südlichen Fusse eines von Ost nach West laufenden Gebirgrückens, welcher beim Markte Landsberg nach Untersteier übertritt, und ganz und gar dem andern Höhenzuge entspricht, welcher ihm parallel nur zwei bis drei Meilen weiter nördlich bei Gonobitz vorbeistreichet und den Donatiberg, den Wotsch und noch weiter den Gonobitzerberg bildet, wie es die Vergleichung des Profils über Gonobitz <sup>1)</sup> mit dem hier gegebenen am deutlichsten machen wird.

<sup>1)</sup> Berichte. Band V., Seite 177. 1849.

Fig. 1.



1. Miocenformation.
2. Mergelschiefer, in welchem
3. das Schwefelflötz liegt.
4. Grobkalk.

5. Sandigthonige Schiefer mit
6. einer Kohlschichte.
- 2—6. Eocenformation.
7. Dolomit (Alpenkalk).

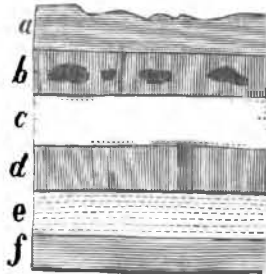
- S. Schuschez (Velki Schlep). 2541'.  
 D. Dedek. 1690'.  
 a. Sattel. 1442'.  
 L. Malagora. 1691'.

- M. Schmelze.  
 R. Radoboj. Berghaus. 793'.  
 d. Unterste Quelle im Thalweg. 744'.  
 e. Oberste Quelle im Dolomit. 989'.

Den Kern des Gebirges bildet der Alpenkalk, der aber hier in der nächsten Umgegend ausgezeichnet dolomitisch ist, wenigstens fand sich bisher kein Stück reinen Kalksteins, der mit Salzsäure aufgebraust hätte. Dieser Kalk und Dolomit bildet die Hauptmasse des Gebirges, welches freilich im Schuschez seine grösste Höhe erreicht, gegen das aber die dagegen angelehnten Eocenschichten stets nur untergeordnet bleiben. Es wird wie im Gonobitzer Rücken durch Querthäler spaltenartig durchschnitten, wie unmittelbar bei Krapina selbst, welches vor einem auf diese Art gebildeten starken Engpass liegt. Eine zweite, jedoch nicht ganz so tief eingeschnittene Schlucht befindet sich etwas weiter östlich von Radoboj in der sogenannten Otschura, wo die Strasse von Krapina nach Warasdin hindurch führt, der höchste Punct der letztern steht auf dem Grobkalk bei Veterniza 1192 Fuss, das Otschurawirthshaus hinten in der Schlucht und im Dolomit nur 852 Fuss über dem Meere, während der Engpass bei Krapina wenig höher als der Ort selbst ist, der nur 480 Fuss hoch liegt. Radoboj und der Schuschez liegen also ziemlich mitten zwischen den beiden nur eine Meile von einander entfernten, das Gebirge quer durchschneidenden Schluchten; was natürlich zur Beobachtung der Lagerungsverhältnisse sehr günstig ist. Bei Radoboj selbst hat man ein nicht minder vortheilhaftes obschon untergeordnetes Querthal, welches erst am Dolomit beginnend die Eocenformation bloss legt und im miocenen Gebiete ausmündet. Im Profil ist es angegeben, die Schwefelschmelze *M* und die Quellen bei *d* und bei *e* liegen in dessen Grund. Aus dem eben Angeführten geht hervor, dass sich die

Lagerungsverhältnisse der Eocenformation, wie sie im Profil angegeben sind, mit Sicherheit bestimmen liessen. Man hat hier zu unterst an der Grenze des Dolomits, ein grünes, halb tuff- halb breccienartiges Gestein, das oft dem plutonischen Grünstein täuschend ähnlich sieht, in welchem aber auf dem Weg von der Schmelze gegen den östlichen Sattel (bei *a*) hinauf der deutliche, innere Abdruck einer bei zwei Zoll langen Muschel (*Venus?*) vorkam. Von plutonischem Grünstein kann also da wohl keine Rede sein, und man erkennt leicht das Ganze als dasselbe Produkt der Metamorphose, welche dieselben Schichten in der Gegend von Cilli in so ausgezeichnetem Grade erlitten haben. Bei dem Wirthshaus in der Otschura finden sich dunkle melaphyrartige Gesteine, die vielleicht auch hierher gehören, sie führen ganz in der Nähe des Hauses Eisenglanz, allem Anscheine nach gangartig. Bei weitem vorherrschend in der Gegend von Radoboj sind aber die dunkeln, thonigen, sehr bröckligen Schiefer *Nr. 5*, welche in ihrem Liegenden eine Steinkohlenschichte *Nr. 6* führen. Bei der Schmelze wurde früher darauf gebaut, sie war hier beiläufig 3 Fuss mächtig, jetzt liegt der Bau, doch soll er wieder in Angriff genommen werden, sobald ihn ein vom Schwefellager herangetriebener Stollen lösen wird. Auf den alten Halden fand sich nichts wie zerfallener bituminöser Schiefer, der beim Ausschlämmen keine organischen Ueberreste lieferte, grössere Muscheln sollen aber vorgekommen sein. Es ist diess offenbar dieselbe Kohlschichte, welche in Untersteier bei Kirchstätten und bei Sotzka mit den vielen Pflanzenabdrücken auftritt, durch welche sie sich als ächt eocen erweist. Das ganze Schiefergebilde mag etwa 200 Fuss mächtig sein, ebenso wie das nun folgende mehr kalkige Glied der Formation *Nr. 4*, welches Grobkalk genannt wurde und dem Leithakalk oft so ähnlich sieht, dass man es dafür halten müsste, wenn die Lagerungsverhältnisse dem nicht entschieden widersprächen. Nach unten zu nimmt dieser Kalk Körner und kleine Gerölle von Quarz auf, wodurch er sich einem Sandstein nähert, nach oben zu wird er sehr thonig und geht in die Mergelschichten *Nr. 2* über. An einzelnen Stellen treten durch Auswitterung Foraminiferen, kleine Nummuliten und Korallen an seiner Oberfläche hervor, an andern Stellen sind nulliporenartige Korallen und Auster (*Gryphea?*) ganz frei herausgelöst und an andern endlich enthält das feste Gestein eine Menge von Pecten, die es schwer halten wird näher zu bestimmen. Oben bei dem Sattel *a* treten die Schichtenköpfe ganz scharf hervor, eine schwer ersteigliche und in eine schroffe Kante endende Wand bildend; das Fallen ist hier genau 45° in Süd. Die mürben Mergelschiefer *Nr. 3* sind leer an Versteinerungen und beissen nicht gerne zu Tage aus, weil sie sogleich von der Miocenformation *Nr. 1* bedeckt werden, ihre Mächtigkeit mag nach ganz ungefährer Schätzung 50 Fuss betragen. Sie enthalten sonst keine Versteinerungen und sind nur deshalb merkwürdig, weil sie das Schwefelflötz *Nr. 3* enthalten, dessen nähere Verhältnisse natürlich durch den Bergbau besonders genau bekannt sind.

Fig. 2.



Das Dachgestein *a* ist nur eine festere, weniger thonige Schichte des Mergelschiefers, welche eben deswegen dem Bergbau vortreffliche Dienste leistet, indem sie die Zimmerung überflüssig macht. Sie enthält gar keine Versteinerungen, als zuweilen Abdrücke einer kleinen zweischaligen Muschel, ein einzigesmal ist etwas pflanzliches, nämlich ein Coniferenzweig, vorgekommen. Die obere Grenze dieser Schichte ist wellenförmig mit Runzeln, als wenn der Hangendschiefer hineingedrückt worden wäre, die untere Schichtfläche ist aber vollkommen eben. In diesem Dachgestein ist an einem engbegrenzten Punkte im Bergbau der Faserkalk mit Dutenstructur der Schichtung ziemlich parallel ausgeschieden beobachtet worden<sup>1)</sup>. Das obere Schwefelftötz *b*, 4—15 für gewöhnlich 8—10 Zoll mächtig, besteht aus schwarzem, mürbem Schiefer, in welchem der Schwefel in nuss- bis kopfgrossen Kugeln ausgeschieden ist<sup>2)</sup>; krystallisirter Gyps kommt auch zuweilen darin vor. Dann folgt das sogenannte Mittelgestein *c*, 4—18, gewöhnlich 10—12 Zoll mächtig, es ist ein grau-grüner, nicht brausender, etwas thoniger, feinkörniger und schiefriger Sandstein, welcher ausschliesslich den besprochenen Reichthum an Pflanzen, Insecten und Fischen enthält, eine Varietät davon führt auch viele Foraminiferen (*Alveolina*), wie es mit der Loupe deutlich zu erkennen ist. Dann kommt das untere Schwefelftötz *d*, 4—15 meist 10—12 Zoll mächtig, und bestehend aus demselben dunkeln und bituminösen Schiefer wie das obere, in welchem aber der Schwefel nicht so rein ausgeschieden sondern mit der übrigen Masse innig vermengt ist, so dass er nur durch Destillation daraus gewonnen werden kann. Aus diesem schwefelhaltigen Schiefer hat Herr Freyer sehr kleine Foraminiferen herausgeschlämmt, welche Hr. Prof. Reuss gegenwärtig bearbeitet. Unter dem unteren Schwefelftötz liegt ein thoniger, bituminöser Schiefer *e*, 12 Zoll mächtig, in welchem keine Versteinerungen vorkommen, dann folgt das sogenannte Sohlgestein *f*, 6—8 Zoll mächtig, sandig-thonig, fest, knauerartig und licht, ebenfalls versteinungsleer, dann kommen die Mergelschiefer, in welche eben so wenig wie in's Hangende hineingebaut wird.

Das Schwefelftötz ist im Streichen nicht sehr weit verfolgt worden, die einzelnen Schichten setzen wohl ganz regelmässig weiter aber der Schwefel bleibt aus. Die Art, wie diese Vertaubung eintritt, ist merkwürdig und dürfte bei weiteren Untersuchungen am ersten ein Licht auf die Entstehungsweise des Schwefels werfen. Es wird nämlich die dem oberen

<sup>1)</sup> Von Professor Studer zuerst beschrieben und von W. Haidinger in seiner Abhandlung über den Dutenkalk neuerlich wieder besprochen. Denkschriften der math.-naturw. Classe der kais. Akademie der Wissenschaften in Wien. Bd. I.

<sup>2)</sup> Die grösste Kugel, die gefunden wurde, wog 1½ Pfund.

Schwefelflötze entsprechende aber taube Schichte, welche sonst leicht ist, allmählig dunkler, dann fangen an Kugeln von Kalkspath sich auszuscheiden, welche noch keinen Schwefel enthalten, sondern nur aus braunem im Innern krystallinischem bituminösen Kalkspathe bestehen, bisweilen sind sie hohl und mit Wasser gefüllt, welches beim Auslaufen nach Schwefelwasserstoff riechen soll<sup>1)</sup>, dann kommen Kugeln von dunkler mehligter Masse, die aber mit Säure nicht braust, dann erscheint Schwefel beigemischt und endlich folgen die ganz reinen Kugeln von ganz reinem derben Schwefel, der nur durch Bitumen leberbraun gefärbt ist und eine Schale von einer helleren, mehligten, mergligen Masse hat. Dieser Uebergang findet Statt auf eine Länge von 2 Schuh bis 4 Klafter. Das untere Flötz folgt in der Vertaubung und in der Veredlung dem obern. Das Fallen des Schwefelflötzes ist im Mittel von 30—40° gegen Süden, an einer Stelle wirft es einen Hacken und wird da senkrecht und sogar überstürzt, doch stellt sich die gewöhnliche Neigung bald wieder her. In dieser Richtung ist das Flötz von seinem Ausbeissen am Tage bis in die gegenwärtigen Tiefbaue verfolgt worden, ohne dass dabei der Adel eigentlich abgenommen hätte; das Mittelgestein aber, welches in den oberen Teufen gegen das Ausbeissen zu so reich an Versteinerungen war, verliert sich nach und nach und zeigt sich in den gegenwärtigen Tiefbauten obschon in seinen übrigen Eigenschaften ganz gleich nichtsdestoweniger leer daran; es ist nur höchst selten, dass man hier einen vereinzeltten Abdruck findet. Wie es sich mit den Versteinerungen in der Richtung des Streichens verhält, ob sie über die schwefelführende Region hinausreichen, ist weniger genau bekannt, es bleibt aber unwahrscheinlich, dass sie viel weiter gehen, da man in der Gegend schon öfter nach Schwefel gesucht hat und nichts Derartiges bemerkte. Dieser Umstand der geringen Ausdehnung der Abdrücke in horizontaler Richtung so wie ihr Charakter selbst lässt vermuthen, dass man es hier mit der Wirkung einer Windhose zu thun habe, welche auf dem damaligen Festlande das Laub auch mit manchen kleineren Aesten abstreifte und sammt den darauf sitzenden Insecten über einen nur engbegrenzten Fleck des Meeres hinstreute. Ist dieses richtig, wie es auch aus dem Typus der Flora und der Insectenwelt hervorzugehen scheint, so muss die Schichte des Mittelgesteins, welche die Spuren dieser einmaligen Katastrophe enthält, auch auf einmal oder wenigstens binnen der sehr kurzen Zeit, wo die Gegenstände sich zu Boden senkten, abgelagert worden sein. Dass dieses schnell geschehen sei, geht noch aus dem Umstand hervor, dass die Insecten so höchst vollkommen erhalten sind, was auch ein weiteres Herschwemmen vom Lande her ausschliesst. Das Meer selbst lieferte die Seetange und

---

<sup>1)</sup> In der Tiefe des Bergbaues ist man auf eine Stelle gekommen, wo ein Wasser herausrinnt, welches so stark schwefelwasserstoffhältig ist, dass die Arbeiter es oft nicht auszuhalten vermögen. Dieses Wasser soll auch reinen Schwefel absetzen.

die Fische und in Bezug auf letztere ist noch besonders zu bemerken, dass ihre Menge und ihre vorherrschend gekrümmte Form auf einen gewaltsamen Tod und zwar durch Vergiftung hindeutet. Da nun der Schwefel offenbar nicht plutonisch ist<sup>1)</sup>, indem er im unteren Flötz sogar Foraminiferen enthält, so wird es sehr wahrscheinlich, dass er durch Ausscheidung aus untermeerischen Emanationen von Schwefelwasserstoffgas entstand, wobei natürlich die vorhandenen Fische getödtet werden mussten. Es scheint also der Orkan, der das Laub mit den Insecten auf das Meer hinausführte mitten in jene Zeit hineinzufallen, wo die schwefelbildende Gasansströmung statt fand, in diesem Momente muss das Wasser stürmischer und mehr wie sonst bewegt gewesen sein, um das etwas gröbere Material des Mittelgesteins anzuschwemmen; zugleich lässt sich aus dem immerhin noch genug feinen Korn des letzteren schliessen, dass der Fleck nicht unmittelbar an der Küste, sondern schon ein Stück weit im freien Meere lag, da sonst der Uferwellenschlag eine bedeutende Zerstörung der organischen Ueberreste angerichtet hätte. Dass das Mittelgestein ganz schwefelfrei ist, mag vielleicht daher rühren, dass in dem Momente seiner Ablagerung eine andere Strömung im Meere herrschte, als vor- und nachher, wo sich der Schwefel absetzte, den man also an einem andern Punkte in der Verlängerung der Mittelgesteinsschichte finden könnte, wenn wenigstens die Gasemanation nicht selbst unterbrochen war und dann auch wenn dieser Punkt nicht auf eine Stelle fällt, wo die ganze Formation später zerstört und weggeführt wurde. Es muss ohnediess wohl bei Radoboj die Verlängerung der Schichte über das Ausbeissen hinaus mit dem Schwefel und mit dem versteinungsreichen Mittelgestein denudirt worden sein, so dass wir jetzt nur einen abgerissenen Fetzen jener merkwürdigen Ablagerung vor uns haben. Nur die mineralische Holzkohle des Mittelgesteins nebst den paar Süsswasserpflanzen und einem Süsswasserkäfer würden ein Herschwemmen vom Lande erfordern. Es scheint somit, dass die Luft, das Meer und das Süsswasser alle drei gleichzeitig dazu beitrugen das Mittelgestein mit organischen Ueberresten anzufüllen, was gewiss ein seltener Zufall ist.

Bei Radoboj verschwindet, wie es das Profil angibt, die Eocenformation vom horizontal gelagerten Miocengebilde, sie muss aber unter demselben eine durch dasselbe ausgefüllte Mulde bildend fortsetzen, da sie an Rande eines von Ost nach West laufenden Kalkrückens etwa drei Stunden weiter südlich als Radoboj stark aufgerichtet wieder zum Vorschein kommt, aber hier natürlich umgekehrt gegen Norden fallend. Die steilen wie Molasse aussehenden Schichten von Krapina müssen ebenfalls eocen sein, sie lassen sich eben durch ihre Aufrichtung als eocen erkennen, da die miocene Molasse, locale Störungen abgerechnet, nicht gehoben worden ist.

---

<sup>1)</sup> Von im Mittelgestein vorkommen sollender vulkanischer Asche und dergleichen ist wohl schon gesprochen worden, es muss aber auf einem Irrthum beruhen.

Die Miocenformation besteht bei Radoboj wie in Untersteier aus dem gewöhnlichen gelben Lehm und Sand; gröberes Material scheint hier selten zu sein, ebenso das Auftreten von fest verkitteten Massen. In der Thaltiefe in der Nähe von Radoboj steht mürber Sandstein an und bei Oberbedekotschino weiter südlich findet sich ein unbedeutendes Braunkohlenlager. Gerade wie in Untersteier bildet das sautwellenförmige miocene Hügelland mit seinen gleichhohen Rücken ein deutliches allgemeines Niveau, welches am älteren, höheren Gebirge scharf abschneidet, beiläufig wie es im Profil angegeben ist. Die Höhe dieses Niveaus beträgt bei Radoboj selbst 320 Fuss über der Hauptstrasse von Krapina, oder 335 Fuss über dem tiefsten Punct des Thalwegs der miocenen Mulde gegen drei Stunden in Südost bei Handschowa oder 800 Fuss über dem Meere. Nicht wenig auffallend ist es daher auf dem Sattel bei *a* 642 Fuss höher oder 1442 Fuss über dem Meere einen Fetzen derselben Miocenformation unter der Form einer horizontal gelagerten Partie des gewöhnlichen gelben Sandes zu finden. Westlich von der Schmelze zieht sich ein gleiches Längsthal, von der Art wie sie Franzosen und Engländer eine *Combe* nennen, bis zu einem ähnlichen aber nur 1180 Fuss über dem Meere gelegenen Sattel, wo der miocene Sand ebenfalls zu sehen ist. Von einer Hebung der Miocenformation kann hier offenbar keine Rede sein, eben so wenig als von einem früher abgesperrten See, da jeder der beiden Sättel nach beiden Seiten wieder abgedacht ist; auf die ganze Erscheinung passt hingegen vortrefflich die Theorie der Niveauverhältnisse, wie sie für die miocenen Ablagerungen in den östlichen Alpen entwickelt worden ist <sup>1)</sup>, denn wenn man, wie es die Gesamtverhältnisse bestätigen, zur Miocenperiode hier denselben Meeresstand hatte wie in Obersteier, wo er wenigstens 3500 Fuss höher als der jetzige Meeresspiegel lag, so musste selbst die Spitze des Schuschez noch 1000 Fuss tief unter dem Wasser stehen, und es würde alsdann das miocene Niveau bei *c* die Ablagerungsfläche bezeichnen, welche hier ganz sachgemäss niedriger zu liegen kam, während sie, freilich nicht direct von Süd nach Nord, sondern hinter dem Kamm der Malagora dem kleinen von Ost nach West laufenden Längsthal nach allmählig bis auf den Sattel *a* steigen konnte. Die ansteigenden Theile wurden seither ausgerissen und zerstört, und es bleibt nun nur auf der Wasserscheide, wo das Gebirgswasser noch keine wegpressende Gewalt ausüben kann, der beobachtete Fetzen zurück, so dass man nun in sehr geringem Abstand von einander die zwei um 642 Fuss verschiedenen Niveaus hat, welche doch zu einer einzigen Ablagerungsfläche gehörten, und also auch als gleichzeitig in ihrer Entstehung im Grunde eines und desselben Meeres zu betrachten sind.

Krapina ist seines warmen Mineralwassers wegen bekannt, es liegt dieses aber einiige Stunden weiter südlich allem Anscheine nach im miocenen

---

<sup>1)</sup> Berichte. Band VI. Seite 72. 1849.



Gebiet und ohne allen Zusammenhang mit dem Schwefellager von Radoboj, eben so wenig als die warme Mineralquelle von Handschowa, drei Stunden südöstlich von Radoboj und eine Viertelstunde nordwestlich von H. Kreuz, welche aus einem Dolomithfelsen an der Grenze der Miocenformation quillt, und eine Temperatur von  $23.6^{\circ}$  R. besitzt. Das Wasser ist geruch- und geschmacklos und muss sehr rein sein, da es sich zum Waschen gut brauchen lässt, es dürfte daher zu derselben Kategorie von kostbaren Heilwässern gehören wie Gastein, und wurde auch früher benützt, wie es die Fundamente eines alten Gebäudes besagen, gegenwärtig dient es eben nur zum Waschen für den daneben wohnenden armen Bauer.

---

Die Geschichte der Entdeckung des Schwefellagers ist nicht ganz uninteressant. Als im Jahre 1811, so wurde mir erzählt, der Bauer Ambros die Fundamente zu einem noch stehenden Winzerhäuschen grub, und ein Feuer auf der Stelle gemacht hatte, entzündete sich der Boden, das fiel dem Bauer auf und er trug ein Stück von der braunen Massa zum Pfarrer, hier lag es eine Zeit lang auf dem Fenster bis es der Dreissiger Zaverschki sah, dieser nahm es mit, erkannte es als Schwefel, machte die Anzeige und erhielt eine Belohnung von der Regierung, welche den Bau einleitete. Nicht ohne mancherlei in den eigenthümlichen Verhältnissen des Landes gelegenen Schwierigkeiten konnte diess durchgeführt werden, bis man zuletzt Bergleute von Idria herüberkommen liess, mit denen es recht gut ging. So hat sich nun nach und nach eine kleine Colonie von idrianer Krainern dort gebildet, welche sich durch Arbeitsamkeit auszeichnet und in ethnographischer Hinsicht einige Aufmerksamkeit verdient; besonders auffallend ist der intelligente Ausdruck der Schuljugend, er entsprach auch der Art und Weise wie sich die Kinder zu kleinen Dienstverrichtungen, wie zum Sammeln von Versteinerungen abrichten und benützen liessen; dass übrigens hier ein ordentlicher Schulunterricht eingeführt ist, muss auch berücksichtigt werden.

An einer wissenschaftlichen Literatur über Radoboj fehlt es nicht. Die erste gedruckte Notiz darüber lieferte Professor B. Studer (*Zeitschrift für Mineralogie etc.* von Leonhard 1829, Seite 773), dann kam eine kurze Notiz von H. v. Rosthorn (*Bull. soc. géol. de France.* 1833. III. Seite 299, auch in Leonhard's und Bronn's Jahrbuch 1834, Seite 437), und eine andere von den Herren Bernath und Maurer (*Bergwerksfreund* VIII. Seite 209, *L. und B. Jahrbuch* 1845, Seite 237). Die wichtigsten und ausführlichsten Nachrichten verdankt man aber Herrn Professor Unger, der schon im Jahre 1838 (*Steirische Zeitschrift* IV. Seite 75, auch im *Jahrbuch* 1840, Seite 726) ein Verzeichniss von gegen 100 verschiedenen Pflanzenarten aus dem Mittelgestein gab. Später beschrieb er auch mehrere Insecten, und fügte den Abbildungen von diesen auch ein Profil mit

Erläuterung der Lagerungsverhältnisse bei. (Acta Acad. Caes. Leop. Nat. Cur. Vol. XIX. P. II.) Er nahm da den Grobkalk als Leithakalk und also das Mittelgestein als eine oberste Miocenschichte an, was ihm aber nie recht mit der Flora zusammengehen wollte, da diese bei ihrem mehr tropischen Charakter eher älter sein sollte als das miocene Parschlug mit seinen mittelländischen Formen. Dasselbe äusserte Herr O. Heer in Bezug auf die Insecten, die ihm aus demselben Grunde für älter als das miocene Oeningen vorkamen. Als aber die Untersuchungen in Untersteier im Herbst 1848 das Vorhandensein der Eocenformation in jenen Gegenden nachwiesen, so ergab sich auch aus der blossen Vergleichung der Beschreibungen, dass Radoboj zu demselben eocenen Schichtencomplex gehöre, und es lösten sich die bisherigen Schwierigkeiten für den Botaniker und den Entomologen auf eine sehr befriedigende Weise. Die Beschreibungen und Abbildungen vieler Pflanzen von Radoboj hat Professor Unger in seiner *Chloris protogaea* geliefert, eine bedeutende Menge werden aber noch nachkommen, da die Gesamtzahl der Species gegenwärtig 200 übersteigt. Die Insecten beschreibt, wie schon gesagt, Herr O. Heer in den Abhandlungen der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft (I. Theil, Käfer 1847; II. Theil, Heuschrecken, Flurfliegen, Aderflügler, Schmetterlinge und Fliegen, Zürich 1849; auch als besonderes Werk im Buchhandel zu haben bei Engelmann in Leipzig); er hat schon etwas über 230 verschiedene Arten unterschieden und genau charakterisirt, doch scheint es damit ziemlich zu Ende zu gehen, da die letzten bedeutenden Sammlungen nur wenig Neues enthielten.

Einen Aufsatz über Radoboj lieferte Herr Freyer aus Laibach (Berichte, Band V, Seite 130, 1849), der selbst viel in Radoboj gesammelt hat.

Die Notiz in den Berichten Band VI Seite 58 mit einem Profil wurde aus einem Briefe von mir an Hrn. Haidinger entnommen, ich hatte so eben 14 Tage meist mit Sammeln beschäftigt in Radoboj zugebracht. Um einen Begriff zu geben von dem Reichthum des Mittelgesteins an Versteinerungen, möge es hier angeführt werden, dass ich während der Zeit 640 Stück Insecten-, 550 Stück Pflanzen- und gegen 100 Stück Fischabdrücke, freilich mit Anwendung von verschiedenen Hilfsmitteln zusammenbrachte. Die Einrichtung einer mechanischen Werkstätte mit einer grossen festgeschraubten Kneipzange, welche ganz unentbehrlich ist, dazu ein Ambos mit eigenen Hämmern von verschiedenen Grössen und Formen und zum Spalten und Zurichten und die fabrikmässig vertheilte Arbeit trugen auch das Ihrige zu dem Resultate bei.

Obschon ungedruckt verdient doch folgende in Radoboj aufbewahrte Manuscriptarbeit eine besondere Erwähnung ihrer vortrefflichen Ausführung wegen. Sie ist überschrieben: „Relation über die geognostischen Verhältnisse der Gegend von Radoboj in Kroatien von M. Layer, Oberbergratsassessor in Klagenfurt, 29. August 1834“ mit Karte, Profilen und ba-

rometrischen Höhenmessungen. Merkwürdig ist, dass darin schon bemerkt wurde, der sogenannte Grünstein möchte metamorphischer Natur sein und im Zusammenhang stehen mit der Umbildung des anstossenden Kalks zu Dolomit. Man muss bedauern, dass eine so sorgfältig ausgearbeitete Schrift durch den Druck nicht veröffentlicht wurde.

Nicht unerwähnt darf es endlich bleiben, dass die wissenschaftliche Bedeutung Radoboj's theilweise auch den dortigen Werksbeamten zu verdanken ist, indem zuerst Herr Bohr, dann Herr Hell und seit einigen Jahren der Bergverwalter Herr Carl Rösner unterstützt vom Schullehrer Herrn Rupnik mit freundlicher Bereitwilligkeit den Sammlern entgegengekommen sind.

#### Beobachtungen über Boden- und Quellen-Temperatur.

Die Lage kann hier überall als südlich angenommen werden, da man sich an der Südseite des hohen Schuschez-Rückens befindet, mit Ausnahme jedoch von Handschowa, welches ganz in der Ebene liegt.

Tag Mai 1899.	Stunde	ÖRTLICHKEIT	Luft- temperat.	Meeres- höhe
13	6 P.M.	Starke Quelle zwischen Veterniza und Radoboj + 8.6°	14.0	750'
14	7½ A.M.	Die unterste von den drei Quellen bei der Schwefelschmelze, ganz im Thalweg (siehe das Profil)..... + 8.4°	8.9	744
	8 A.M.	Die mittlere Quelle, nicht im Thalweg, sondern am rechten Gehäng..... + 7.2°	11.3	836
	10 A.M.	Die oberste Quelle in der kleinen Schlucht im Dolomit, unmittelbar aus demselben heraustretend 1) + 8.2°	11.6	989
	—	Der Bach daselbst..... + 8.2°	—	—
	3 P.M.	Bodentemperatur im Garten des Bergverwalters, 1' tief im feuchten Lehm..... + 11.0°	16.2	778
	—	Dasselbe 2' tief..... + 10.7°	—	—
16	7 A.M.	Bodentemperatur im Innern des Bergbaues, im frischen Schutt vor Ort im ersten westlichen Mittellauf, 96' vom Tag, bei einer Lufttemperatur von 12,5° in der Strecke selbst..... + 10.9°	10.0	678
	—	Dasselbe im zweiten Mittellauf, 132' vom Tag (senkrecht gemessen)..... + 12.0°	—	640
	10 A.M.	Ziehbrunnen oberhalb dem Wirthshaus 8' tief im Mergelschiefer..... + 8.9°	13.4	810
	11 A.M.	Unterste Quelle bei der Schmelze..... + 8.9°		
		Mittlere..... + 7.4°		
		Oberste..... + 8.3°		
17	7 P.M.	Handschowa. Mineralquelle..... + 23.6°	16.4	465
	—	— — Brunnen daselbst im gleichen Niveau und nur 3' tief..... + 10.9°	—	—

1) Es sind hier eigentlich 2 Quellen, die eine etwas höher als die andere, sie besitzen aber beide genau dieselbe Temperatur.

## Höhenmessungen.

Sie wurden mit sehr guten Barometern von Kappeller gemacht. Die correspondirende Station war Cilli, wo der Gymnasialpräfect, Hochwürden Herr Dorfmann, sorgfältig beobachtete. Als Anhaltspunct wurde die Höhe der Eisenbahn in Cilli zu 720 Fuss über dem Meere angenommen. Die Höhe von Radoboj selbst wurde aus zehn Messungen in den günstigsten Frühstunden berechnet, sie verdient also Vertrauen. Die Höhen sind in Wiener-Fuss, die Temperaturen in Graden *Réaumur* ausgedrückt.

Radoboj. Pflaster des neuen Bergamtshauses	783 Fuss.
Malagora.....	1691
Dedek. Felsenkopf.....	1690
Schuschez oder Velki Schlap.....	2541 "
Otschura. Wirthshaus an der Strasse nach Warasdin.....	852 "
Veterniza. Höchster Punct obiger Strasse.....	1192 "
Krapina. Pflaster des Postwirthshauses.....	480 "
Handschowa. Mineralquelle bei II. Kreuz	465 "

## Nachträgliche Bemerkung.

Als der obige Aufsatz verfasst wurde, waren von den alten Kohlenbauen bei der Schwefelschmelze nichts mehr zu sehen, als die ausgewitterten und völlig versteinungsleeren Halden. Da zugleich die eocenen Schiefer ganz nahe dabei anstehend zu beobachten sind, so wurde gefolgert, dass die abgebaute Kohlschichte dieselbe sei, wie sie in Sotzka mit den Pflanzenabdrücken in den eocenen Schiefen vorkommt. Seitdem hat ein neuangelegter Schurf gezeigt, dass dies falsch sei, und dass man es hier mit wahrer Braunkohle zu thun habe; sie wird begleitet von gelbem Sand, von Thon mit Wienerbeckenmuscheln und von Schieferthon mit Abdrücken von *Polypodites styriacus* (Ung.) und *Taxodites oeningensis* (Ung.). Die Schichten fallen wohl in Süd, also scheinbar unter den für eocen angesprochenen Grobkalk, allein es muss in Folge von Verrutschung sein, da man sie weiter oben am Sattel, wo sie nicht verrutscht sein können, auch wirklich horizontal liegend beobachtet, wie es im Profil dargestellt ist. Der Verfasser, der so eben Radoboj zum zweitenmal besucht hat, glaubt also die Verhältnisse im Profil der Hauptsache nach richtig dargestellt zu haben. nur fiel die Kohlschichte weg und wäre in das Liegende der etwas zu wenig ausgedehnt angegebenen Miocenaablagerung hinter der Malagora zu versetzen. Uebrigens ist es leicht möglich, ja sogar sehr wahrscheinlich, dass die Sotzka-Kohlschichte, wie im Profil angegeben, bei Radoboj auftritt, denn Herr Rösner hat in den unmittelbar auf dem Dolomit liegenden ältern Schiefen bei der Schmelze auch Spuren von Pflanzen und zwar, wie es scheint, zur Flora von Sotzka gehörend gefunden. Der Fortgang der bereits eingeleiteten bergmännischen Arbeiten, so wie die nähere Untersuchung der eingesammelten Versteinerungen, worunter sich nun auch eine ordentliche Partie aus dem Grobkalk selbst befindet, wird die Sache bald in ein helleres Licht setzen.